



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

**DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES, PARA EL SECTOR VALLE DE SAN JOSÉ,
BARRIO SAN JOSÉ Y DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR VALLE DEL SOL, BARRIO
HACIENDA LA VIRGEN, MUNICIPIO DE SALAMÁ, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ**

Moisés Jachac Pú

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, julio 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES, PARA EL SECTOR VALLE DE SAN JOSÉ,
BARRIO SAN JOSÉ Y DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR VALLE DEL SOL, BARRIO
HACIENDA LA VIRGEN, MUNICIPIO DE SALAMÁ, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MOISÉS JACHAC PÚ

ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	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 Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
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 EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES, PARA EL SECTOR VALLE DE SAN JOSÉ,
BARRIO SAN JOSÉ Y DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR VALLE DEL SOL, BARRIO
HACIENDA LA VIRGEN, MUNICIPIO DE SALAMÁ, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 28 de abril 2011.



Moisés Jachac Pú



Guatemala, 04 de octubre de 2011
REF.EPS.DOC.1301.10.11

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 **Moisés Jachac Pú** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **34878**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES, PARA EL SECTOR VALLE DE SAN JOSÉ, BARRIO SAN JOSÉ Y DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR VALLE DEL SOL, BARRIO HACIENDA LA VIRGEN, MUNICIPIO DE SALAMÁ, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ"**.

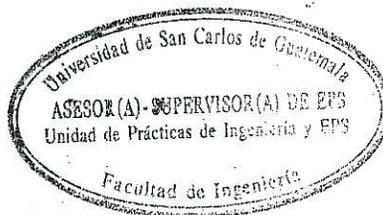
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Ángel Roberto Sic García
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
ARSG/ra



Guatemala, 30 de mayo de 2012

Ref.EPS.D.555.05.12

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

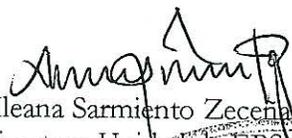
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES, PARA EL SECTOR VALLE DE SAN JOSÉ, BARRIO SAN JOSÉ Y DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR VALLE DEL SOL, BARRIO HACIENDA LA VIRGEN, MUNICIPIO DE SALAMÁ, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Moisés Jachac Pú**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Ángel Roberto Sic García.

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 Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra



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



Guatemala,
11 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 graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL SECTOR VALLE DE SAN JOSÉ, BARRIO SAN JOSÉ Y DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR VALLE DEL SOL, BARRIO HACIENDA LA VIRGEN, MUNICIPIO DE SALAMÁ, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ,** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Moisés Jachac Pu, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



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



Guatemala,
10 de noviembre de 2011

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de **DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL SECTOR VALLE DE SAN JOSÉ, BARRIO SAN JOSÉ Y DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR VALLE DEL SOL, BARRIO HACIENDA LA VIRGEN, MUNICIPIO DE SALAMÁ, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Moisés Jachac Pu, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



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. Ángel Roberto Sic García y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Moisés Jachac Pú, titulado DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES, PARA EL SECTOR VALLE DE SAN JOSÉ, BARRIO SAN JOSÉ Y DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR VALLE DEL SOL, BARRIO HACIENDA LA VIRGEN, MUNICIPIO DE SALAMÁ, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, julio 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 EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES, PARA EL SECTOR VALLE DE SAN JOSÉ, BARRIO SAN JOSÉ Y DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR VALLE DEL SOL, BARRIO HACIENDA LA VIRGEN, MUNICIPIO DE SALAMÁ, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Moisés Jachac Pú**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 30 de julio de 2012

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	“Porque Jehová da la sabiduría, y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia”.
Jesucristo	El camino, la verdad y la vida.
Mis padres	Juan Jachac (q.e.p.d.) y Candelaria Pú (q.e.p.d.) por sus sabios consejos, oraciones y fortaleza.
Mi esposa	Yolanda Concohá Reyes, con todo mi amor, por el apoyo incondicional y paciencia en todo momento.
Mis hijos	Edy Jachac (q.e.p.d.), Elvin Jachac, Marvin Jachac, Ing. Juan Jachac y Licda. Nohemí Jachac, que me inspiraron y apoyaron para alcanzar esta meta, los amo con todo mi corazón.
Mis nueras	Jacqueline Lujan y Roció Pineda, por su apoyo y cariño.
Mis nietos	Rebeca Jachac, Yusmira Jachac, Esdras Jachac, Gabriela Jachac y Daniel Jachac, que son mi inspiración.
Mis hermanos	Víctor Manuel Jachac (q.e.p.d.) y María Magdalena Jachac, por su amor y apoyo brindado, con cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi Dios	Por la vida, la sabiduría y haberme guardado a lo largo de este camino.
Mi familia	Por su amor, esfuerzo, entrega y dedicación incondicional en mi vida.
Ing. Elvin Farrington (q.e.p.d.)	Por sus conocimientos y enseñanzas en el desarrollo de mi formación profesional.
Ing. Ramiro V. Acuña	Por sus oraciones, motivaciones y amistad, que ha sido ejemplo en mi vida.
Ing. Carlos F. Gálvez M.	Por impulsarme a terminar este camino y por el apoyo incondicional.
Municipalidad de Salamá	Por la oportunidad de realizar el EPS, especialmente al Ing. Francisco Charnaud.
Ing. Ángel R. Sic García	Por su guía y colaboración como asesor y supervisor de EPS.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XXI
RESUMEN	XXVII
OBJETIVOS	XXIX
INTRODUCCIÓN	XXXI
1. INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Salamá, departamento de Baja Verapaz.....	1
1.1.1. Aspectos históricos de la comunidad	1
1.1.2. Aspectos físicos	2
1.1.2.1. Ubicación y localización	2
1.1.2.2. Población	3
1.1.2.3. Clima	3
1.1.2.4. Hidrología	4
1.1.2.5. Geología	4
1.1.3. Aspectos de infraestructura	4
1.1.3.1. Vías de acceso	5
1.1.3.2. Tipología de vivienda	5
1.1.3.3. Servicios básicos	5
1.1.3.3.1. Educación	6
1.1.3.3.2. Salud	6
1.1.3.3.3. Agua potable	6
1.1.3.3.4. Drenajes.....	7

	1.1.3.3.5.	Energía eléctrica.....	7
	1.1.3.3.6.	Mercado.....	7
	1.1.3.3.7.	Cementerio	7
1.1.4.		Aspectos socioeconómicos	8
	1.1.4.1.	Orígenes	8
	1.1.4.2.	Actividad económica	8
	1.1.4.3.	Lengua, etnia, religión y costumbres	9
	1.1.4.4.	Alfabetismo	9
	1.1.4.5.	Organización comunitaria.....	9
	1.1.4.6.	Otras actividades.....	10
1.2.		Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura	10
	1.2.1.	Descripción de las necesidades	10
	1.2.2.	Priorización de las necesidades	11
2.		DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL SECTOR VALLE DE SAN JOSÉ, BARRIO SAN JOSÉ, SALAMÁ, BAJA VERAPAZ.....	13
2.1.		Descripción del proyecto.....	13
	2.1.1.	Investigación preliminar.....	14
	2.1.1.1.	Capacidad	14
	2.1.1.2.	Terreno disponible.....	16
	2.1.1.3.	Estudio de suelos	16
	2.1.1.4.	Diseño arquitectónico.....	18
	2.1.1.5.	Ubicación del edificio en el terreno	19
	2.1.1.6.	Distribución de ambientes	19
	2.1.1.7.	Altura de edificio.....	19
	2.1.1.8.	Selección del sistema estructural a usar.....	22

2.1.2.	Análisis estructural	22
2.1.2.1.	Predimensionamiento estructural.....	23
2.1.2.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles unidos con nudos rígidos	25
2.1.2.3.	Cargas verticales y horizontales aplicadas a los marcos dúctiles.....	26
2.1.2.3.1.	Cargas verticales en marcos dúctiles	27
2.1.2.3.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles	33
2.1.2.3.2.1.	Corte basal	33
2.1.2.3.2.2.	Fuerza por nivel	35
2.1.2.3.2.3.	Fuerza por marco.....	37
2.1.2.3.2.4.	Fuerza del marco por torsión	40
2.1.2.3.3.	Cargas verticales en marcos dúctiles unidos con nudos rígidos.....	44
2.1.2.4.	Análisis estructural de los marcos	
2.1.2.5.	por un método de análisis numero Kani y <i>software</i> ETABS.....	47
2.1.2.5.1.	Análisis estructural de los marcos	67
2.1.2.5.2.	Resultado del análisis estructural.....	67

	2.1.2.5.3.	Envolvente de momentos	71
2.1.3.		Dimensionamiento estructural	76
	2.1.3.1.	Diseño de losas	76
		2.1.3.1.1. Losas nivel 1	77
		2.1.3.1.2. Losas nivel 2	85
	2.1.3.2.	Diseño de vigas	86
	2.1.3.3.	Diseño de columnas	93
	2.1.3.4.	Diseño de zapatas	106
	2.1.3.5.	Dimensionamiento del cimiento corrido	116
	2.1.3.6.	Diseño de la escalera	119
	2.1.3.7.	Planos constructivos	127
2.1.4.		Presupuesto	128
	2.1.4.1.	Materiales	128
	2.1.4.2.	Mano de obra	128
	2.1.4.3.	Costo total del proyecto	128
	2.1.4.4.	Evaluación de impacto ambiental	129
3.		DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR VALLE DEL SOL, BARRIO HACIENDA LA VIRGEN, SALAMÁ, BAJA VERAPAZ	133
	3.1.	Descripción del proyecto	133
	3.2.	Aspectos preliminares	134
	3.3.	Levantamiento topográfico	134
		3.3.1. Levantamiento planimétrico	134
		3.3.2. Levantamiento altimétrico	135
	3.4.	Diseño del sistema	135
		3.4.1. Descripción del sistema que se utilizará	136

3.4.2.	Diseño hidráulico	136
3.4.2.1.	Período del diseño.....	137
3.4.2.2.	Población de diseño	137
3.4.2.2.1.	Método de incremento geométrico.....	138
3.4.2.3.	Dotación.....	139
3.4.2.4.	Factor de retorno al sistema.....	139
3.4.2.5.	Factor de flujo instantáneo	139
3.4.2.6.	Caudal sanitario.....	140
3.4.2.6.1.	Caudal domiciliar máximo	140
3.4.2.6.2.	Caudal de Infiltración .	141
3.4.2.6.3.	Caudal comercial e industrial.....	141
3.4.2.6.4.	Caudal conexiones ilícitas	141
3.4.2.7.	Factor de caudal medio	143
3.4.2.8.	Caudal de diseño.....	144
3.4.2.9.	Diseño de secciones y pendientes	145
3.4.2.10.	Velocidades máximas y mínimas	145
3.4.2.11.	Cotas invert.....	146
3.4.2.12.	Diámetro de tuberías	147
3.4.2.13.	Profundidad de tuberías	147
3.4.2.14.	Pozos de visita.....	148
3.4.2.15.	Conexiones domiciliarias.....	148
3.4.3.	Diseño de la red de drenaje sanitario	149
3.4.3.1.	Parámetros de diseño.....	149
3.4.3.2.	Línea de conducción.....	150
3.4.3.2.1.	Ejemplo de cálculo.....	150

	3.4.3.2.2.	Tabulación de cálculo para el diseño	156
	3.4.3.3.	Desfogue	156
3.4.4.		Integración del presupuesto del drenaje sanitario..	157
	3.4.4.1.	Presupuesto de materiales y mano de obra	157
	3.4.4.2.	Cronograma de actividades de ejecución	159
3.4.5.		Elaboración de planos y especificaciones.....	160
3.4.6.		Evaluación de impacto ambiental	161
3.4.7.		Evaluación socioeconómica	162
	3.4.7.1.	Valor Presente Neto (VPN)	162
	3.4.7.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	166
CONCLUSIONES.....			173
RECOMENDACIONES			175
BIBLIOGRAFÍA.....			177
APÉNDICES			179
ANEXOS.....			223

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización geográfica	12
2.	Planta de conjunto, edificio escolar	20
3.	Planta primer nivel	21
4.	Planta segundo nivel.....	21
5.	Planta típica de columnas y vigas, niveles 1 y 2	25
6.	Elevación marco rígido típico en sentido X.....	26
7.	Elevación marco rígido típico en sentido Y.....	26
8.	Cargas distribuidas marco rígido típico en sentido X, niveles 1 y 2	30
9.	Cargas distribuidas marco rígido típico en sentido Y, niveles 1 y 2	30
10.	Centro de masa y centro de rigidez	39
11.	Planta típica, niveles 1 y 2	46
12.	Diagrama de iteraciones, Kani-carga muerta-marco dúctil Y.....	63
13.	Diagrama de iteraciones, Kani-fuerza sísmica-marco dúctil Y	63
14.	Diagrama de momentos, carga muerta-marco dúctil Y-vigas	64
15.	Diagrama de momentos, carga muerta-marco dúctil Y-columnas	64
16.	Diagrama de momentos, carga viva-marco dúctil Y-vigas	65
17.	Diagrama de momentos, carga viva-marco dúctil Y-columnas	65
18.	Diagrama de momentos, fuerza sísmica-marco dúctil Y-vigas	66
19.	Diagrama de momentos, fuerza sísmica-marco dúctil Y-columnas	66
20.	Diagrama de momentos, carga muerta-marco dúctil X.....	68
21.	Diagrama de momentos, carga muerta-marco dúctil X.....	68
22.	Diagrama de momentos, carga viva-marco dúctil X.....	69
23.	Diagrama de momentos, carga viva-marco dúctil X.....	69

24.	Diagrama de momentos, fuerza sísmica-marco dúctil X.....	70
25.	Diagrama de momentos, fuerza sísmica-marco dúctil X.....	70
26.	Diagrama de momentos últimos, marco dúctil Y.....	72
27.	Diagrama de momentos últimos, marco dúctil Y.....	72
28.	Diagrama de cortes últimos, marco dúctil Y-vigas.....	73
29.	Diagrama de cortes últimos, marco dúctil Y-columnas.....	73
30.	Diagrama de momentos últimos, marco dúctil X-vigas.....	74
31.	Diagrama de momentos últimos, marco dúctil X-columnas.....	74
32.	Diagrama de cortes últimos, marco dúctil X-vigas.....	75
33.	Diagrama de cortes últimos, marco dúctil X-columnas.....	75
34.	Planta típica de distribución de losas, nivel 1.....	78
35.	Distribución de momentos actuantes en losas típicas nivel 1.....	80
36.	Distribución de momentos balanceados en losas típicas nivel 1.....	81
37.	Diagrama de momentos últimos en viga eje 3, nivel 1.....	87
38.	Diagrama de cortes últimos en viga eje 3, nivel 1.....	87
39.	Viga típica V-1, nivel 1, sentido Y.....	92
40.	Detalle de columna típica niveles 1 y 2.....	108
41.	Chequeo por corte simple.....	112
42.	Chequeo por corte punzonante.....	112
43.	Detalle de zapata tipo Z-1.....	115
44.	Detalle de escalera.....	123
45.	Diagrama de flujo.....	167

TABLAS

I.	Valor soporte según tipo de suelo.....	17
II.	Cálculo del centro de rigidez del segundo nivel.....	41
III.	Fuerza por marco por torsión segundo nivel.....	42
IV.	Cálculo del centro de rigidez del primer nivel.....	43

V.	Fuerza por marco por torsión primer nivel.....	43
VI.	Áreas de acero requeridas para las losas típicas, nivel 1	85
VII.	Áreas de acero requeridas para las losas típicas, nivel 2.....	86
VIII.	Áreas de acero, viga V-1 primer nivel Y.....	91
IX.	Áreas de acero, viga V-2 segundo nivel Y	91
X.	Tipos de zapatas (ver planos estructurales).....	114
XI.	Presupuesto e integración de costos, edificio escolar.....	131
XII.	Cronograma de actividades, para la ejecución, edificio escolar	132
XIII.	Diseño del sistema de drenaje sanitario.....	168
XIV.	Presupuesto e integración de costos, unitarios y drenaje sanitario ..	170
XV.	Cronograma de actividades, para la ejecución y drenaje sanitario...	171

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A_{smax}	Área de acero máximo permitido
A_{smin}	Área de acero mínimo permitido
A_s	Área de acero de refuerzo
A_p	Área de punzonamiento
A_v	Área de varilla
A_z	Área de zapata
A_g	Área gruesa, área total de la sección
CM	Carga muerta
CMU	Carga muerta última
Wcm	Carga muerta distribuida
CU	Carga última
PU	Carga última a la columna

P	Carga aplicada a la columna
P'	Carga de trabajo que actúa en la columna
P_{cr}	Carga crítica de pandeo de Euler
P'_u	Carga de resistencia de la columna
P'_{ux}	Carga de la resistencia de la columna a una excentricidad e_x .
P'_{uy}	Carga de la resistencia de la columna a una excentricidad e_y .
P'_o	Carga axial de resistencia de la columna
Q	Caudal
Q_{com}	Caudal comercial
Q_{dom}	Caudal domiciliario
Q_{dom actual}	Caudal domiciliario actual
Q_{dom futuro}	Caudal domiciliario futura
Q_{ilic}	Caudal de conexiones ilícitas
Q_{ind}	Caudal industrial

Q_{inf}	Caudal de infiltración
Q_{med}	Caudal medio
Q_{dis}	Caudal de diseño
Q_{dis actual}	Caudal de diseño actual
Q_{dis futuro}	Caudal de diseño futuro
W_{cv}	Carga viva distribuida
CV	Carga Viva
CVU	Carga Viva Ultima
cm	Centímetro
CG	Centro de Gravedad
Cm	Centro de masa
CR	Centro de Rigidez
Lc	Claro corto, (de los claros cortos de todas las losas se toma el mayor).
C	Coeficiente de fricción en la tubería

C	Coeficiente
V_{max}	Corte máximo actuante
A'	Dimensión del claro corto de la losa vista en planta.
DI	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado.
DH	Distancia horizontal
E	Esbeltez de la columna
e	Excentricidad
ex	Excentricidad en el sentido X
ey	Excentricidad en el sentido Y
EST	Estación
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
S_{min}	Espaciamiento mínimo del acero de refuerzo por cortante.
Si	Espaciamiento del acero de refuerzo en la longitud confinada.

t	Espesor de losa
f_{qm}	Factor de caudal medio
F_{cu}	Factor de carga última
F_{ni}	Fuerza por nivel, en el nivel i
V_a	Fuerza cortante actuante, en el elemento
V_c	Fuerza cortante actuando en columnas
V_v	Fuerza cortante actuante en vigas
hab	Habitantes
I o I_g	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en cuenta el acero de refuerzo.
kg	Kilogramo
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
kg/m²	Kilogramo por metro cuadrado
kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
l/s	Litros por segundo

l/hab/día	Litros por habitante por día
Ln	Longitud no soportada del estribo
Lo	Longitud de confinamiento de estribos
Lu	Longitud libre de pandeo de la columna
L	Longitud del elemento
Psi	Libras por pulgada cuadrada
m	Metro
Em	Módulo de elasticidad del material
Es	Módulo de elasticidad del acero
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
Sx	Módulo de sección en el sentido X
Sy	Módulo de sección en el sentido Y
Mx	Momento último actuando en el sentido X
My	Momento último actuando en el sentido Y
Md	Momento de diseño (magnificado)

Mdx	Momento de diseño (magnificado) que actúa en el sentido X.
Mdy	Momento de diseño (magnificado) que actúa en el sentido Y.
M'x	Momento de trabajo que actúa en el sentido X
M'y	Momento de trabajo que actúa en el sentido Y
H	Peralte total del elemento en sección
Hf	Pérdida por fricción en la tubería
P_{col}	Peso de la columna
P_{suelo}	Peso del suelo sobre la zapata
P_{cim}	Peso del cimiento
W	Peso distribuido
Wi	Peso distribuido por nivel
Pvigas	Peso de vigas
Wc	Peso volumétrico del concreto
Ws	Peso volumétrico del suelo

PV	Pozo de visitas
q	Presión sobre el suelo
qu	Presión última sobre el suelo
q_{max}	Presión máxima sobre el suelo
q_{min}	Presión mínima sobre el suelo
q_{promedio}	Presión última promedio sobre el suelo
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
Fy	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
q/Q	Relación de caudales
v/V	Relación de velocidades
R	Rigidez de un elemento
Ri	Rigidez total del marco rígido i
Vr	Resistencia al esfuerzo cortante proporcionado por el concreto
r	Tasa de crecimiento poblacional

t	Tonelada
Vs	Valor soporte del suelo
V	Velocidad

GLOSARIO

ACI	Siglas de American Concrete Institute
Acero de refuerzo	Aleación de hierro más carbono en forma de barras corrugadas en algunos casos lisas que asociadas con el concreto pueden absorber cualquier clase de refuerzo.
Alcantarillado	Sistema que utiliza para conducir aguas residuales o pluviales.
Altimetría	Procedimientos utilizados para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos distintos de un terreno o construcción.
Área tributaria	Área de carga que afecta a un elemento estructural.
Axial	Relativo al eje, que forma un eje.
Biaxial	Que posee dos ejes.
Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de una vivienda y que conduce al sistema de drenaje.

Caudal	Cantidad de flujo que pasa por determinado elemento en una unidad de tiempo.
Centroidal	Es la intersección de todos los planos que dividen a un objeto en dos partes de igual volumen con respecto al plano.
Coeficiente de escorrentía	Número que relaciona la cantidad de agua pluvial que va a la alcantarilla o sistema de drenaje.
Colector	Conjunto de tuberías, canales pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de las aguas negras o aguas de lluvia (pluviales).
Colindancia	Contiguo, el más próximo.
Columna	Elemento estructural sometida a carga axial y momentos flexionantes.
Compactación	Conjunto de operaciones necesarias para lograr una reducción de volumen con el objeto de aumentar su capacidad de carga en el suelo.
Concéntrico	Figuras geométricas que tiene el mismo centro.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente de esta, donde se encuentra la candela.

Corte basal	En cálculo estructural, es la fuerza total lateral que se aplica a una edificación, para simular sobre un modelo matemático, los efectos del sismo en la estructura.
Cota	Altura de un punto sobre el nivel del mar u otro plano de nivel.
Cota invert	Parte más baja de un colector, en donde una o varias tuberías y sólo una de ellas, es de seguimiento.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
Demografía	Es la ciencia que tiene como objetivo el estudio de las poblaciones humanas y que trata de su dimensión, estructura, evolución y características generales, considerados desde un punto de vista cuantitativo.
Desfogue	Lugar de disposición de las aguas residuales o pluviales.
Estribo	Refuerzo transversal que absorbe los esfuerzos de corte en un elemento estructural.
Factor de caudal medio	Relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.

Factor de Harmond	Factor de seguridad para las horas pico, está en relación con la población.
Factor de retorno	Porcentaje de agua potable que después de utilizada va al sistema de drenaje.
Factor de rugosidad	Factor que expresa que tan lisa es una superficie.
Fórmula de Manning	Fórmula utilizada para determinar la velocidad de un flujo a cielo abierto, relaciona la rugosidad de la superficie, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
Fundición	Serie de operaciones necesarias para depositar el concreto recién elaborado en formaletas o excavaciones preparadas con anticipación.
Infiltración	Es la penetración del agua en el suelo.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Intensidad de lluvia	Relación entre la precipitación pluvial y su duración.
Iteración	Es repetir una serie de funciones hasta obtener un dato certero.
Losa	Entrepiso o terraza.

Mampostería	Sistema tradicional que consiste en la construcción de muros, mediante la colocación manual de elementos como ladrillos, bloques de cemento prefabricado, piedras, etcétera.
Período de diseño	Período de tiempo durante el cual el sistema prestará un servicio eficiente.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, unión de tubería y para iniciar un tramo de drenaje.
Rigidez	Es la capacidad de un objeto sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.
SEAOC	Structural Engineers Association of California (Asociación de Ingenieros Estructurales de California).
Sedimentación	Es el proceso por el cual el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo del río, embalse, canal artificial o dispositivo construido especialmente para tal fin.
Simetría	De iguales características o rasgos geométricos.

TIR	La Tasa Interna de Retorno es la tasa de descuento que hace que el Valor Presente Neto sea cero, es decir, que es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.
Tirante	Altura de las aguas negras o pluviales dentro de una alcantarilla.
VPN	El Valor Presente Neto de una inversión se puede determinar cuando todos los ingresos y egresos a lo largo de un período analizado se trasladan a la actualidad o a un punto en común.
Viga	Elemento estructural lineal que trabaja principalmente a flexión.
Voladizo	Elemento apoyado en sólo uno de sus extremos mediante un empotramiento.
Zapata	Elemento estructural que soporta todo el peso del edificio, está por debajo del nivel de piso terminado sometida tanto a cortante como a flexión.

RESUMEN

Salamá, municipio y cabecera del departamento de Baja Verapaz, fue fundado en 1562; se encuentra a una altura de 940 metros sobre el nivel del mar. Por la altura en que se encuentra, su clima es variado: en el norte es frío; en el centro, templado y al sur es cálido.

Es una población que carece de muchos servicios básicos, por lo que este trabajo de graduación presenta las soluciones a las necesidades más importantes y las desarrolla de la forma siguiente:

En el capítulo uno, se presenta la monografía del municipio de Salamá, del departamento de Baja Verapaz; también una investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos y de infraestructura del municipio. La priorización de las necesidades se realizó por medio de una encuesta y entrevistas a los pobladores.

En el capítulo dos, se desarrolla el diseño del edificio escolar de dos niveles del sector Valle de San José, barrio San José.

En el capítulo tres, se expone el diseño del sistema de drenaje sanitario del sector Valle del Sol, barrio Hacienda la Virgen, mediante la aplicación de normas y herramientas de cálculo apropiadas.

El resultado final consiste en un juego de planos para cada diseño, los cuales se muestran en el apéndice y los presupuestos correspondientes.

OBJETIVOS

General

Contribuir con el desarrollo del municipio de Salamá, Baja Verapaz, a través del diseño de dos proyectos de infraestructura.

Específicos

1. Diseñar el edificio escolar de dos niveles del sector Valle de San José, barrio San José y el drenaje sanitario, en el sector Valle del Sol, barrio Hacienda la Virgen.
2. Desarrollar una investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicio e infraestructura del lugar y los efectos en el ambiente ocasionados por la falta de drenaje sanitario.
3. Dar a conocer al comité de padres de familia del edificio escolar, el uso y mantenimiento adecuado del edificio y al personal de campo de la Municipalidad sobre la operación y mantenimiento del drenaje sanitario.

INTRODUCCIÓN

El sector Valle de San José, barrio San José, del municipio de Salamá Baja Verapaz; es una comunidad que carece de un edificio escolar que permita la buena educación de la población estudiantil. Debido al crecimiento poblacional estudiantil, los edificios escolares cercanos no se dan abasto para atender a todos los estudiantes de la comunidad. Asimismo, el sector Valle del Sol, barrio Hacienda La Virgen, del municipio de Salamá, Baja Verapaz, carece de un sistema de drenaje sanitario, que permita la recolección de sus aguas residuales en forma adecuada. Debido a las condiciones de insalubridad en que se encuentra la comunidad es necesario implementar una red de drenaje sanitario que mejore las condiciones de salud y el nivel de vida de los pobladores.

El presente trabajo de graduación contiene el diseño de la edificación escolar del sector Valle de San José, barrio San José y del sistema de drenaje sanitario del sector Valle del Sol, barrio Hacienda La Virgen, haciendo uso de los conocimientos correspondientes de la rama de la ingeniería civil.

Cuenta con tres capítulos. En el primero se presenta una breve monografía del municipio de Salamá. El segundo contiene el diseño del edificio escolar de dos niveles del sector Valle de San José, barrio San José. El tercero, el diseño del sistema de drenaje sanitario del sector Valle del Sol, barrio Hacienda la Virgen, del municipio de Salamá. Al final se presentan las conclusiones, recomendaciones y planos.

1. INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Salamá, departamento de Baja Verapaz

A continuación se detalla toda la información de la investigación recolectada, relacionada con el municipio de Salamá, departamento de Baja Verapaz.

1.1.1. Aspectos históricos de la comunidad

La ciudad de Salamá, como cabecera del departamento de Baja Verapaz, fue fundada en el valle que actualmente ocupa en 1562. Se le confirió la categoría de Villa, por Decreto de la Asamblea Nacional Constituyente, de fecha 12 de noviembre de 1825. Fue elevada al rango de municipio, por Decreto del 4 de marzo de 1834. Fue ascendida a la categoría de ciudad, por Decreto Legislativo de fecha 17 de enero de 1883.

El vocablo Salamá se escribió antes así: *Tz'alamHá*, procuraba cantar los sonidos meramente nativos. Esta dicción está compuesta de la raíz *Tz'alam* que en lenguaje nativo quiere decir tabla y la terminación *Há*, que se pronuncia *Já*, dándole una suave sonoridad a la jota, la cual quiere decir agua. Por consiguiente, *Tz'alamHá* etimológicamente implica, según el idioma que le dio vida, tabla sobre el agua.

La feria titular de Salamá, se celebra todos los años del 17 al 21 de septiembre, en honor al apóstol San Mateo; feria que se ha denominado Feria departamental. La feria mantiene fama a nivel nacional por sus transacciones ganaderas, exposiciones artesanales de orquídeas y sus diferentes eventos sociales, culturales y deportivos.

1.1.2. Aspectos físicos

Los aspectos físicos de un lugar contempla varios parámetros como: su ubicación, localización, población, clima, etcétera.

1.1.2.1. Ubicación y localización

Salamá es la cabecera del departamento de Baja Verapaz, y es municipalidad de primera categoría; tiene un área aproximada de 776 km. Su nombre oficial es Salamá. Colinda al norte con Purulhá (B.V.) y La Tinta (A.V.); al este, con Panzos (A.V.), San Agustín Acasaguastlán (Progreso) y San Jerónimo (B.V.); al sur, con San Jerónimo (B.V.), Sanarate (Progreso), El Chol (B.V.), Chuarrancho (Guatemala) y Morazán (Progreso); al oeste, con Santa Cruz el Chol y San Miguel Chicaj (B.V.).

Salamá está situada a 15 grados, 06 minutos y 12 segundos, latitud norte y 90 grados, 16 minutos y 00 segundos, latitud oeste. Se encuentra a una altura de 940 metros sobre el nivel del mar.

1.1.2.2. Población

El municipio de Salamá cuenta, con una población de 47 274 habitantes, de los cuales 23 149 son hombres (48,97%) y 24 125 mujeres (51,03%). 18 080 (38,25%) pertenece al área urbana y 29 194 (61,75%) pertenece al área rural; 60,9 hab/km².

1.1.2.3. Clima

El clima de la ciudad de Salamá varía conforme a los meses del año pero en general, es una región muy húmeda. Durante los últimos y primeros meses del año (noviembre, diciembre, enero y febrero) se siente un clima fresco y húmedo que puede pasar de templado a frío, con temperaturas que rara vez bajan de los 5 °C.

En los meses de marzo, abril y mayo la humedad baja un poco y las temperaturas más altas se dejan sentir pero es muy raro cuando estas temperaturas sobrepasan los 30 °C, y más siendo esta una región muy húmeda. De junio a octubre se dan los niveles más altos de pluviosidad o lluvia siendo en esta región verdaderamente altas.

Según registros meteorológicos, estación San Jerónimo, la precipitación anual promedio es de 1 161 mm; el promedio de días de lluvia es de 122, la temperatura media es de 21,3 °C, la máxima de 36,12 °C y la mínima de 5,6 °C. La humedad relativa media es de 75,6% y la máxima es de 100%. Los vientos predominantes son del este y su velocidad media de 4,8 kilómetros por hora con máximos hasta de 29,5 kilómetros por hora. El número de horas de sol al año es de 2 333,30, el clima es considerado semicálido.

1.1.2.4. Hidrología

Por su configuración geográfica que es bastante variada, el departamento de Baja Verapaz está bañado por muchos ríos, entre los principales sobresalen: Panimá, Concepción, Chilascó, San Isidro, Quililá, Cachil, San Miguel, Salamá (en dirección Noroeste pasando por la cabecera departamental), Calá, Negro, Yerbabuena, Chibalam, Chilaní, Paguezá, Poconi, Chicruz, Xolacoy, Las Vegas, Sajcap, Chirrumán, Xeúl, Agua Caliente, Chiac, Saltán y Grande o Motagua.

1.1.2.5. Geología

Este término se refiere al estudio y la investigación de los orígenes de los suelos de Guatemala, para poder determinar el período o era en que se inició su formación, la composición de cada uno de los mismos y cómo se encuentran distribuidos en el Salamá Baja Verapaz.

Tipos de suelo que sobresalen en el departamento de Salamá Baja Verapaz: cretácico, jurásico-cretácico, pérmico, cuaternario, terciario, rocas plutónicas sin dividir, rocas ultrabásicas de edad desconocida y paleozoico.

1.1.3. Aspectos de infraestructura

Los aspectos de infraestructura abarcan las vías de acceso, tipología de vivienda y servicios básicos de un determinado lugar.

1.1.3.1. Vías de acceso

Salamá se ubica a una distancia de 150 kilómetros de la ciudad capital por la ruta CA-9 Norte y CA-14 a las Verapaces, que se encuentra totalmente asfaltada y en buenas condiciones; también por la ruta No. 5, que antes pasa por los municipios de Granados, El Chol, Rabinal y San Miguel Chicaj; actualmente se encuentra en construcción la carretera Salamá-Guatemala vía la Canoa, que en su mayor parte se encuentra asfaltada, con una distancia aproximada de 90 kilómetros.

1.1.3.2. Tipología de vivienda

El municipio de Salamá, cuenta con un tipo de vivienda mixta: paredes de block con techo de concreto y piso de granito o cerámico; paredes de adobe con techo de madera más lámina y piso de cemento o tierra; paredes de madera con techo de madera más lámina y piso de tierra.

1.1.3.3. Servicios básicos

Salamá cuenta con variedad de servicios, entre ellos están:

- Iglesias católicas y evangélicas
- Oficina de correo
- Agua potable
- Energía eléctrica
- Hospital nacional y privados
- IGSS
- Escuelas y colegios de educación primaria y media
- Estadio de fútbol

- Un complejo deportivo
- Servicio de buses extraurbanos y urbanos
- Servicio de taxi
- Radiodifusoras
- Agencias bancarias
- Telgua y telefonía celular de diferentes compañías
- Universidades
- Cementerio municipal

1.1.3.3.1. Educación

La educación en el municipio de Salamá está creciendo; cuenta con escuelas urbanas y rurales, colegios privados y extensiones de las universidades como la Universidad de San Carlos de Guatemala, Universidad Mariano Gálvez, Universidad Rafael Landívar y otros tipos de enseñanza, tales como academias de mecanografía, Internet, manualidades, etcétera.

1.1.3.3.2. Salud

El municipio de Salamá cuenta con un hospital nacional y hospitales privados, clínicas particulares y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).

1.1.3.3.3. Agua potable

A pesar que el municipio de Salamá cuenta con montañas y ríos de buen caudal, varias comunidades no tienen agua potable y, en el caso de que haya agua potable en una comunidad, esta no es tratada y debido a ello, las personas que la usan se enferman.

1.1.3.3.4. Drenajes

En este ramo, la mayoría de comunidades del municipio de Salamá, no cuentan con un sistema de drenajes, principalmente de aguas servidas. Es necesario que las autoridades municipales tomen conciencia de las necesidades de tener sistema de drenajes en todas las comunidades.

1.1.3.3.5. Energía eléctrica

El sistema de energía eléctrica, en el municipio de Salamá, está bien desarrollado; pero aún hace falta que este servicio llegue a varias comunidades.

1.1.3.3.6. Mercado

Actualmente, el municipio de Salamá, cuenta con un moderno mercado municipal; pero por varias razones aún no está en funcionamiento. El que está en funcionamiento, se encuentra en un lugar no adecuado, debido al crecimiento de la población y la proliferación de vehículos, no permite una circulación viable en horas pico y, especialmente, cuando es día de mercado.

1.1.3.3.7. Cementerio

Se cuenta con un cementerio municipal, el cual también ya está llegando al final de su vida útil. Es necesario hacer estudios para que en un futuro, se pueda extender este cementerio o reubicarlo en otro sector.

1.1.4. Aspectos socioeconómicos

La población en general no cuenta con un fondo socioeconómico saludable y estable, debido a varios factores, entre ellos: la escasez de educación, la falta de fuentes de trabajo y al poco desarrollo en general.

1.1.4.1. Orígenes

El origen de la situación social y económica del municipio se remonta hacia años atrás, desde la época colonial. En sus inicios, era una población netamente indígena, lo cual ha ido cambiando con el tiempo; pero aún predomina la población indígena, con un 60% y un 40% de población mestiza o ladina. Otro aspecto que debe considerarse, es que la población, con relación al género, tiene un porcentaje mayor de mujeres (51,03%) comparado con (48,97%). También el analfabetismo prevalece en muchas comunidades, lo cual influye en el desarrollo de la comunidad.

1.1.4.2. Actividad económica

La agricultura del valle representa una de las fuentes de trabajo más importantes en la economía local. Datos reportados en el estudio de factibilidad del Centro de Comercialización Agropecuaria (CICA), indican que el sector productivo genera aproximadamente 32 000 puestos de trabajo.

1.1.4.3. Lengua, etnia, religión y costumbres

Además de disfrutar de un lugar de contrastante vegetación, en Baja Verapaz se halla una gran riqueza cultural, en la cual conviven tres comunidades étnicas: achi', pocomchi' y ladinos. Aún hoy, sobreviven algunos rasgos propios de la tradición indígena. Una de estas expresiones es el *Rabinal Achi'*. El municipio de Salamá, cuenta actualmente con una población de 47 274 habitantes, de los cuales 23 149 son hombres (48,97%) y 24 125 mujeres (51,03%). El 38,25% pertenece al área urbana y el 61,75% pertenece al área rural.

1.1.4.4. Alfabetismo

En el municipio de Salamá, a pesar de que cuenta con escuelas públicas, colegios y universidades, aún persiste el analfabetismo en muchos lugares. Es por ese motivo que se presenta este estudio, para minimizar, en alguna medida, la necesidad de educación.

1.1.4.5. Organización comunitaria

El municipio de Salamá, está compuesto de varias comunidades, como aldeas y caseríos y en cada uno de estos lugares las personas se organizan a través del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), son ellos los que velan por las necesidades de las personas, investigan, promueven y hacen estudios para realizar sus proyectos.

1.1.4.6. Otras actividades

El municipio en su mayoría se dedica a la agricultura, especialmente al cultivo del maíz, con áreas sembradas de 9 000 manzanas aproximadamente; el tomate, con un aproximado de 1 000 manzanas, lo cual hace un aproximado de 180 000 toneladas de productos agrícolas al año.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura

La investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos se ha realizado con la colaboración de la OMP, Oficina Municipal de Planificación, especialmente del Ingeniero de planta, y de la licenciada en Trabajo social; además, se obtuvo la participación de los COCODES, en particular los de los barrios de San José y Valle del Sol.

1.2.1. Descripción de las necesidades

El municipio de Salamá, específicamente la cabecera municipal, necesita varios proyectos:

- Mejorar el sistema de drenajes de los barrios que componen la cabecera municipal.
- Construcción de tramos carreteros para mejorar la red de comunicación vial.
- Mantenimiento de calles y caminos municipales.

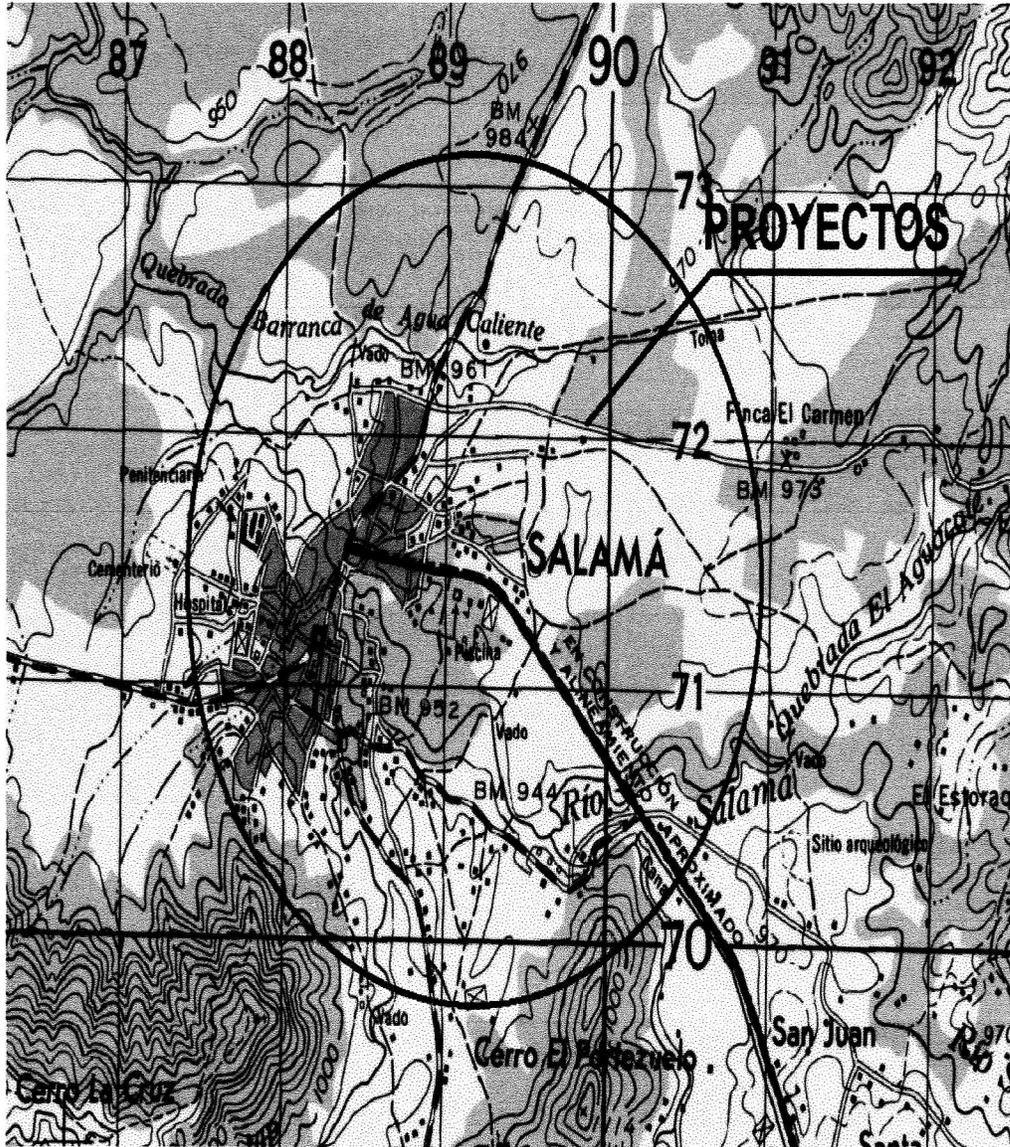
- Puentes de mejor construcción, para facilitar el paso peatonal y vehicular.
- Mejorar el sistema de agua potable en los barrios.
- Rediseñar la red general de drenajes y agua potable del centro de la cabecera municipal.
- Construcción de edificios escolares, para dar una mejor educación, a la población estudiantil.

1.2.2. Priorización de las necesidades

Para la priorización de las necesidades se tomaron en cuenta, tanto las observaciones y criterios del alcalde, como de la corporación municipal del municipio de Salamá, Baja Verapaz.

La principal limitante para construir proyectos es el poco presupuesto con el que cuenta la municipalidad, por lo que los proyectos de gran envergadura quedaron descartados.

Figura 1. Localización geográfica



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

2. DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL SECTOR VALLE DE SAN JOSÉ, BARRIO SAN JOSÉ, SALAMÁ, BAJA VERAPAZ

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un edificio escolar en área urbana, de dos niveles, con la siguiente distribución de ambientes:

La planta de primer nivel, tiene cuatro aulas para enseñanza-aprendizaje (30 alumnos c/u), módulo de baños para hombres – mujeres, módulo de gradas y pasillo de circulación.

La planta del segundo nivel, tiene cuatro aulas para enseñanza-aprendizaje (30 alumnos c/u), salón de profesores, ambiente para dirección-secretaría y pasillo de circulación.

La estructura es a base de marcos dúctiles y losas de concreto armado, muros de block de pómez con sus respectivos ventanales de aluminio, piso de concreto alisado y puertas de metal.

Los estudiantes de nivel primario son los que van a dar uso al edificio escolar y pertenece al sector oficial.

2.1.1. Investigación preliminar

Se hizo una visita al lugar donde se ubicará el edificio escolar, comprobando que no existe ningún edificio para la enseñanza-aprendizaje y este barrio cuenta con un terreno de buenas dimensiones para su ejecución.

2.1.1.1. Capacidad

Los espacios educativos son la totalidad de espacios destinados al ejercicio de la educación; por esa razón, las características de los espacios educativos varían, de acuerdo con las exigencias académicas de las diferentes asignaturas.

En el Reglamento de Construcción de Edificios Escolares, se describen como espacios educativos característicos para diferentes tipos de aulas; la que se utilizará en el proyecto será la llamada aula teórica, ya que es la que cumple con los requisitos del lugar.

Aula teórica

La función del aula teórica es proporcionar a los maestros y alumnos un espacio para desarrollar en forma cómoda, las actividades del proceso enseñanza-aprendizaje, ya sea de la manera tradicional expositiva o modificando la ubicación del mobiliario para desarrollar otras técnicas didácticas.

Las recomendaciones para el diseño de un aula teórica, para los niveles primario, básico y diversificado son similares, dichas recomendaciones son las siguientes:

- La capacidad óptima en un aula es de 30 alumnos, pero se permite un máximo de 40.
- El área óptima por alumno es de $1,50 \text{ m}^2$, pero si el espacio no lo permite se acepta un mínimo de $1,30 \text{ m}^2$.
- Para la superficie total del aula debe considerarse el caso crítico, es decir, cuando se da la capacidad máxima de 40 alumnos, pero podrá ser diseñada, de acuerdo con los requerimientos existentes.
- La forma del aula será cuadrada o rectangular y se recomienda que el lado mayor no exceda 1,5 veces el lado menor.
- La altura mínima debe ser 2,80 m.
- La distancia máxima del educando sentado en la última fila al pizarrón debe ser de 8,00 m.
- El ángulo de visión horizontal respecto al pizarrón de un educando sentado en cualquier punto del aula no debe ser menor de 30 grados.
- La iluminación natural debe ser esencialmente bilateral norte-sur, considerando que la del norte debe coincidir con el lado izquierdo del educando viendo hacia el pizarrón.

2.1.1.2. Terreno disponible

Para la construcción del centro educativo, se dispone de un terreno en el sector Valle de San José, barrio San José, municipio de Salamá departamento de Salamá. El terreno es rectangular, con las medidas: de frente 40,00 m y fondo de 80,00 m, lo que da un área de 3 200,00 m².

2.1.1.3. Estudio de suelos

La exploración del suelo para obtener información, se hizo por medio de la perforación de un pozo de 1,50 m de profundidad, el cual permitió ver el suelo en su estado natural. La capacidad soporte de un suelo es la capacidad para aguantar una carga sin que produzca fallas dentro de su masa.

El suelo firme (talpetate) se localiza a 0,80 m de profundidad y de acuerdo con la inspección visual del suelo y de acuerdo al color, textura y consistencia, se determinó que es de tipo arcilloso (solidez mediana). También hay de referencia otros proyectos que la Municipalidad de Salamá ha desarrollado, cerca del lugar donde estará el edificio escolar y los estudios de suelos han revelado que se ha usado un valor soporte de 22 t/m², según la tabla I.

Tabla I. **Valor soporte según tipo de suelo**

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

Fuente: CABRERA SEIS, Jadenon Vinicio. Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1, p. 44.

2.1.1.4. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico se refiere a darle la forma adecuada y distribuir, en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Lo anterior se hace con el fin de lograr un lugar cómodo y funcional para su uso, tanto en iluminación, como en ventilación y distribución. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios arquitectónicos del Reglamento de Construcción de Edificios Educativos.

Los edificios se deben diseñar, de acuerdo con las necesidades que se tengan; además, estarán limitados por el espacio disponible, los recursos, materiales y las normas de diseño que existan. La tipología arquitectónica que se va a utilizar es la de marcos dúctiles de concreto reforzado, losas planas de concreto reforzado y paredes de mampostería de block pómez.

Para el caso de este edificio, se necesitan 8 aulas de enseñanza aprendizaje, dirección, secretaría, salón de profesores, módulo de baños hombres – mujeres y módulo de gradas.

En el apéndice, se muestran los planos de la distribución de dichos ambientes, así como las respectivas fachadas, lo cual se realizó con base en requisitos del Reglamento de Construcción de Edificios Educativos y requerimientos de los vecinos del lugar.

2.1.1.5. Ubicación del edificio en el terreno

El edificio de aulas se ubica en el extremo Este del terreno, para lograr una mejor ventilación e iluminación, según lo recomienda el Reglamento de Construcción de Edificios Educativos, asimismo, tener espacio disponible (área libre) para una cancha polideportiva y otras áreas de recreación (ver figura 2).

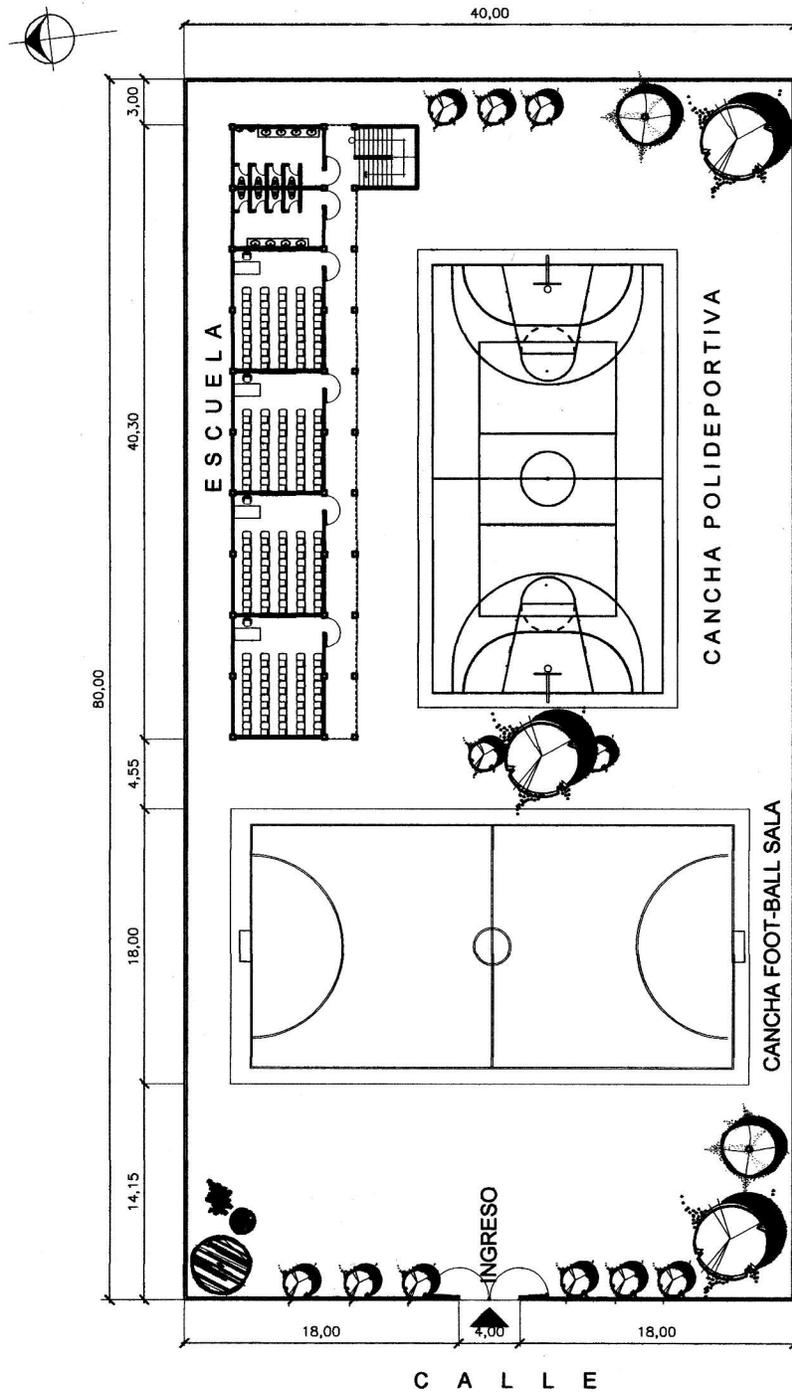
2.1.1.6. Distribución de ambientes

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hace del modo tradicional de edificios educativos (ver figuras 3 y 4), por ser ésta la que más se ajusta a las necesidades existentes y al espacio disponible.

2.1.1.7. Altura del edificio

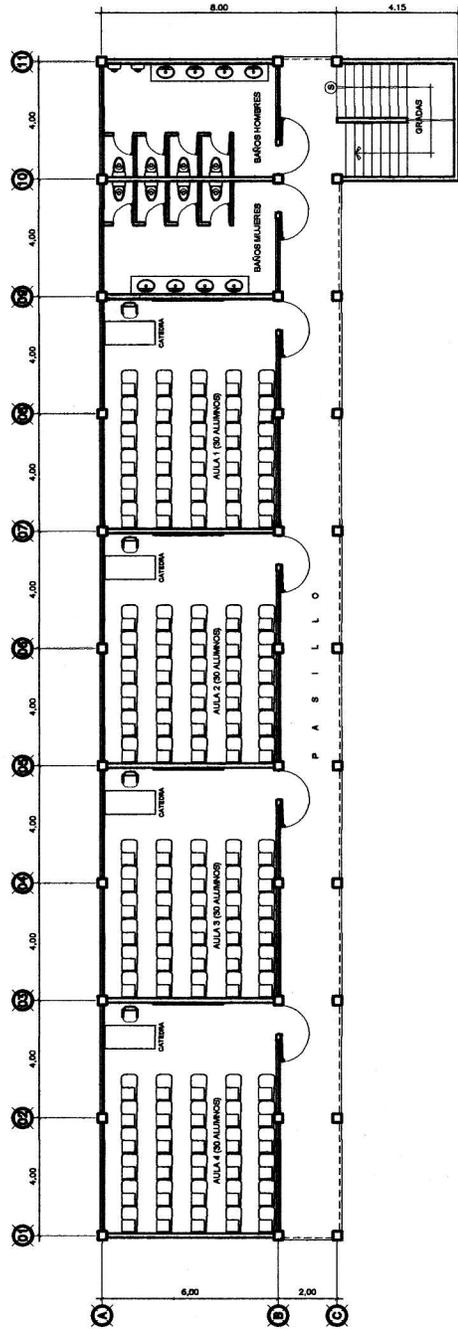
Se prefiere hacer el edificio de dos niveles, para tener espacio disponible; lo cual cumple con la norma de tres niveles máximo. La altura de todos los ambientes es de 3,00 metros, para proporcionar una temperatura adecuada en las aulas (ver planos en apéndice).

Figura 2. Planta de conjunto, edificio escolar



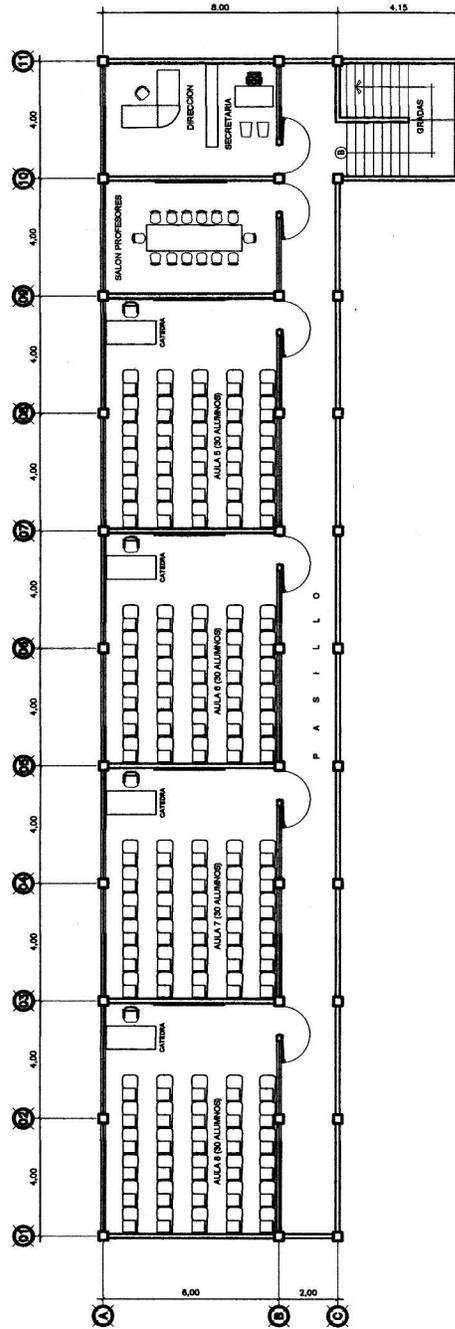
Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Planta típica primer nivel



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Planta típica segundo nivel



Fuente: elaboración propia.

2.1.1.8. Selección del sistema estructural a usar

En la elección del sistema estructural, influyen, en la toma de decisiones, factores de resistencia, economía, estética, los materiales disponibles en el lugar y la técnica para realizar la obra. El resultado debe comprender el tipo estructural, formas y dimensiones, los materiales y el proceso de ejecución.

Se ha elegido un sistema estructural del tipo de marcos dúctiles de concreto reforzado, con losas planas y tabiques de mampostería de block pómez; además, todo el sistema se construirá en obra usando los métodos tradicionales.

2.1.2. Análisis estructural

El estudio de las estructuras considera, principalmente, los efectos producidos por las fuerzas que actúan sobre un determinado sistema estructural y determina las condiciones que deben satisfacer las diferentes partes de este sistema, de manera que pueda soportar dichas fuerzas.

El equilibrio en el que se encuentre el sistema estructural debe ser estable, basado en las partes que componen dicho sistema, las cuales deberán ser llevadas más allá de la resistencia límite cuando sean aplicadas las diferentes fuerzas.

Para el análisis estructural se utilizó el método Kani y los resultados se confrontaron con los obtenidos en el método Etabs.

2.1.2.1. Predimensionamiento estructural

Predimensionar la estructura es darle medidas preliminares a elementos que la componen, es decir, los que serán utilizados para soportar cargas aplicadas. Para ello, se puede recurrir a la experiencia en obras similares o utilizar métodos analíticos cortos. En este caso, se aplican los métodos siguientes:

- Columnas

El método que se utiliza para predimensionar las columnas es el siguiente: se calcula la sección y se basa en la carga aplicada a esta. En este caso, se desea guardar simetría en las dimensiones de las columnas, por esa razón, se toma la columna crítica, es decir, la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás.

Fórmulas:

$$P = 0,8 (0,225 * f'c * Ag + Fy * As)$$

$$1% * Ag < As < 6% * Ag$$

(Según ACI 318-08, sección 21.4.3.1)

$$P = (\text{área tributaria de columna}) * (\text{peso del concreto})$$

$$P = 16 * 2\,400 = 38\,400 \text{ kg/m, entonces}$$

$$38\,400 \text{ kg/m} = 0,80 (0,225 * 210 * Ag + 2\,810 * 0,01 Ag)$$

$$Ag = 637 \text{ cm}^2.$$

Se propone una columna de $25 \times 25 = 625 \text{ cm}^2 < 637 \text{ cm}^2$, entonces se debe usar una columna de $30 \times 30 = 900 \text{ cm}^2 > 637 \text{ cm}^2$ (Ag).

- Vigas

Para predimensionar las vigas, el método utilizado calcula el peralte o altura de la viga, la cual depende de la luz que cubre la viga; la base de la viga queda a criterio del diseñador, aquí se usa el ancho de las columnas. En este caso, sólo se calcula la viga crítica, esto es la de mayor longitud y las otras quedan con igual sección.

$t_{\text{viga}} = \text{luz libre de viga} * 0,08 = 6,00 \text{ m} * 0,08 = 0,48 \text{ m}$, se usa una viga de 0,50 m de peralte.

base de viga $b = 0,30 \text{ m}$

Entonces se utiliza una sección de viga de $0,30 \text{ m} * 0,50 \text{ m}$

- Losas

Aquí se predimensiona el peralte o grosor de la losa. El método usa como variables las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene. En este caso, todas las losas están apoyadas en cuatro lados; se tienen dos medidas de losas, por tanto, se toma la crítica y el peralte resultante las cuales se usan en ambas.

$t_{\text{losa}} = (\text{perímetro de losa})/180$

$t_{\text{losa}} = (4,00 * 2,00 + 6,00 * 2)/180 = 0,111 \text{ m}$

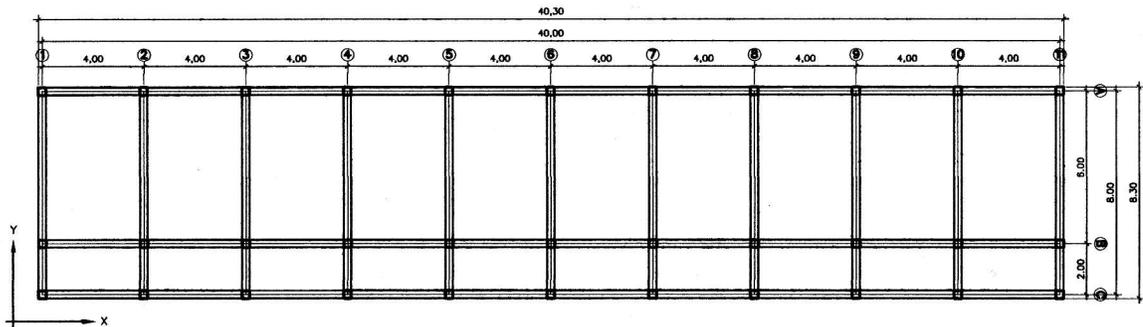
Usar $t_{\text{losa}} = 0,11 \text{ m}$

- Cimientos

Para la cimentación, se usan zapatas aisladas. El método de predimensionamiento se incluye en el diseño de las zapatas.

Con los resultados obtenidos anteriormente, se presenta a continuación la figura 5, que muestra la distribución de las columnas y las vigas con las respectivas medidas del edificio de aulas que se analiza y diseña estructuralmente en el resto del capítulo.

Figura 5. Planta típica de columnas y vigas niveles 1 y 2



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos

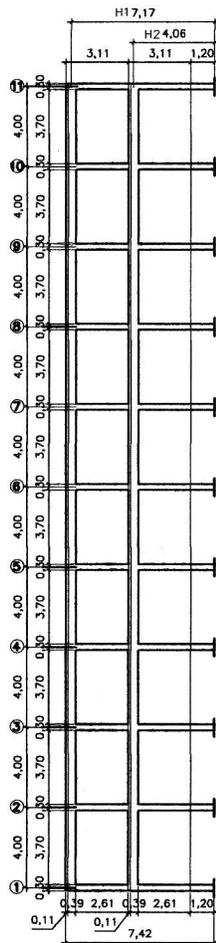
El modelo matemático de un marco rígido es una gráfica que representa tanto la forma, como las cargas que soporta el marco y sirve para hacer el análisis estructural del mismo.

En este caso, por la similitud de los marcos rígidos, en geometría y en las cargas aplicadas, se analizan únicamente los críticos en los sentidos X y Y (ver figuras 6 y 7).

2.1.2.3. Cargas verticales y horizontales aplicadas a los marcos dúctiles

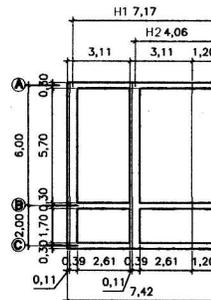
Las estructuras están sometidas a cargas de diferente índole; para clasificarlas existen varios criterios; aquí se hace una distinción de acuerdo con la dirección de su aplicación.

Figura 6. Elevación marco rígido típico en sentido X



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Elevación marco rígido típico en sentido Y



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.3.1. Cargas verticales en marcos dúctiles

También llamadas cargas por gravedad, se divide en carga muerta y carga viva. La carga viva, son cargas ocasionales, tales como el peso de las personas, mobiliario, equipo, maquinaria, etcétera, la carga muerta, es aquella que permanece constante, inamovible y permanente dentro de una estructura, generalmente está constituida por el peso propio de los elementos que integran la estructura.

Los valores, que se usan en este caso para las cargas verticales, son los siguientes:

Carga muerta (CM)	Carga viva (CV)
Peso del concreto = 2 400 kg/m ³	En techo = 100 kg/m ²
Peso de acabados = 90 kg/m ²	En pasillos = 500 kg/m ²
Peso de muros = 150 kg/m ²	En aulas = 300 kg/m ²

(Normas AGIES NR-2:2 000)

Las cargas distribuidas que se muestran en los modelos matemáticos, fueron calculadas tomando en cuenta los valores anteriores y siguiendo el procedimiento que se muestra a continuación:

- Marco típico sentido X (todos los marcos son iguales)

Nivel 2

$$CM = W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{acabados}}$$

$$CM = ((4,00 + 3,00) * 0,11 * 2\,400 / 3,70) + (0,30 * 0,50 * 2\,400) + ((4,00 + 3,00) * 90 / 3,70) = 1\,029,73 \text{ kg/m}$$

$$CV = W_{\text{techos}}$$

$$CV = ((4,00 + 3,00) * 100 / 3,70) = 189,19 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

$$CM = W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{acabados}}$$

$$CM = ((4,00 + 3,00) * 0,11 * 2\,400 / 3,70) + (0,30 * 0,50 * 2\,400) + (2,70 * 150) + (4,00 + 3,00) * 90 / 3,70$$

$$CM = 1\,434,73 \text{ kg/m}$$

$$CV = W_{\text{aula}} + W_{\text{pasillo}}$$

$$CV = ((4,00 * 300 / 3,70) + (3 * 500) / 3,70) = 729,73 \text{ kg/m}$$

- Marco típico sentido Y

Nivel 2 (de ejes A - B)

$$CM = W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{acabados}}$$

$$CM = (16,00 * 0,11 * 2\,400 / 5,70) + (0,30 * 0,50 * 2\,400) + (16,00 * 90 / 5,70) = 1\,353,68 \text{ kg/m}$$

$$CV = W_{\text{techos}}$$

$$CV = (16,00 * 100) / 5,70 = 280,70 \text{ kg/m}$$

Nivel 1 (de ejes A - B)

$$CM = W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{acabados}}$$

$$CM = (16,00 * 0,11 * 2\,400 / 5,70) + (0,30 * 0,50 * 2\,400) + (2,70 * 150) + (16,00 * 90 / 5,70) = 1\,758,68 \text{ kg/m}$$

$$CV = W_{\text{aula}}$$

$$CV = (16,00 * 300 / 5,70) = 842,10 \text{ kg/m}$$

Nivel 2 (de ejes B - C)

$$CM = W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{acabados}}$$

$$CM = (2,00 * 0,11 * 2\ 400 / 1,70) + (0,30 * 0,50 * 2\ 400) \\ + (2,00 * 90 / 1,70) = 776,47 \text{ kg/m}$$

$$CV = W_{\text{techos}}$$

$$CV = (2,00 * 100) / 1,70 = 117,65 \text{ kg/m}$$

Nivel 1 (de ejes B - C)

$$CM = W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{acabados}}$$

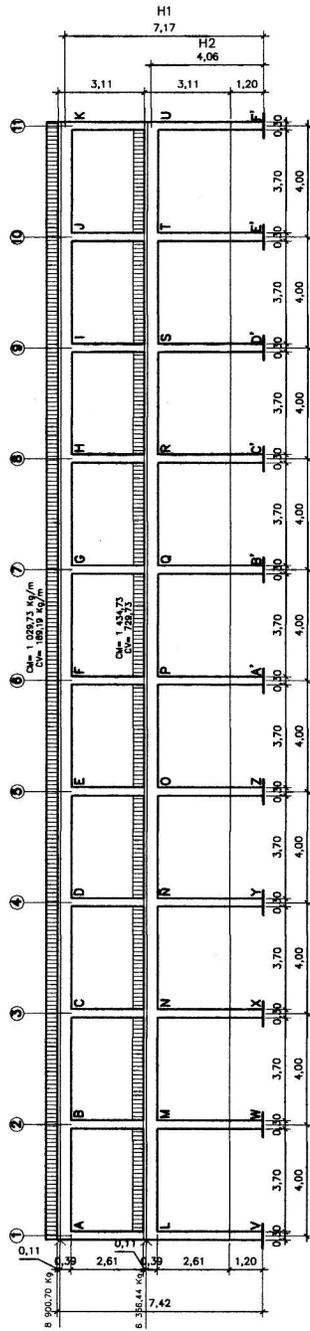
$$CM = (2,00 * 0,11 * 2\ 400 / 1,70) + (0,30 * 0,50 * 2\ 400) \\ + (2,70 * 150) + (2,00 * 90 / 1,70) = 1\ 181,47 \text{ kg/m}$$

$$CV = W_{\text{pasillo}}$$

$$CV = (2 * 500) / 1,70 = 588,24 \text{ kg/m}$$

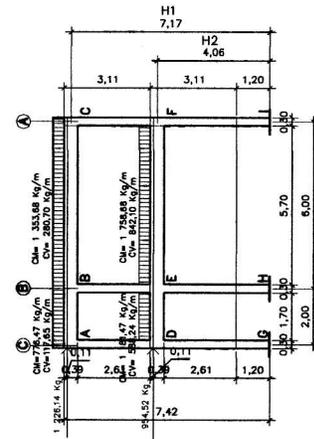
Los valores de cargas distribuidas, se observan en las figuras 8 y 9

Figura 8. Cargas distribuidas marco rígido típico en sentido X



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Cargas distribuidas marco rígido típico en sentido Y



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del peso por nivel

Es la integración de carga muerta y carga viva de los diferentes pesos de cada nivel, como peso de losas, vigas, columnas, muros y acabados.

Segundo nivel

$$W = W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{acabados}}$$

- Carga muerta (CM)

W_{losas}	$= (40,30 * 8,30 * 2\ 400) * 0,11$	$= 88\ 305,36\ \text{kg}$
W_{vigas}	$= (0,30 * 0,50 * 2\ 400) * 192,40$	$= 69\ 264,00\ \text{kg}$
W_{columnas}	$= (0,30 * 0,30 * 2\ 400) * (33\ \text{col} * 1,55)$	$= 11\ 048,40\ \text{kg}$
W_{acabados}	$= (40,30 * 8,30 * 90)$	$= \underline{30\ 104,10\ \text{kg}}$
Total carga muerta segundo nivel		$= 198\ 721,86\ \text{kg}$

- Carga viva (CV)

$$CV = W_{\text{techos}}$$

$$CV = (40,30 * 8,30 * 200) = 33\ 449,00\ \text{kg}$$

- Peso total del segundo nivel

$$W = CM + 0,25\ CV$$

$$W = 198\ 721,86 + (0,25 * 33\ 449,00) = 207\ 084,11\ \text{kg}$$

Primer nivel

$$W = W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{columnas}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{muros}}$$

- Carga muerta (CM)

$$W_{\text{losas}} = (40,30 * 8,30 * 2\ 400) * 0,11 = 88\ 305,36 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = (0,30 * 0,50 * 2\ 400) * 192,40 = 69\ 264,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = (0,30 * 0,30 * 2\ 400) * (33 \text{ col} * 5,865) = 41\ 805,72 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = (40,30 * 8,30 * 90) = 30\ 104,10 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = (172 * 90) = \underline{25\ 800,00 \text{ kg}}$$

$$\text{Total carga muerta primer nivel} = 255\ 279,18 \text{ kg}$$

- Carga viva (CV)

$$CV = W_{\text{techos}} + W_{\text{pasillos}}$$

$$CV = (40,30 * 6,15 * 300) + (40,30 * 2,15 * 500) = 117\ 676 \text{ kg}$$

- Peso total del primer nivel

$$W = CM + 0,25 CV$$

$$W = 255\ 279,18 + (0,25 * 117\ 676) = 284\ 698,18 \text{ kg}$$

- Resumen

$$\text{Peso del segundo nivel} = 207\ 084,11 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del primer nivel} = \underline{284\ 698,18 \text{ kg}}$$

$$\text{Peso total del edificio} = 491\ 782,29 \text{ kg}$$

2.1.2.3.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles

Existen dos fuerzas horizontales a las que se encuentra expuesto comúnmente un edificio, una es el viento y la otra es el sismo. Regularmente, se considera en el análisis estructural, únicamente una de las dos, ya que los fenómenos naturales que las provocan no se presentan al mismo tiempo. En este caso, se diseñará con la fuerza de sismo, ya que Guatemala es un país con alto riesgo sísmico, por esa razón, se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas al edificio, se utiliza el método SEAOC, de la manera siguiente:

Método SEAOC en edificios

2.1.2.3.2.1. Corte basal (V)

Es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. Para obtener su valor, se usa la fórmula siguiente:

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

Donde

Z = coeficiente de riesgo sísmico, que depende de la zona. Para Salamá Z = 0,4.

I = depende de la importancia o la utilidad que le vaya a dar a la estructura después del sismo, y su rango es de $1 \leq I \leq 1,5$.

C = depende de la flexibilidad de la estructura y se mide con base en el período de vibración, donde t es el intervalo de tiempo que se necesita en la estructura para completar una vibración.

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}, \text{ donde } t = (0,0906) \frac{H}{\sqrt{B}}$$

S = coeficiente que depende del tipo de suelo, si se desconoce usar 15 000 kg/m².

K = coeficiente dependiente del sistema estructural, en este caso es usado 0,67 para edificios con marcos dúctiles (estructura con vigas y columnas).

W = peso propio de la estructura más el 25% de las cargas vivas.

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

- En el sentido X

Z = 1 para la república de Guatemala

I = 1,30 para edificios de instituciones educativas

K = 0,67 para marcos dúctiles

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}$$

donde C no puede ser mayor a 0,12 y de serlo se utilizará 0,12

$$T = (0,0906) \frac{H}{\sqrt{B}}$$

H = altura del edificio en metros

B = base del edificio, a rostros exteriores, con dirección del análisis, en metros.

Entonces

$$T_y = (0,0906) \frac{7,42}{\sqrt{8,30}} = 0,233 \text{ s}; \quad C_y = \frac{1}{15\sqrt{0,233}} = 0,138$$

$$T_x = (0,0906) \frac{7,42}{\sqrt{40,30}} = 0,106 \text{ s}; \quad C_x = \frac{1}{15\sqrt{0,106}} = 0,205$$

Ambos valores de C son mayores que 0,12 se utilizará 0,12, S = 1,50, se utiliza el mayor valor permitido. El valor del producto de CS debe ser menor a 0,14, si el producto de ambos coeficientes excede el valor, se debe tomar 0,14 el valor conjunto de CS.

$$CS = (0,12 * 1,50) = 0,18 \text{ entonces se toma } 0,14$$

$$V = V_X = V_Y = (0,4 * 1,30 * 0,14 * 0,67 * 491\,782,29) = 23\,987,17 \text{ kg}$$

2.1.2.3.2.2. Fuerza por nivel

La fuerza total lateral V puede ser distribuida en toda la altura de la estructura, de acuerdo con la fórmula dada en la sección I(E) del código SEAOC.

$$\text{Fórmula: } F_i = \frac{(V+F_t) * (W_i * H_i)}{\sum (W_i * H_i)}$$

Donde

F_{ni} = fuerza por nivel

V = corte basal

Ft = fuerza de techo, cuando t (período natural de vibración) es menor, que 0,25, entonces Ft = 0

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

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

Hi = altura medida desde la cimentación al nivel considerado

Solución: como Vx = Vy; entonces Fn en X = Fn en Y

Nivel	Wi (kg)	Hi (m)	Wi Hi
1	284 698,18	4,06	1 155 874,61 kg
2	207 084,11	7,17	<u>1 484 793,07 kg</u>
			Σ= 2 640 667,68 kg

Aplicando la fórmula:

$$F_i = \frac{(V+F_t)*(W_i*H_i)}{\Sigma(W_i*H_i)}$$

Wi = peso de cada Nivel i

Hi = altura de cada Nivel i

Fuerza en la cúspide Ft = 0

$$F_1 = \frac{(23\,987,17-0)*(284\,698,18*4,06)}{(2\,640\,667,68)} = 10\,499,68 \text{ kg}$$

$$F_1 = \frac{(23\,987,17-0)*(207\,084,11*7,17)}{(2\,640\,667,68)} = 13\,487,49 \text{ kg}$$

A manera de comprobación: V = Ft + F2 + F1 = 23 987,17 kg

2.1.2.3.2.3. Fuerza por marco

En la estructura, se calculará dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza, sólo si los marcos espaciados están simétricamente colocados. Si los marcos espaciados son asimétricos, se tendrá que dividir la fuerza de piso F_i proporcional a la rigidez de los marcos.

- Fuerza en el sentido Y-Y

El edificio es simétrico en Y; entonces, la fuerza por marcos será igual al producto de la división de la fuerza de piso entre el número de marcos en el sentido Y.

$$F_m = \frac{(F_i + F_t)}{\text{número de marcos}}$$

$$F_m = \frac{(13\,487,49 + 0)}{11} = 1\,226,14 \text{ kg}$$

$$F_m = \frac{(10\,499,68 + 0)}{11} = 954,52 \text{ kg}$$

- Fuerza en el sentido X-X

No existe simetría en X, porque los marcos no están espaciados simétricamente; la separación de los marcos de arriba del centro de gravedad, no es igual a la separación de los marcos que se encuentran debajo del centro de gravedad, por lo que hay torsión; lo cual se puede observar en la figura 8.

Un método simplificado para analizar la torsión en las estructuras, consiste en examinar separadamente los desplazamientos relativos del edificio, ocasionados por la torsión y los debidos a rotación en cada piso, al tomar en cuenta la rigidez de cada nivel, determinadas por las fuerzas correspondientes a un desplazamiento unitario, al distribuir los cortantes por torsión en proporción a su rigidez.

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y por lo tanto, la ecuación de rigidez a usar.

Voladizo: se refiere a edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios multiniveles; la rigidez se calcula con la siguiente fórmula.

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{3EI} + \frac{1,2Ph}{AG}}$$

Doblemente empotrado: se refiere a los primeros niveles o niveles intermedios de edificios multiniveles; la rigidez se calcula con la siguiente fórmula.

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{12EI} + \frac{1,2Ph}{AG}}$$

Donde

P = carga asumida, generalmente 10 000 kg

h = altura del muro o columna analizada

E = módulo de elasticidad del concreto (15 000 f'c)

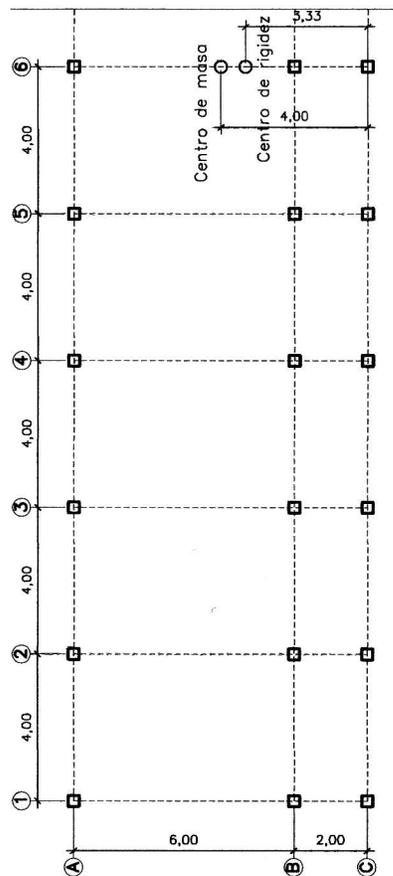
I = inercia del elemento

A = sección transversal del muro o columna analizada

G = módulo de rigidez (0,4E)

Cuando el centro de rigidez CR no coincide con el centro de masa CM, se produce excentricidad en la estructura; lo anterior es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura. La excentricidad se determina por medio de la diferencia que existe entre el valor del centro de masa y el valor del centro de rigidez (ver figura 10).

Figura 10. Centro de masa y centro de rigidez



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.3.2.4. Fuerza del marco por torsión

El cálculo de la fuerza que llega a cada marco se realiza por medio de la suma algebraica de la fuerza por torsión F'' (fuerza rotacional) y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos F_i' (fuerza traslacional).

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

Para esto se utilizan las siguientes fórmulas

$$E_i = \frac{\sum k_m (d_i)^2}{k_m (d_i)}$$

$$F_i' = \frac{F_n (k_m)}{\sum k_m}$$

$$F_i'' = \frac{e (F_n)}{E_i}$$

Donde

K_m = rigidez del marco

$\sum k_i$ = rigidez total del nivel. Es la sumatoria de las rigideces de los marcos paralelos a la carga

d_i = distancia de centro de rigidez al marco considerado

F_n = fuerza por nivel.

E_i = relación entre rigideces y brazo de cada marco

e = excentricidad

- Segundo nivel

Rigidez de columna X-X se utiliza la fórmula de voladizo por ser el último nivel.

$$K = \frac{1}{\frac{10\,000 \cdot 3,00^3}{12} + \frac{1,2 \cdot 10\,000 \cdot 3,0}{0,30^2 \cdot 0,4 \cdot 15\,100 \cdot \sqrt{210}}} = 0,025$$

La rigidez del marco es: $K = kc_1 + kc_2 + kc_3 + kc_4 + kc_5 + kc_6 + kc_7 + kc_8 + kc_9 + kc_{10} + kc_{11} = 0,025 \cdot 11 = 0,275$

Tabla II. **Cálculo del centro de rigidez del segundo nivel**

MARCO	Km	L (m)	K * L (m)
C	0,275	0	0
B	0,275	2	0,55
A	0,275	8	2,20
sumatoria	0,825		2,75

Fuente: elaboración propia.

CR = centro de rigidez

$$Ei = \frac{\Sigma(K \cdot L)}{\Sigma K} = \frac{2,75}{0,825} = 3,33$$

CMx = centro de masa en "X"

$$CMx = 8/2 = 4$$

e = excentricidad

$$e = CMx - CR = 4,00 - 3,33 = 0,67$$

Tabla III. **Fuerza por marco por torsión segundo nivel**

MARCO	m	di	Km * di	Km * (di) ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
C	0,275	-3,33	-0,92	3,05	-10,41	4 495,83	-3 140,94	1 354,89
B	0,275	-1,33	-0,37	0,49	-26,07	4 495,83	-1 254,49	3 241,34
A	0,275	4,67	1,28	6,00	-7,42	4 495,83	+4 404,87	8 900,70
	0,825			9,54				

Fuente: elaboración propia.

Si el valor $F_m < F_i'$, se debe tomar como F_i como la fuerza del marco; si el valor de $F_m > F_i''$, F_m será el valor del marco analizado. Es decir, que se toman los valores críticos para el marco.

- Primer nivel

La rigidez de la columna se trabaja como doblemente empotrada, por ser primer nivel de un edificio multinivel.

$$K = \frac{1}{\frac{10\,000 \cdot 3,81^3}{12} + \frac{1,2 \cdot 10\,000 \cdot 3,0}{0,30^2 \cdot 0,4 \cdot 15\,100 \cdot \sqrt{210}}} = 0,030$$

La rigidez del marco es: $K = kc_1 + kc_2 + kc_3 + kc_4 + kc_5 + kc_6 + kc_7 + kc_8 + kc_9 + kc_{10} + kc_{11} = 0,030 * 11 = 0,33$

Tabla IV. **Cálculo del centro de rigidez del primer nivel**

MARCO	Km	L (m)	K * L (m)
C	0,33	0,00	0,00
B	0,33	2,00	0,66
A	0,33	8,00	2,64
sumatoria	0,99		3,30

Fuente: elaboración propia.

CR = centro de rigidez

$$Ei = \frac{\Sigma(K*L)}{\Sigma K} = \frac{3,30}{0,99} = 3,33$$

CMx = centro de masa en "X"

$$CMx = 8 / 2 = 4$$

$$e = \text{excentricidad}; e = CMx - CR = 4,00 - 3,33 = 0,67$$

Tabla V. **Fuerza por marco por torsión primer nivel**

MARCO	Km	Di	Km * di	Km* (di) ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
C	0,33	-3,33	-1,10	3,66	-10,41	3 499,89	-2 036,90	1 463,00
B	0,33	-1,33	-0,44	0,58	-26,07	3 499,89	-813,54	2 686,36
A	0,33	+4,67	+1,54	7,20	- 7,42	3 499,89	+2 856,54	6 356,44
	0,99			11,44				

Fuente: elaboración propia.

Si el valor $F_m < F_i'$, se debe tomar como F_i como la fuerza del marco; si el valor de $F_m > F_i''$, F_m será el valor del marco analizado. Es decir, que se toman los valores críticos para el marco.

2.1.2.3.3. Cargas verticales en marcos dúctiles unidos con nudos rígidos

$$\text{Losa} = (2\,400 * 0,11) = 264 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Muros divisorios y tabiques} = 150 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 90 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso propio de vigas} = (2\,400 * 0,30 * 0,50) = 360 \text{ kg/m}$$

$$A_1 = ((2 * 2) / 2 + (2 * 2)) * 2 = 12 \text{ m}^2$$

$$A_1 = ((2 * 2) / 2) * 2 = 4 \text{ m}^2$$

$$A_1 = ((1 * 1) / 2) * 2 + (2 * 1) = 3 \text{ m}^2$$

$$A_1 = ((1 * 1) / 2) * 2 * 2 = 2 \text{ m}^2$$

- Cálculo de cargas sobre marco 3 en techo. No se toma en cuenta el peso de muros y tabiques.

$$CM_{ab} = 12 * (264 + 90) / 6 + 360 = 1\,068 \text{ kg/m}$$

$$CM_{bc} = 2 * (264 + 90) / 2 + 360 = 714 \text{ kg/m}$$

$$CV_{ab} = 12 * (100 + 90) / 6 = 380 \text{ kg/m}$$

$$CV_{bc} = 2 * (100 + 90) / 2 = 190 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de cargas sobre marco 3 en primer nivel. Se toma en cuenta el peso de muros y tabiques.

$$CM_{ab} = 12 * (264 + 150 + 90) / 6 + 360 = 1\ 368 \text{ kg/m}$$

$$CM_{bc} = 2 * (264 + 150 + 90) / 2 + 360 = 864 \text{ kg/m}$$

$$CV_{ab} = (12 * 300) / 6 = 600 \text{ kg/m}$$

$$CV_{bc} = (2 * 500) / 2 = 500 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de cargas sobre marco B en techo. No se toma en cuenta el peso de muros y tabiques.

$$CM_{12} = 7 * (264 + 90) / 4 + 360 = 979,50 \text{ kg/m}$$

$$CM_{23} = 7 * (264 + 90) / 4 + 360 = 979,50 \text{ kg/m}$$

$$CM_{34} = 7 * (264 + 90) / 4 + 360 = 979,50 \text{ kg/m}$$

$$CV_{12} = 7 * (100 + 90) / 4 = 332,50 \text{ kg/m}$$

$$CV_{23} = 7 * (100 + 90) / 4 = 332,50 \text{ kg/m}$$

$$CV_{34} = 7 * (100 + 90) / 4 = 332,50 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de cargas sobre marco B en primer nivel. Se toma en cuenta el peso de muros y tabiques.

$$CM_{12} = 7 * (264 + 150 + 90) / 4 + 360 = 1242 \text{ kg/m}$$

$$CM_{23} = 7 * (264 + 150 + 90) / 4 + 360 = 1242 \text{ kg/m}$$

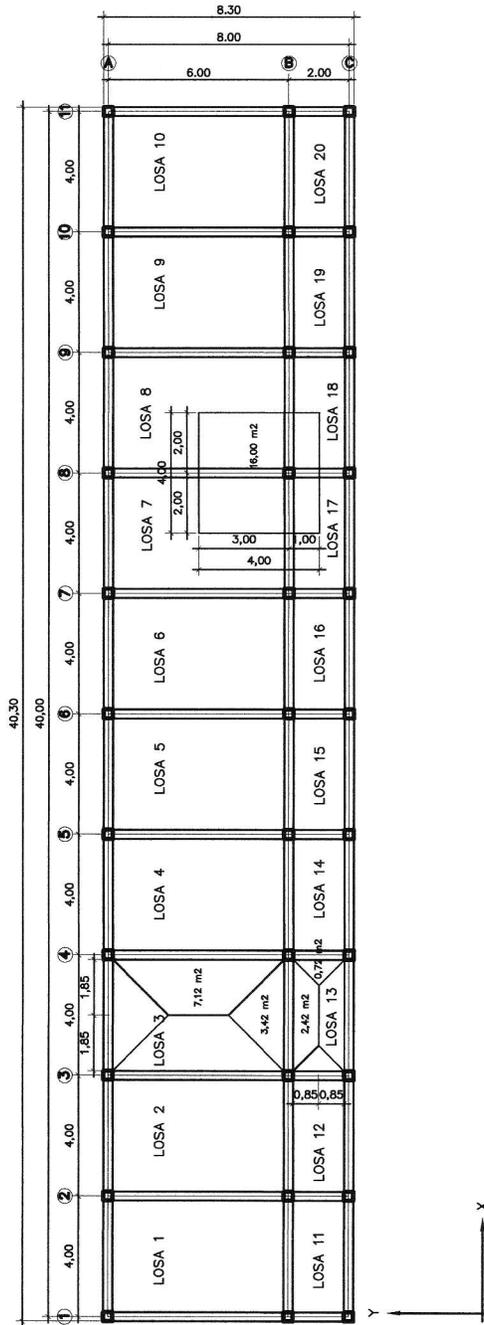
$$CM_{34} = 7 * (264 + 150 + 90) / 4 + 360 = 1242 \text{ kg/m}$$

$$CV_{12} = 4 * (300) / 4 + 3 * (500) / 4 = 675 \text{ kg/m}$$

$$CV_{23} = 4 * (300) / 4 + 3 * (500) / 4 = 675 \text{ kg/m}$$

$$CV_{34} = 4 * (300) / 4 + 3 * (500) / 4 = 675 \text{ kg/m}$$

Figura 11. Planta típica niveles 1 y 2



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.4 . Análisis estructural de los marcos por un método de análisis numérico Kani y software de ETABS

- Resumen del método Kani

El siguiente resumen se aplica únicamente para miembros de sección constante; además, no incluye los casos cuando existen columnas de diferente altura en un mismo piso, o cuando hay articulaciones en los apoyos de las columnas.

- Cálculo de momentos fijos (M_{ik}); se calculan cuando existen cargas verticales.
- Cálculo de momentos de sujeción (M_s); se calculan cuando hay cargas verticales:

$$M_s = \sum M_{ik}$$

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

$$H = F_{M_{NIVELn}} \text{ (fuerza por marco del nivel } n, \text{ tomada del análisis sísmico)}$$

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

$$Q_n = \Sigma H$$

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

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

- Cálculo de factores de giro o coeficientes de reparto:

$$(\mu_{ik}) = -1/2 (K_{ik} / \Sigma K_{in})$$

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

$$U = -3/2 (K_{ik} / \Sigma K_{in})$$

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

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

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

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

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

$$M''_{ik} = V_{ik} (M_n + \Sigma (M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{ladeo con fuerza horizontal}$$

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

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

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

- Método de Kani, carga muerta, marco rígido típico sentido Y.

- Cálculo de rigidez de los elementos $K_{ik} = I/L_{ik}$.

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

$$I_{viga} = (0,30 * 0,50^3)/12 = 3,125 * 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{columna} = (0,30 * 0,30^3)/12 = 6,75 * 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$I_{viga} = \frac{3,125 * 10^{-3}}{6,75 * 10^{-4}} = 4,63$$

$$I_{columna} = \frac{6,75 * 10^{-4}}{6,75 * 10^{-4}} = 1$$

Rigidez = $K = I/L$

- Columnas primer nivel

$$K_{GD} = K_{DG} = K_{EH} = K_{HE} = K_{FI} = K_{IF} = 1/4,06 = 0,25$$

- Columnas segundo nivel

$$K_{DA} = K_{AD} = K_{EB} = K_{BE} = K_{FC} = K_{CF} = 1/3,11 = 0,32$$

- Vigas ejes A-B

$$K_{EF} = K_{FE} = K_{BC} = K_{CB} = 4,63/6,00 = 0,77$$

- Vigas ejes B-C

$$K_{DE} = K_{ED} = K_{AB} = K_{BA} = 4,63/2,00 = 2,31$$

- Factores de giro o coeficientes de reparto: $(\mu_{ik}) = -1/2 (K_{ik}/\Sigma K_{in})$

$$\mu_{empotrado} = 0$$

$$\mu_{GD} = 0$$

$$\mu_{DG} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,25}{0,25+2,31+0,32} \right] = -0,043$$

$$\mu_{DE} = -\frac{1}{2} \left[\frac{2,31}{0,25+2,31+0,32} \right] = -0,402$$

$$\mu_{ED} = -\frac{1}{2} \left[\frac{2,31}{0,25+2,31+0,32+0,77} \right] = -0,317$$

$$\mu_{DA} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,32}{0,32+2,31+0,25} \right] = -0,056$$

$$\mu_{AD} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,32}{0,32+2,31} \right] = -0,061$$

$$\mu_{AB} = -\frac{1}{2} \left[\frac{2,31}{0,32+2,31} \right] = -0,439$$

$$\mu_{BA} = -\frac{1}{2} \left[\frac{2,31}{0,32+2,31+0,77} \right] = -0,340$$

$$\mu_{HE} = 0$$

$$\mu_{EH} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,25}{0,25+0,32+2,31+0,77} \right] = -0,034$$

$$\mu_{EF} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,77}{0,25 + 0,32 + 2,31 + 0,77} \right] = -0,106$$

$$\mu_{FE} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,77}{0,32 + 0,25 + 0,77} \right] = -0,288$$

$$\mu_{EB} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,32}{0,25 + 0,32 + 2,31 + 0,77} \right] = -0,044$$

$$\mu_{BE} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,32}{0,32 + 2,31 + 0,77} \right] = -0,047$$

$$\mu_{BC} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,77}{0,32 + 2,31 + 0,77} \right] = -0,113$$

$$\mu_{CB} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,77}{0,32 + 0,77} \right] = -0,353$$

$$\mu_{IF} = 0$$

$$\mu_{FI} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,25}{0,32 + 0,25 + 0,77} \right] = -0,092$$

$$\mu_{FC} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,32}{0,32 + 0,25 + 0,77} \right] = -0,120$$

$$\mu_{CF} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,32}{0,32 + 0,77} \right] = -0,147$$

- Factores de corrimiento: $U = -3/2 (Kik/\Sigma K_{in})$

$$U = -\frac{3}{2} \left[\frac{K_{columnas}}{\Sigma K_{columnas}} \right]$$

$$U_{DG} = U_{EH} = U_{FI} = -\frac{3}{2} \left[\frac{0,25}{0,25 + 0,25 + 0,25} \right] = -0,50$$

$$U_{AD} = U_{BE} = U_{EF} = -\frac{3}{2} \left[\frac{0,32}{0,32 + 0,32 + 0,32} \right] = -0,50$$

- Cálculo de momentos fijos (MF_{ik})

Para cargas distribuidas uniformemente $MF = \pm WL^2/12$

$$MF_{AB} = - \frac{776,47 * 2^2}{12} = - 258,82 \text{ kg-m}$$

$$MF_{BA} = + 258,82 \text{ kg-m}$$

$$MF_{BC} = - \frac{1\ 353,68 * 6^2}{12} = - 4\ 061,05 \text{ kg-m}$$

$$MF_{CB} = + 4\ 061,05 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{DE} = - \frac{1\ 181,47 * 2^2}{12} = - 393,82 \text{ kg-m}$$

$$MF_{ED} = + 393,82 \text{ kg-m}$$

$$MF_{EF} = - \frac{1\ 758,68 * 6^2}{12} = - 5\ 276,05 \text{ kg-m}$$

$$MF_{FE} = + 5\ 276,05 \text{ kg-m}$$

- Cálculo de momentos de sujeción $M_s = \Sigma (MF_{ik})$

$$\text{Nudo A} = MF_{AB} = - 258,82 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo B} = MF_{BA} + MF_{BC} = 258,82 - 4\ 061,05 = - 3\ 802,23 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo C} = MF_{CB} = 4\ 061,05 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo D} = MF_{DE} = - 393,82 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo E} = MF_{ED} + MF_{EF} = 393,82 - 5\ 276,05 = - 4\ 882,23 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo F} = MF_{FE} = 5\ 276,05 \text{ kg-m}$$

- Influencias de giro (M'_{ik}) (primera iteración)

$$M'_{ik} = \mu_{ik}(M_s + \Sigma(M'_{ni} + M'_{in}))$$

Nudo D

$$\begin{aligned} M'_{DE} &= \mu_{DE}(MS_D + (M'_{DG} + M'_{DE} + M'_{DA})) \\ &= -0,402(-393,82 + (0 + 0 + 0)) = +158,12 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{DG} &= \mu_{DG}(MS_D + (M'_{DG} + M'_{DE} + M'_{DA})) \\ &= -0,043(-393,82 + (0 + 0 + 0)) = +16,82 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{DA} &= \mu_{DA}(MS_D + (M'_{DG} + M'_{DE} + M'_{DA})) \\ &= -0,056(-393,82 + (0 + 0 + 0)) = +21,96 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Nudo A

$$\begin{aligned} M'_{AB} &= \mu_{AB}(MS_A + (M'_{AB} + M'_{AD})) \\ &= -0,439(-258,82 + (0 + 22,05)) = 103,99 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{AD} &= \mu_{AD}(MS_A + (M'_{AB} + M'_{AD})) \\ &= -0,061(-258,82 + (0 + 22,05)) = 14,44 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Nudo B

$$\begin{aligned} M'_{BC} &= \mu_{BC}(MS_B + (M'_{BC} + M'_{BE} + M'_{BA})) \\ &= -0,113(-3802,23 + (0 + 0 + 103,99)) = 418,66 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{BE} &= \mu_{BE}(MS_B + (M'_{BC} + M'_{BE} + M'_{BA})) \\ &= -0,047(-3802,23 + (0 + 0 + 103,99)) = 174,47 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{BA} &= \mu_{BA}(MS_B + (M'_{BC} + M'_{BE} + M'_{BA})) \\ &= -0,34(-3802,23 + (0 + 0 + 103,99)) = 1255,99 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Nudo E

$$\begin{aligned}
M'_{EF} &= \mu_{EF}(MS_E + (M'_{EF} + M'_{EH} + M'_{ED} + M'_{EB})) \\
&= -0,110(-4882,23 + (0 + 0 + 158,12 + 174,47)) = 480,33 \text{ kg-m} \\
M'_{EH} &= \mu_{EH}(MS_E + (M'_{EF} + M'_{EH} + M'_{ED} + M'_{EB})) \\
&= -0,034(-4882,23 + (0 + 0 + 158,12 + 174,47)) = 153,33 \text{ kg-m} \\
M'_{ED} &= \mu_{ED}(MS_E + (M'_{EF} + M'_{EH} + M'_{ED} + M'_{EB})) \\
&= -0,317(-4882,23 + (0 + 0 + 158,12 + 174,47)) = 1441,00 \text{ kg-m} \\
M'_{EB} &= \mu_{EB}(MS_E + (M'_{EF} + M'_{EH} + M'_{ED} + M'_{EB})) \\
&= -0,044(-4882,23 + (0 + 0 + 158,12 + 174,47)) = 200,16 \text{ kg-m}
\end{aligned}$$

Nudo F

$$\begin{aligned}
M'_{FI} &= \mu_{FI}(MS_F + (M'_{FI} + M'_{FE} + M'_{FC})) \\
&= -0,092(5276,05 + (0 + 480,33 + 0)) = -529,26 \text{ kg-m} \\
M'_{FE} &= \mu_{FE}(MS_F + (M'_{FI} + M'_{FE} + M'_{FC})) \\
&= -0,288(5276,05 + (0 + 480,33 + 0)) = -1658,01 \text{ kg-m} \\
M'_{FC} &= \mu_{FC}(MS_F + (M'_{FI} + M'_{FE} + M'_{FC})) \\
&= -0,120(5276,05 + (0 + 480,33 + 0)) = -690,93 \text{ kg-m}
\end{aligned}$$

Nudo C

$$\begin{aligned}
M'_{CF} &= \mu_{CF}(MS_C + (M'_{CF} + M'_{CB})) \\
&= -0,147(4061,05 + (-690,93 + 418,66)) = -557,23 \text{ kg-m} \\
M'_{CB} &= \mu_{CB}(MS_C + (M'_{CF} + M'_{CB})) \\
&= -0,353(4061,05 + (-690,93 + 418,66)) = -1337,17 \text{ kg-m}
\end{aligned}$$

Ver la figura 12 con iteraciones de los marcos de carga muerta, sentido Y.

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

$$M_{ik} = MF_{ik} + M'_{ik} + (M'_{ik} + M''_{ki})$$

Columnas:

$$\begin{aligned} M_{AD} &= MF_{AD} + M'_{AD} + (M'_{AD} + M''_{DA}) \\ &= 0 - 94,71 + (- 94,71 + (- 93,73)) = - 283,16 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{DA} &= MF_{DA} + M'_{DA} + (M'_{AD} + M''_{DA}) \\ &= 0 - 93,73 + (- 94,71 + (- 93,73)) = - 282,18 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{BE} &= MF_{BE} + M'_{BE} + (M'_{BE} + M''_{EB}) \\ &= 0 + 264,72 + (264,72 + 301,75) = 830,75 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{EB} &= MF_{EB} + M'_{EB} + (M'_{BE} + M''_{EB}) \\ &= 0 + 301,75 + (264,72 + 301,75) = 867,35 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{CF} &= MF_{CF} + M'_{CF} + (M'_{CF} + M''_{FC}) \\ &= 0 - 595,30 + (- 595,30 + (- 648,61)) = - 1 839,21 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{FC} &= MF_{FC} + M'_{FC} + (M'_{CF} + M''_{FC}) \\ &= 0 - 648,61 + (- 595,30 + (- 648,61)) = - 1 892,52 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{DG} &= MF_{DG} + M'_{DG} + (M'_{DG} + M''_{GD}) \\ &= 0 - 71,80 + (- 71,80 + 0) = - 143,60 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{GD} &= MF_{GD} + M'_{GD} + (M'_{DG} + M''_{GD}) \\ &= 0 - 0 + (- 71,80 + 0) = - 71,80 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{EH} &= MF_{EH} + M'_{EH} + (M'_{EH} + M''_{HE}) \\ &= 0 + 230,81 + (230,81 + 0) = 461,62 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{HE} &= MF_{HE} + M'_{HE} + (M'_{HE} + M''_{EH}) \\ &= 0 + 0 + (230,81 + 0) = 230,81 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{FI} &= MF_{FI} + M'_{FI} + (M'_{FI} + M''_{IF}) \\ &= 0 - 496,84 + (- 496,84 + 0) = - 993,68 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{IF} &= MF_{IF} + M'_{IF} + (M'_{IF} + M''_{FI}) \\ &= 0 - 0 + (- 496,84 + 0) = - 496,84 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

- Vigas: (momentos negativos)

$$M_{AB}^- = MF_{AB} + M'_{AB} + (M'_{AB} + M''_{BA})$$

$$= - 258,82 - 681,86 + (- 681,86 + 1 905,70) = 283,16 \text{ kg-m}$$

$$M_{BA}^- = MF_{BA} + M'_{BA} + (M'_{BA} + M''_{AB})$$

$$= 258,82 + 1 905,70 + (1 905,70 - 681,89) = 3 388,37 \text{ kg-m}$$

$$M_{BC}^- = MF_{BC} + M'_{BC} + (M'_{BC} + M''_{CB})$$

$$= - 4 061,05 + 635,23 + (635,23 - 1 428,54) = - 4 219,12 \text{ kg-m}$$

$$M_{CB}^- = MF_{CB} + M'_{CB} + (M'_{CB} + M''_{BC})$$

$$= 4 061,05 - 1 428,54 + (- 1 428,54 + 635,23) = 1 839,21 \text{ kg-m}$$

$$M_{DE}^- = MF_{DE} + M'_{DE} + (M'_{DE} + M''_{ED})$$

$$= - 393,82 - 674,79 + (- 674,79 + 2 169,19) = 425,78 \text{ kg-m}$$

$$M_{ED}^- = MF_{ED} + M'_{ED} + (M'_{ED} + M''_{DE})$$

$$= 393,82 + 2 169,19 + (2 169,19 - 674,79) = 4 057,42 \text{ kg-m}$$

$$M_{EF}^- = MF_{EF} + M'_{EF} + (M'_{EF} + M''_{FE})$$

$$= - 5 276,05 + 723,06 + (723,06 - 1 556,46) = - 5 386,38 \text{ kg-m}$$

$$M_{FE}^- = MF_{FE} + M'_{FE} + (M'_{FE} + M''_{EF})$$

$$= 5 276,05 - 1 556,46 + (- 1 556,46 + 723,06) = 2 886,20 \text{ kg-m}$$

- Vigas: (momentos positivos) (WL2/8)- $(M_1 + M_2)/2$

$$M_{AB}^+ = - \frac{776,47 \cdot 2^2}{8} - \frac{(283,16 + 3 388,37)}{2} = 1 447,53 \text{ kg-m}$$

$$M_{BC}^+ = - \frac{1 353,68 \cdot 6^2}{8} - \frac{(-4 219,12 + 1 839,21)}{2} = 3 062,41 \text{ kg-m}$$

$$M_{DE}^+ = - \frac{1 181,47 \cdot 2^2}{8} - \frac{(425,78 + 4 057,42)}{2} = 1 863,75 \text{ kg-m}$$

$$M_{EF}^+ = - \frac{1\,758,68 \cdot 6^2}{8} - \frac{(-5\,386,38 + 2\,886,20)}{2} = 3\,777,79 \text{ kg-m}$$

Ver las figuras 14 y 15 diagramas de momentos, carga muerta, marco dúctil Y.

- Método de Kani, carga viva, marco rígido típico sentido Y

El procedimiento de análisis para carga viva es igual que para carga muerta, por esa razón, en este inciso no se detalla y se limita a mostrar los resultados en la figuras 16 y 17.

- Método de Kani, fuerza sísmica, marco rígido típico sentido Y
- Determinación de fuerzas de sujeción $H = FM_{NIVELn}$

$$\text{Nivel 2} = 1\,226,14 \text{ kg} \quad H = 3,11 \text{ m}$$

$$\text{Nivel 1} = 954,52 \text{ kg} \quad H = 4,06 \text{ m}$$

- Cálculo de la fuerza cortante en el piso $Q_n = \Sigma H$

$$Q_{NIVEL\ 2} = 1\,226,14 \text{ kg}$$

$$Q_{NIVEL\ 1} = 954,52 + 1\,226,14 = 2\,180,66 \text{ kg}$$

- Cálculo de momentos de piso $M_n = (Q_n \cdot h_n)/3$

$$Q_{NIVEL\ 2} = \frac{1\,226,14 \cdot 3,11}{3} = 1\,271,09 \text{ kg-m}$$

$$Q_{NIVEL\ 1} = \frac{2\,180,65 \cdot 4,06}{3} = 2\,951,15 \text{ kg-m}$$

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

- Influencias de desplazamiento (M''_{ik}), primera iteración

$$M''_{ik} = U_{ik}(M_{nivel\ n} + \Sigma(K'_{ik} + M'_{ki}))$$

Nivel 2

$$M''_{AD} = U_{AD}(M_{nivel\ 2} + (M'_{AD} + M'_{DA} + M'_{BE} + M'_{EB} + M'_{CF} + M'_{FC}))$$

$$M''_{AD} = -0,5(1\ 271,09 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -635,55\ \text{kg-m}$$

$$M''_{BE} = -0,5(1\ 271,09 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -635,55\ \text{kg-m}$$

$$M''_{CF} = -0,5(1\ 271,09 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -635,55\ \text{kg-m}$$

Nivel 1

$$M''_{DG} = U_{DG}(M_{nivel\ 1} + (M'_{DG} + M'_{GD} + M'_{EH} + M'_{HE} + M'_{FI} + M'_{IF}))$$

$$M''_{DG} = -0,5(2\ 951,15 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -1\ 475,58\ \text{kg-m}$$

$$M''_{EH} = -0,5(2\ 951,15 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -1\ 475,58\ \text{kg-m}$$

$$M''_{FI} = -0,5(2\ 951,15 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -1\ 475,58\ \text{kg-m}$$

- Influencias de giro (M'_{ik}), primera iteración

$$M'_{ik} = \mu_{ik}(MS_i + \Sigma(M'_{ni} + M''_{in}))$$

Nudo D

$$M''_{DE} = \mu_{DE}((MS_D + (M'_{DE} + M'_{DG} + M'_{DA} + M''_{AD} + M''_{DG})))$$

$$= -0,402((0 + (0 + 0 + 0 - 635,55 - 1\,475,58)) = 848,62 \text{ kg-m}$$

$$\begin{aligned} M''_{DG} &= \mu_{DG}((MS_D + (M'_{DE} + M'_{DG} + M'_{DA} + M''_{AD} + M''_{DG})) \\ &= -0,043((0 + (0 + 0 + 0 - 635,55 - 1\,475,58)) = 90,77 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M''_{DA} &= \mu_{DA}((MS_D + (M'_{DE} + M'_{DG} + M'_{DA} + M''_{AD} + M''_{DG})) \\ &= -0,056((0 + (0 + 0 + 0 - 635,55 - 1\,475,58)) = 118,22 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Nudo A

$$\begin{aligned} M''_{AB} &= \mu_{AB}((MS_A + (M'_{AB} + M'_{AD} + M''_{AD})) \\ &= -0,439((0 + (0 + 118,22 - 635,55)) = 227,09 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M''_{AD} &= \mu_{AD}((MS_A + (M'_{AB} + M'_{AD} + M''_{AD})) \\ &= -0,061((0 + (0 + 118,22 - 635,55)) = 31,55 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Nudo B

$$\begin{aligned} M''_{BC} &= \mu_{BC}((MS_B + (M'_{BC} + M'_{BE} + M'_{BA} + M''_{BE})) \\ &= -0,113((0 + (0 + 0 + 227,09 - 635,55)) = 46,15 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M''_{BE} &= \mu_{BE}((MS_B + (M'_{BC} + M'_{BE} + M'_{BA} + M''_{BE})) \\ &= -0,047((0 + (0 + 0 + 227,09 - 635,55)) = 19,20 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M''_{BA} &= \mu_{BA}((MS_B + (M'_{BC} + M'_{BE} + M'_{BA} + M''_{BE})) \\ &= -0,340((0 + (0 + 0 + 227,09 - 635,55)) = 138,88 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Nudo E

$$\begin{aligned} M''_{EF} &= \mu_{EF}((MS_E + (M'_{EF} + M'_{EH} + M'_{ED} + M'_{EB} + M''_{EB} + M''_{EH})) \\ &= -0,106((0 + (0 + 0 + 848,62 + 19,20 - 635,55 - 1\,475,58)) = 131,79 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M''_{EH} &= \mu_{EH}((MS_E + (M'_{EF} + M'_{EH} + M'_{ED} + M'_{EB} + M''_{EB} + M''_{EH})) \\ &= -0,034((0 + (0 + 0 + 848,62 + 19,20 - 635,55 - 1\,475,58)) = 42,27 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$M''_{ED} = \mu_{ED}((MS_E + (M'_{EF} + M'_{EH} + M'_{ED} + M'_{EB} + M''_{EB} + M''_{EH}))$$

$$= -0,317((0+(0+0+848,62+19,20-635,55-1\ 475,58)) = 394,09 \text{ kg-m}$$

$$M''_{EB} = \mu_{EB}((MS_E + (M'_{EF} + M'_{EH} + M'_{ED} + M'_{EB} + M''_{EB} + M''_{EH})))$$

$$= -0,044((0+(0+0+848,62+19,20-635,55-1\ 475,58)) = 54,70 \text{ kg-m}$$

Nudo F

$$M''_{FI} = \mu_{FI}((MS_F + (M'_{FI} + M'_{FE} + M'_{FC} + M''_{FI} + M''_{FC})))$$

$$= -0,092((0+(0+131,79+0-635,55-1\ 475,58)) = 182,09 \text{ kg-m}$$

$$M''_{FE} = \mu_{FE}((MS_F + (M'_{FI} + M'_{FE} + M'_{FC} + M''_{FI} + M''_{FC})))$$

$$= -0,288((0+(0+131,79+0-635,55-1\ 475,58)) = 570,02 \text{ kg-m}$$

$$M''_{FC} = \mu_{FC}((MS_F + (M'_{FI} + M'_{FE} + M'_{FC} + M''_{FI} + M''_{FC})))$$

$$= -0,120((0+(0+131,79+0-635,55-1\ 475,58)) = 237,51 \text{ kg-m}$$

Nudo C

$$M''_{CF} = \mu_{CF}((MS_C + (M'_{CF} + M'_{CB} + M''_{CF})))$$

$$= -0,147((0 + (237,51 + 46,15 - 635,55)) = 51,73 \text{ kg-m}$$

$$M''_{CB} = \mu_{CB}((MS_C + (M'_{CF} + M'_{CB} + M''_{CF})))$$

$$= -0,353((0 + (237,51 + 46,15 - 635,55)) = 124,22 \text{ kg-m}$$

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

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

Columnas

$$M_{AD} = MF_{AD} + 2M'_{AD} + M'_{DA} + M''_{AD}$$

$$= 0 + 2*41,25 + 123,32 - 927,66 = -721,84 \text{ kg-m}$$

$$M_{DA} = MF_{DA} + 2M'_{DA} + M'_{AD} + M''_{AD}$$

$$\begin{aligned}
&= 0 + 2 \cdot 123,32 + 41,25 - 927,66 = - 637,77 \text{ kg-m} \\
M_{BE} &= MF_{BE} + 2M'_{BE} + M'_{EB} + M''_{BE} \\
&= 0 + 2 \cdot 17,74 + 41,78 - 927,66 = - 849,39 \text{ kg-m} \\
M_{EB} &= MF_{EB} + 2M'_{EB} + M'_{BE} + M''_{BE} \\
&= 0 + 2 \cdot 41,78 + 17,74 - 927,66 = - 824,35 \text{ kg-m} \\
M_{CF} &= MF_{CF} + 2M'_{CF} + M'_{FC} + M''_{CF} \\
&= 0 + 2 \cdot 88,35 + 284,39 - 927,66 = - 466,58 \text{ kg-m} \\
M_{FC} &= MF_{FC} + 2M'_{FC} + M'_{CF} + M''_{CF} \\
&= 0 + 2 \cdot 284,39 + 88,35 - 927,66 = - 270,53 \text{ kg-m} \\
M_{DG} &= MF_{DG} + 2M'_{DG} + M'_{GD} + M''_{DG} \\
&= 0 + 2 \cdot 94,46 + 0 - 1\,632,68 = - 1\,443,75 \text{ kg-m} \\
M_{GD} &= MF_{GD} + 2M'_{GD} + M'_{DG} + M''_{DG} \\
&= 0 + 2 \cdot 0 + 94,46 - 1\,632,68 = - 1\,538,22 \text{ kg-m} \\
M_{EH} &= MF_{EH} + 2M'_{EH} + M'_{HE} + M''_{EH} \\
&= 0 + 2 \cdot 32,77 + 0 - 1\,632,68 = - 1\,567,14 \text{ kg-m} \\
M_{HE} &= MF_{HE} + 2M'_{HE} + M'_{EH} + M''_{EH} \\
&= 0 + 2 \cdot 0 + 32,77 - 1\,632,68 = - 1\,599,91 \text{ kg-m} \\
M_{FI} &= MF_{FI} + 2M'_{FI} + M'_{IF} + M''_{FI} \\
&= 0 + 2 \cdot 217,85 + 0 - 1\,632,68 = - 1\,196,99 \text{ kg-m} \\
M_{IF} &= MF_{IF} + 2M'_{IF} + M'_{FI} + M''_{FI} \\
&= 0 + 2 \cdot 0 + 217,85 - 1\,632,68 = - 1\,414,83 \text{ kg-m}
\end{aligned}$$

Vigas

$$\begin{aligned}
M_{AB} &= MF_{AB} + M'_{AB} + (M'_{AB} + M''_{BA}) \\
&= 0 + 296,96 + (296,96 + 127,72) = 721,64 \text{ kg-m} \\
M_{BA} &= MF_{BA} + M'_{BA} + (M'_{BA} + M''_{AB}) \\
&= 0 + 127,72 + (127,72 + 296,96) = 552,40 \text{ kg-m} \\
M_{BC} &= MF_{BC} + M'_{BC} + (M'_{BC} + M''_{CB})
\end{aligned}$$

$$= 0 + 42,57 + (42,57 + 212,00) = 297,15 \text{ kg-m}$$

$$\begin{aligned} M_{CB} &= MF_{CB} + M'_{CB} + (M'_{CB} + M''_{BC}) \\ &= 0 + 212,00 + (212,00 + 42,57) = 466,58 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{DE} &= MF_{DE} + M'_{DE} + (M'_{DE} + M''_{ED}) \\ &= 0 + 887,79 + (887,79 + 308,00) = 2\,083,59 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

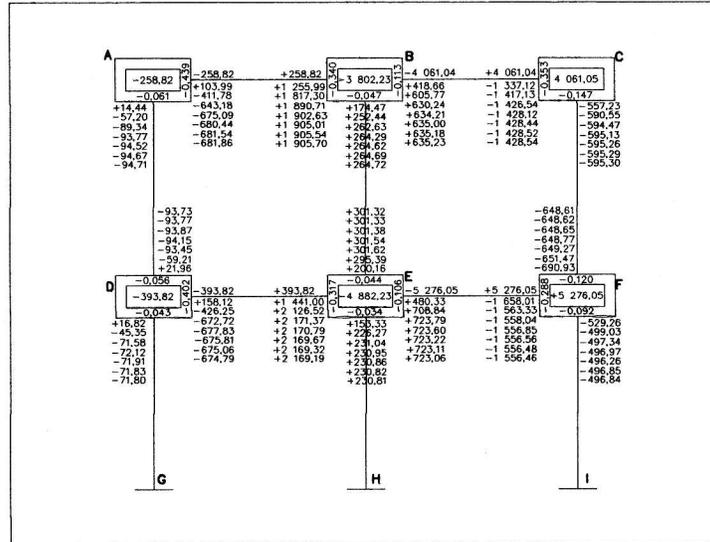
$$\begin{aligned} M_{ED} &= MF_{ED} + M'_{ED} + (M'_{ED} + M''_{DE}) \\ &= 0 + 308,00 + (308,00 + 887,79) = 1\,503,80 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{EF} &= MF_{EF} + M'_{EF} + (M'_{EF} + M''_{FE}) \\ &= 0 + 102,67 + (102,67 + 682,46) = 887,79 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{FE} &= MF_{FE} + M'_{FE} + (M'_{FE} + M''_{EF}) \\ &= 0 + 682,46 + (682,46 + 102,67) = 1\,467,58 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

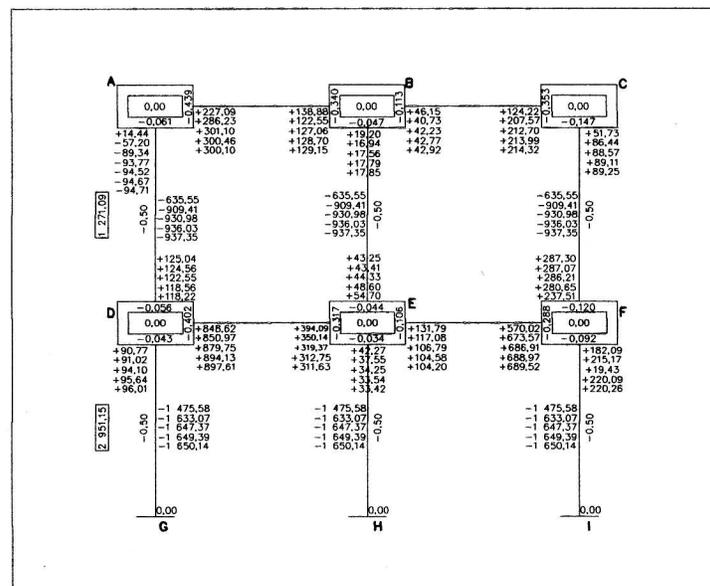
Ver la figura 13 con iteraciones de los marcos de carga sismo, sentido Y.

Figura 12. Diagrama de iteraciones, Kani carga muerta marco dúctil Y



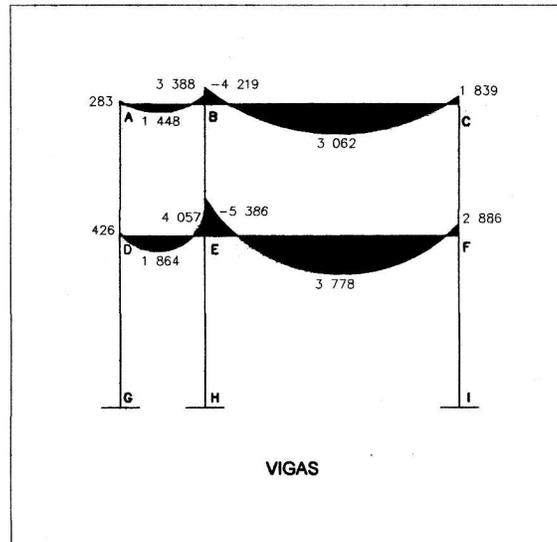
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Diagrama de iteraciones, Kani fuerza sísmica marco dúctil Y



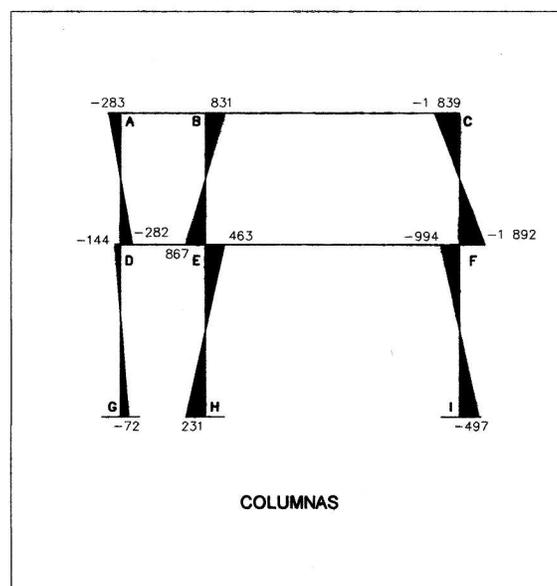
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Diagrama de momentos (kg.m), carga muerta marco dúctil Y



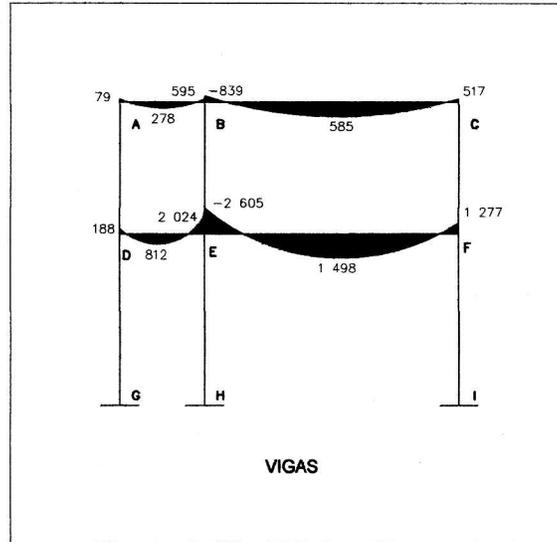
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Diagrama de momentos (kg.m) carga muerta marco dúctil Y



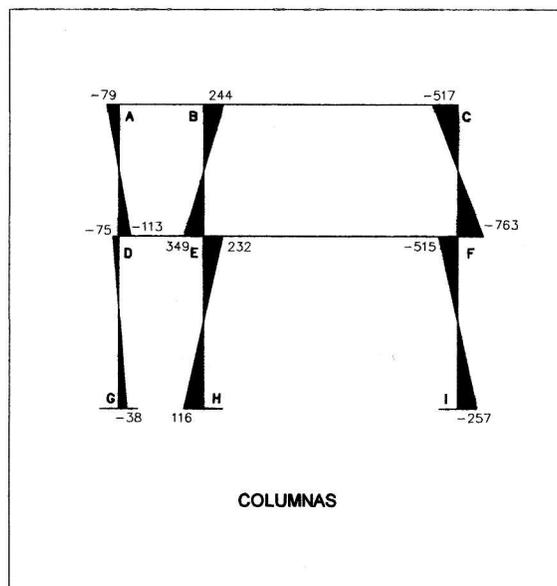
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Diagrama de momentos (kg.m), carga viva marco dúctil Y



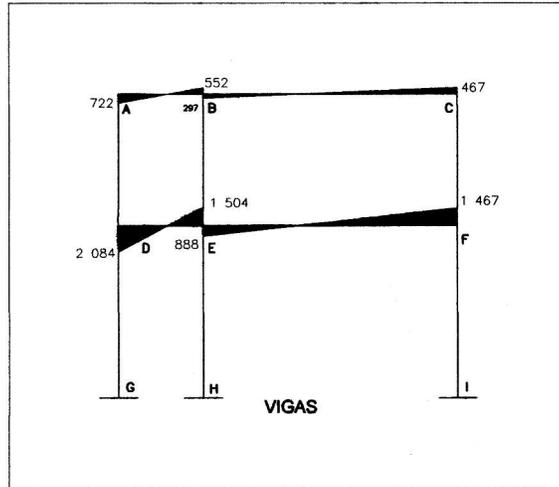
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Diagrama de momentos (kg.m), carga viva marco dúctil Y



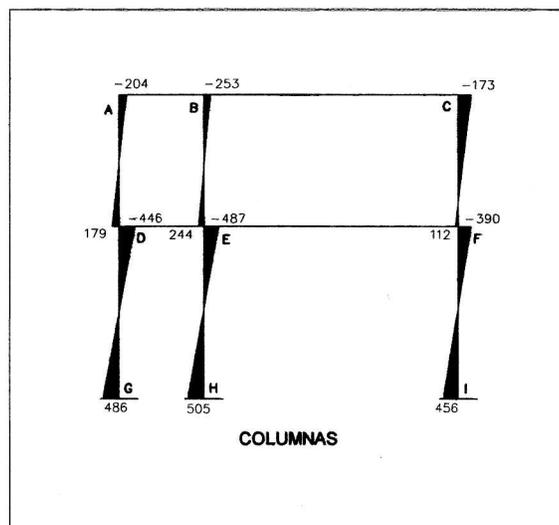
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Diagrama de momentos (kg.m), fuerza sísmica marco dúctil Y



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Diagrama de momentos (kg.m), fuerza sísmica marco dúctil Y



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.4.1 . Análisis estructural de los marcos

Se seleccionaron los marcos más críticos, en el sentido Y se analiza el marco del eje 3, y en el sentido X se analiza el marco del eje B.

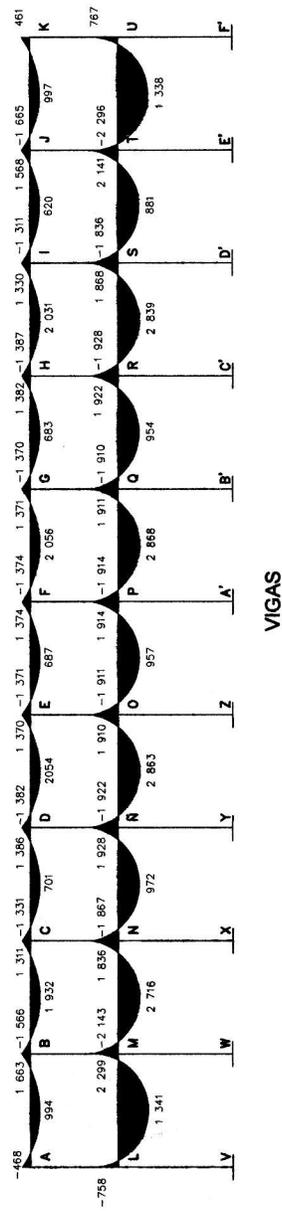
El análisis estructural se realizó a través del método de Kani, el cual se confrontó con los resultados obtenidos en Etabs.

2.1.2.4.2 . Resultado del análisis estructural

A continuación , se presentan los resultados del análisis estructural de la carga muerta, viva y sismo por separado, del marco dúctil típico sentido Y, se observa en las figuras 14 a la 19.

Los resultados del análisis estructural por separado de carga muerta, viva y sismo, del marco dúctil típico sentido X, se observan en las figuras 20, a la 25.

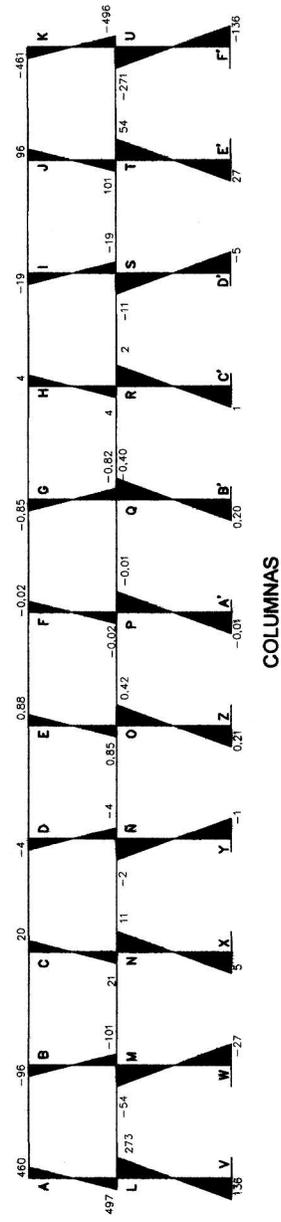
Figura 20. Diagrama de momentos (kg.m) carga muerta marco dúctil X



VIGAS

Fuente: elaboración propia.

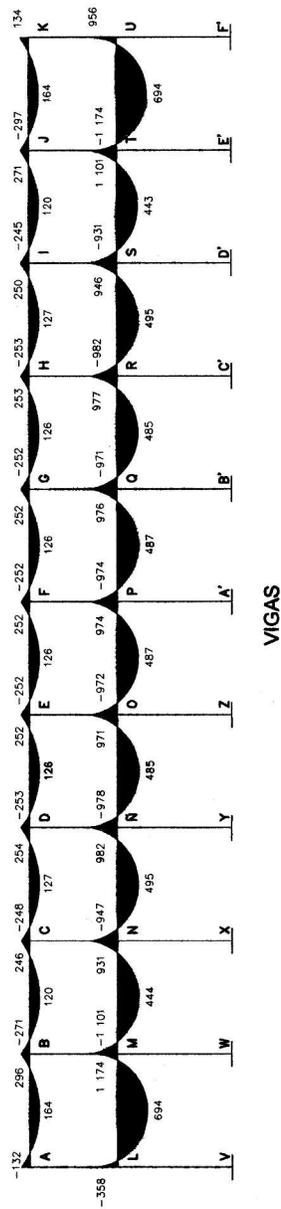
Figura 21. Diagrama de momentos (kg.m) carga muerta marco dúctil X



COLUMNAS

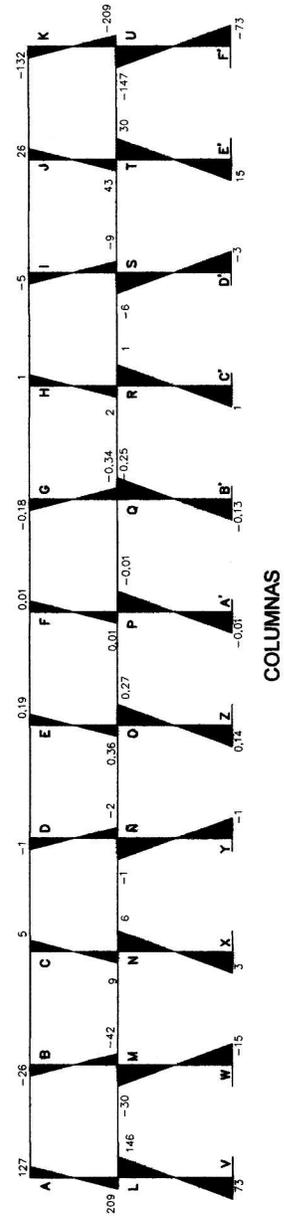
Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Diagrama de momentos (kg.m) carga viva marco dúctil X



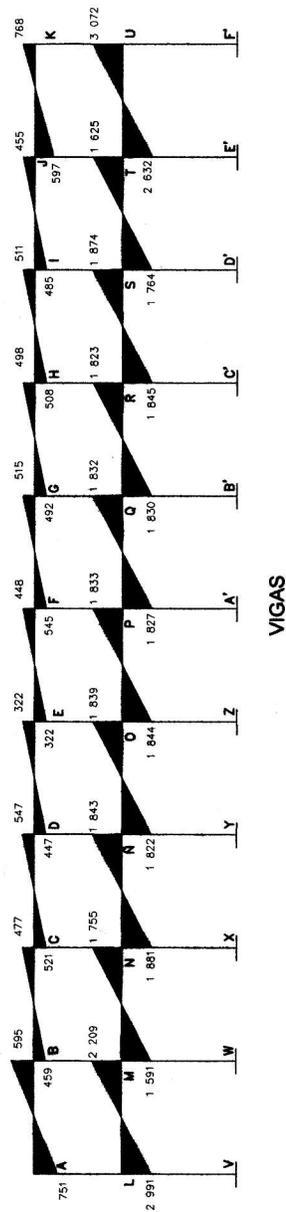
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Diagrama de momentos (kg.m) carga viva marco dúctil X



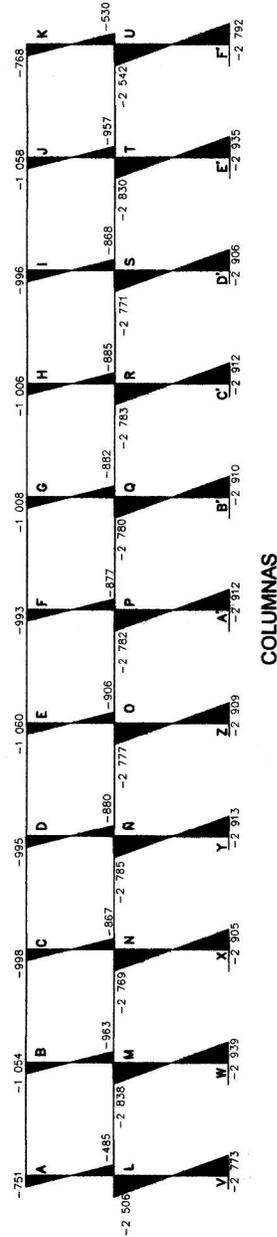
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Diagrama de momentos (kg.m) carga sísmica marco dúctil X



VIGAS

Figura 25. Diagrama de momentos (kg.m) carga sísmica marco dúctil X



COLUMNAS

Fuente: elaboración propia.

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.4.3 . Envolverte de momentos

La envolverte de momentos es la representaci3n de los esfuerzos m1ximos que pueden ocurrir al superponer los efectos de la carga muerta, la carga viva y la carga s1smica.

El an1lisis consistir1 en llevar a cabo el c1lculo de las fuerzas correspondientes para cada una de las cinco combinaciones de cargas , a las que ser1 sometido cada marco. Las cargas incluidas ser1n uniforme mente distribuidas y puntuales.

El reglamento del ACI 318 -08 secci3n 9.1.1, 9.2.3, 9.2.5 y 9.2.7 proporciona los factores de carga para las combinaciones espec1ficas y toma como consideraci3n, la probabilidad de ocurrencia simult1nea, al asignar los factores, aunque s3lo incluyen las m1s probables, generalmente.

Por esta raz3n, el dise1ador no debe suponer que est3n cubiertos todos los casos. Por lo tanto, se tomar1n en consideraci3n las diversas combinaciones de carga , con el fin de determinar la condici3n de dise1o m1s cr1tica; y, as1 se dise1ar1 con la resistencia que se requiere , para resistir las cargas afectadas por su factor de carga correspondiente .

Combinaciones de carga

$$C1 = 1,4 CM + 1,7 CV$$

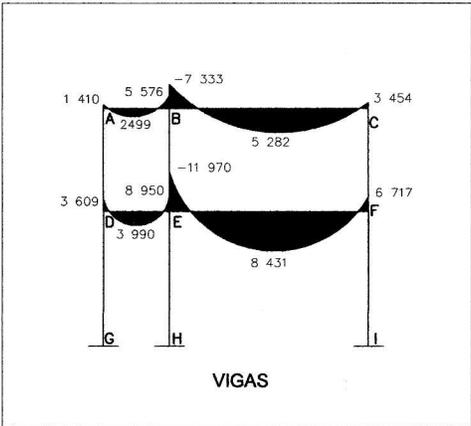
$$C2 = 0,75 (1,4 CM + 1,7 CV + 1,87 CS)$$

$$C3 = 0,75 (1,4 CM + 1,7 CV - 1,87 CS)$$

$$C4 = 0,90 CM + 1,4 CS$$

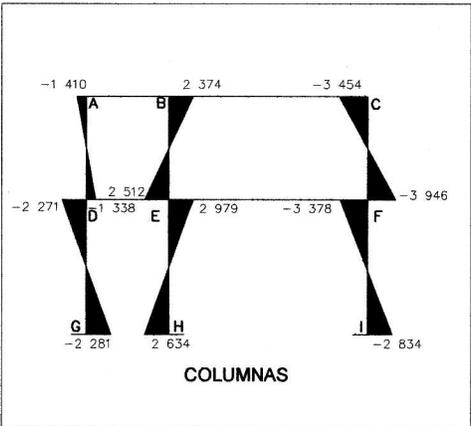
Al emplear las combinaciones de las ecuaciones, se calculan todas las envolventes de momentos para marcos rígidos sentido X y Y, cuyos resultados pueden observarse en las figuras 26 a la 33.

Figura 26. Diagrama de momentos últimos (kg.m), marco dúctil Y



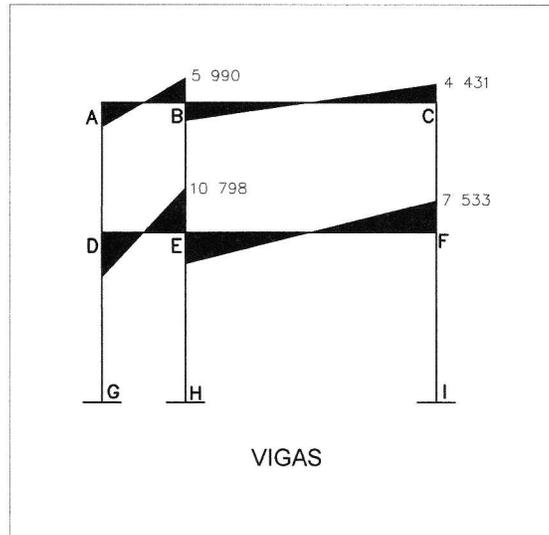
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Diagrama de momentos últimos (kg.m), marco dúctil Y



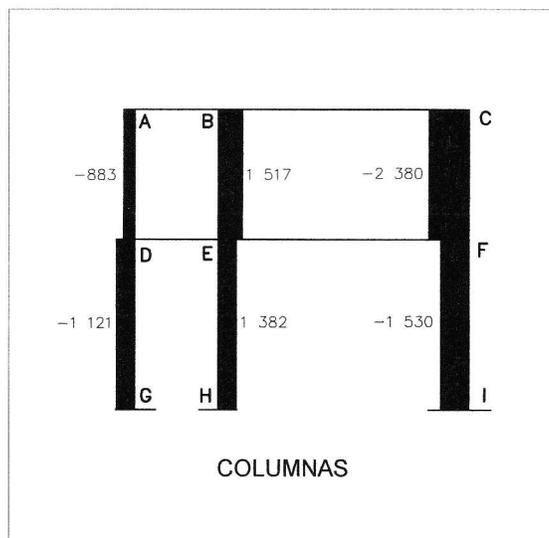
Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Diagrama de cortes últimos (kg.m), marco dúctil Y



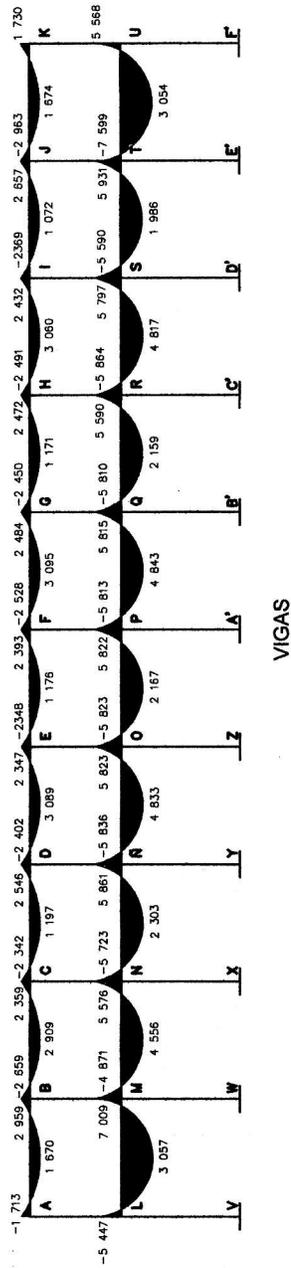
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Diagrama de cortes últimos (kg.m), marco dúctil Y



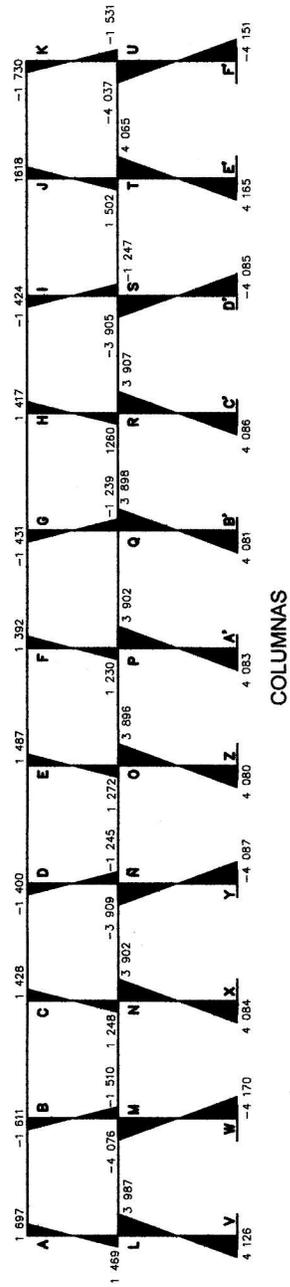
Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Diagrama de momentos últimos (kg.m) marco dúctil X



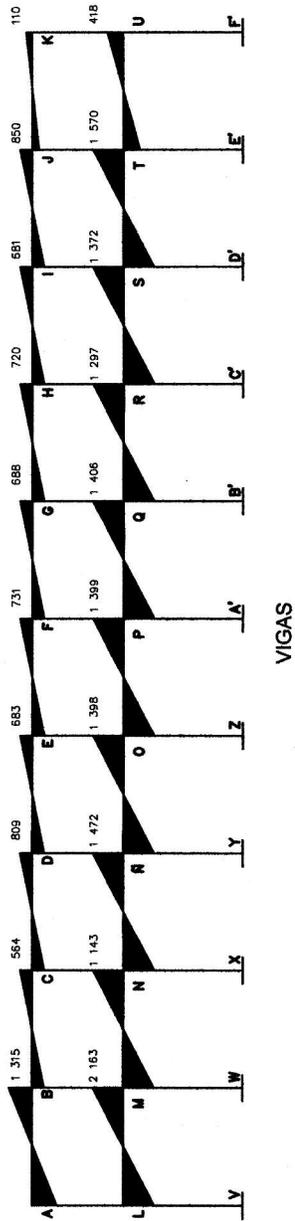
Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Diagrama de momentos últimos (kg.m) marco dúctil X



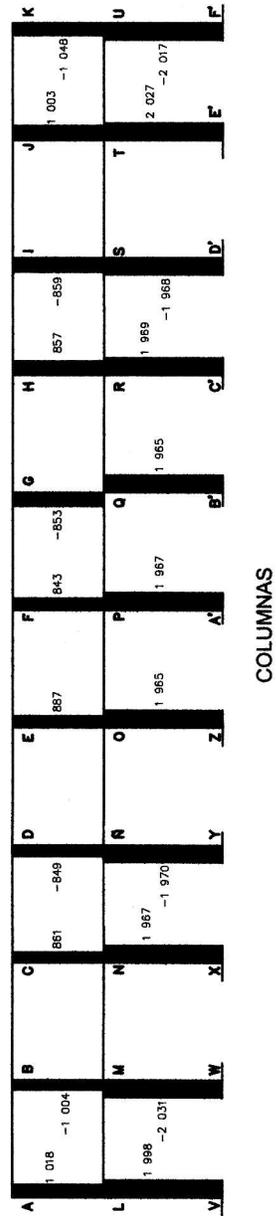
Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Diagrama de cortes últimos (kg.m) marco dúctil X



Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Diagrama de cortes últimos (kg.m) marco dúctil X



Fuente: elaboración propia.

2.1.3 . Dimensionamiento estructural

El diseño de estructuras de concreto , se lleva a cabo generalmente dentro de un contexto de códigos que dan requisitos específicos para materiales , para el análisis estructural, para el dimensionamiento de elementos. Se hace uso del código ACI 318 -08 y el cálculo de la envolvente de momentos.

Para diseñar la estructura del edificio de aulas, se usan las siguientes especificaciones:

Materiales		Recubrimientos	
Fy	= 2 810 k g/cm ²	Vigas	= 0,04 m
f'c	= 210 k g/cm ²	Columnas	= 0,03 m
Es	= 2,1E6 kg/cm ²	Losas	= 0,025 m
Wc	= 2 400 kg/m ³	Cimientos	= 0,075 m
W _{muros}	= 150 k g/m ²	Cota de cimiento	= 1,40 m
W _{acabados}	= 90 k g/m ²		
Ec	= 15 100*√ [—] kg/cm ²		
Vs	= 22 000 k g/m ²		
Ws	= 1 500 k g/m ³		

2.1.3.1 . Diseño de losas

Una losa de concreto armado es una placa ancha y lisa, generalmente horizontal, con superficies superior es e inferiores paralelas o aproximadamente paralelas, soportadas por vigas de concreto armado y por muros de mampostería o de concreto armado.

Por su espesor, pueden dividirse en: cascarones ($t < 0,09$ m), planas ($0,09$ m $< t < 0,12$ m) y nervuradas ($t > 0,12$ m). Existen varios métodos para diseñar losas, en este caso se utiliza el método de diseño directo del reglamento ACI 318-08, sección 13.6.

2.1.3.1.1. Losas nivel 1

En la sección 2.1.2.1 se encuentra el predimensionamiento del espesor de la losa, el cual es de 0,11 m y en la figura 34 se muestran las dimensiones de la losa para la edificación escolar.

- Datos: los datos geométricos pueden verse en la figura 34

Carga muerta	Carga viva
Peso del concreto = 2 400 kg/m ³	En aulas = 300 kg/m ²
Peso de acabados = 90 kg/m ²	En pasillos = 500 kg/m ²
Peso de muros = 150 kg/m ²	En techos = 100 kg/m ²

- Determinar cómo trabaja cada losa

$m = a/b$ a: lado corto; b: lado largo

si $m \geq 0,5$ trabaja en dos sentidos; si $m < 0,5$ trabaja en un sentido

Losa: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 $m = 4/6 = 0,67$; usar $m = 0,70$

Losa: 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 $m = 2/4 = 0,50$

- Carga última o carga de diseño

CV = 300 kg/m² (aulas)

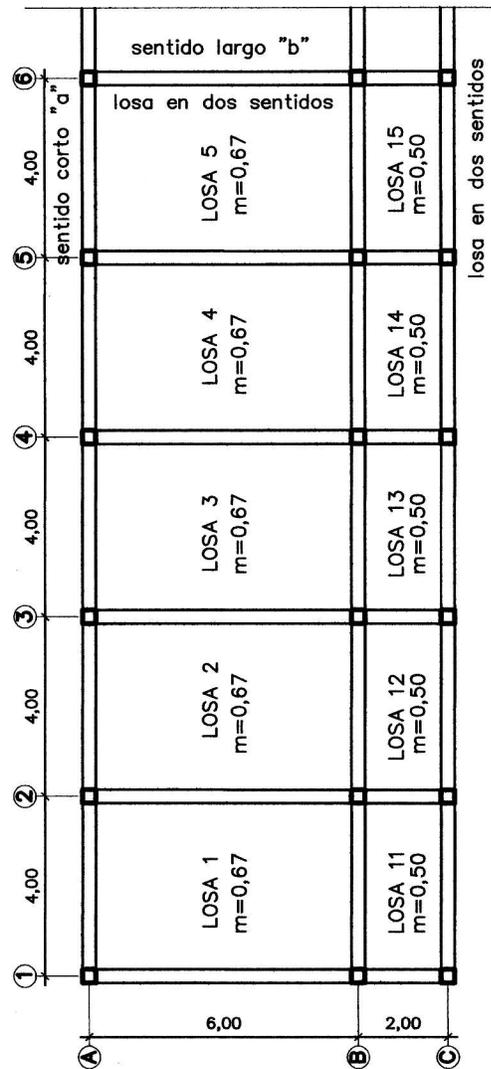
CV = 500 kg/m² (pasillos)

CU = 1,4CM + 1,7 CV

CU = 1,4 * 504 + 1,7 * 300 = 1 215,60 kg/m² (aulas)

CU = 1,4 * 504 + 1,7 * 500 = 1 555,60 kg/m² (pasillos)

Figura 34. Planta típica de distribución de losas, nivel 1



Fuente: elaboración propia.

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

Losa: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10: (aulas)

$$CU = 1,4 * 504 + 1,7 * 300 = 1\ 215,60 \text{ kg/m}^2$$

$$CU_u = 1\ 215,60 * 1,00 = 1\ 215,60 \text{ kg/m}$$

Losa: 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20: (pasillos)

$$CU = 1,4*504 + 1,7*500 = 1\ 555,60 \text{ kg/m}^2$$

$$CU_u = 1\ 555,60 * 1,00 = 1\ 555,60 \text{ kg/m}$$

- Momentos actuantes

$$\text{Momentos negativos : } Ma(-) = Ca(-) * CU_u * a^2$$

$$Mb(-) = Cb(-) * CU_u * b^2$$

$$\text{Momentos positivos : } Ma(+) = Ca(+)*cv*CVU*a^2 + Ca(+)*cm*CMU*a^2$$

$$Mb(+) = Cb(+)*cv*CVU*b^2 + Cb(+)*cm*CMU*b^2$$

Donde

$Ca(-), Cb(-)$ = coeficientes

$Ca(+)*cv, Cb(+)*cv$ = coeficientes positivos de carga viva

$Ca(+)*cm, Cb(+)*cm$ = coeficientes positivos de carga muerta

CMU = carga muerta última

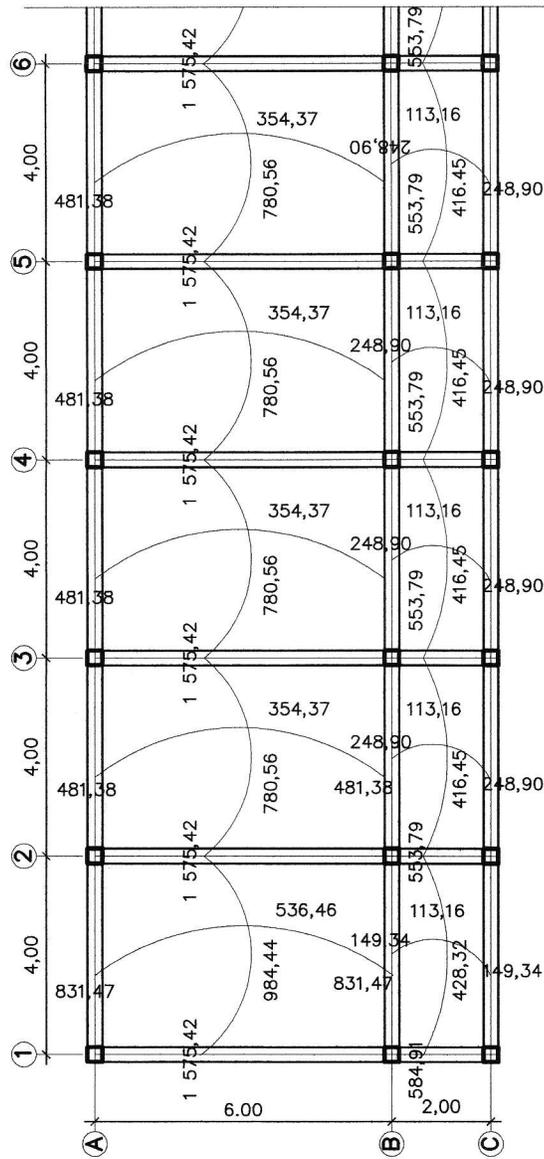
CVU = carga viva última

CUu = carga última unitaria

a = lado menor

Los resultados del cálculo de los momentos positivos y negativos en el sentido corto (a) y de sentido largo (b) de las losas, se presentan en la figura 35.

Figura 35. Distribución de momentos actuantes en losas típicas nivel 1



Fuente: elaboración propia.

Balance de momentos: cuando dos losas que están unidas en un lado tienen momentos diferentes en ese lado, se deben balancear los momentos antes de diseñar el refuerzo. Para este caso, el método elegido es el siguiente:

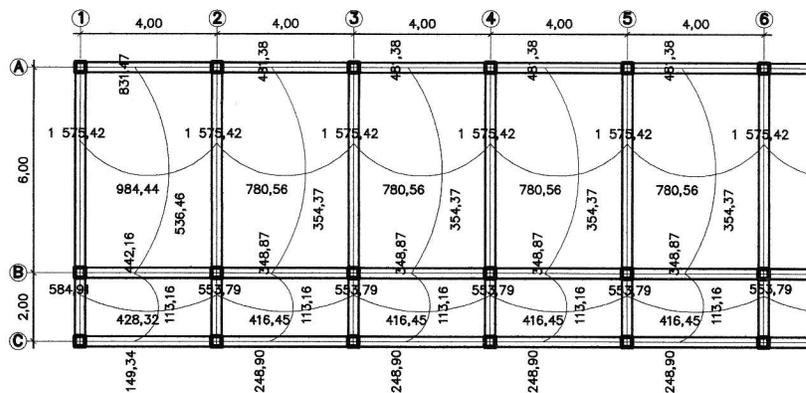
$$\text{Si } M_{\text{mayor}} * 0,80 \leq M_{\text{menor}}, \text{ entonces } M_B = (M_{\text{mayor}} + M_{\text{menor}})/2$$

Si $M_{\text{mayor}} * 0,80 > M_{\text{menor}}$, entonces se balancean proporcionalmente a su rigidez.

$D1$	$D2$		$D1 = K1 / (K1 + K2), K1 = 1/L1$
$M1$	$M2$	+	$L = \text{longitud de losa considerada}$
$dM * D1$	$dM * D2$		$dM = M1 - M2$
M_B	M_B		$1 \text{ y } 2 \text{ índices de } M_{\text{mayor}} \text{ y } M_{\text{menor}}$

Los resultados, al hacer el balance de momentos en todos los puntos necesarios, pueden observarse en la figura 36. Con estos datos, se calcula el acero de refuerzo necesario en las losas.

Figura 36. **Distribución de momentos balanceados en losas típicas nivel 1**



Fuente: elaboración propia.

- Diseño del acero de refuerzo

El refuerzo en las losas se calcula como si fuera una viga, y se usa el ancho de 1,00 m. El procedimiento es el siguiente:

- Cálculo del peralte efectivo

$$d = t - \text{recubrimiento} = 11 - 2,5 = 8,5 \text{ cm}$$

- Cálculo de límites de acero

Área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = 0,40 * \frac{(\quad)}{\quad} * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = 0,40 * \frac{(\quad)}{\quad} * 100 * 8,5 = 1,71 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del espaciamiento

$$A_{s_{\min}} = \frac{(\quad)}{\quad} * 100 = 41,52 \text{ cm}$$

- Cálculo del espaciamiento máximo entre varillas de refuerzo $S = A_v / A_s$

Tomando en cuenta que $S_{\max} = 2t$, entonces, $S_{\max} = 2 * 11 = 22 \text{ cm}$

Entonces se utiliza $S_{\max} = 20 \text{ cm}$

- Cálculo del área de acero con espaciamiento máximo

$$A_{s_{\min}} = \frac{(0,71)}{20} * 100 = 3,55 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de momento soportado utilizando $A_{s_{\min}}$ y $A_{s_{\max}}$

$$M_{\text{sop}} = \phi (A_{s_{\min}} * F_y * \frac{(d - A_{s_{\min}} * F_y)}{1,7 * f'c * b})$$

$$M_{\text{sop}} A_{s_{\min}} = 0,90 (0,71 * 2810 * \frac{(8,5 - 0,71 * 2810)}{1,7 * 210 * 100}) = 151,62 \text{ kg-m}$$

$$M_{\text{sop}} A_{s_{\min}} = 0,90 (3,55 * 2810 * \frac{(8,5 - 3,55 * 2810)}{1,7 * 210 * 100}) = 738,05 \text{ kg-m}$$

- Cálculo de áreas de acero

Para momentos menores que el M_{sop} se usa $A_{s_{\min}}$; y para momentos mayores que el M_{sop} , se calcula el área de acero con la siguiente fórmula:

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

Los resultados se encuentran en las siguientes tablas

- Área de acero a temperatura

El acero a temperatura se diseña de la siguiente manera:

$A_{st} = 0,002 * b * t$; donde b = franja unitaria de un metro; t = espesor de losa.

$$A_{st} = 0,002 * 100 * 11 = 2,2 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento máximo (S) = 20 cm con hierro ϕ 3/8"

- Revisión por corte

Todas las losas sometidas a esfuerzos de corte, deben ser resistidos por los materiales de las mismas características; en este caso, por el tipo de losa, se utilizan dichos esfuerzos que debe resistir únicamente el concreto; por tal razón, se debe verificar si el espesor de la losa es el adecuado. El procedimiento es el siguiente:

- Cálculo del corte máximo actuante

$$V_{\max} = \frac{(CUu * L)}{2} = \frac{(1\ 555,60 * 4)}{2} = 3\ 111,20 \text{ kg}$$

L = lado corto, de los lados cortos de la losa se toma el mayor.

- Cálculo del corte máximo resistente

$$V_r = (45) \sqrt{f'c} * t; \quad V_r = (45) \sqrt{210} * 11 = 7\ 173,23 \text{ kg}$$

Comparación de V_r con V_{\max}

Si $V_r > V_{\max}$, el espesor es el adecuado; caso contrario, aumentar espesor (t); como $V_r > V_{\max}$ el espesor es el adecuado.

Tabla VI. **Áreas de acero requeridas para las losas típicas, nivel 1**

b	d	M	fc	fy	As req	As min	Ø	S	S real
cm	cm	kg-m	kg/cm ²	kg/cm ²	cm ²	cm ²	Cm	cm	cm
100	8,5	1575	210	2 810	7,44	1,71	1/2"	16	15
100	8,5	984,4	210	2 810	5,07	1,71	3/8"	15	15
100	8,5	780,6	210	2 810	3,98	1,71	3/8"	19	20
100	8,5	584,9	210	2 810	2,96	1,71	3/8"	25	20
100	8,5	428,3	210	2 810	2,15	1,71	3/8"	35	20
100	8,5	553,8	210	2 810	2,80	1,71	3/8"	27	20
100	8,5	831,5	210	2 810	4,25	1,71	3/8"	18	20
100	8,5	536,5	210	2 810	2,56	1,71	3/8"	28	20
100	8,5	442,5	210	2 810	2,10	1,71	3/8"	34	20
100	8,5	149,9	210	2 810	0,70	1,71	3/8"	101	20
100	8,5	481,4	210	2 810	2,29	1,71	3/8"	31	20
100	8,5	348,9	210	2 810	1,65	1,71	3/8"	43	20
100	8,5	416,5	210	2 810	1,97	1,71	3/8"	36	20
100	8,5	248,9	210	2 810	1,17	1,71	3/8"	61	20

Fuente: elaboración propia.

2.1.3.1.2. Losas nivel 2

Para el diseño de losas del nivel 2, el procedimiento de cálculo es el mismo que para las del nivel 1. Los resultados se exponen a continuación y el armado se presenta en los planos anexos.

Tabla VII. **Áreas de acero requeridas para las losas típicas, nivel 2**

b	d	M	fc	fy	As req	As min	Ø	S	S real
cm	cm	kg-m	kg/cm ²	kg/cm ²	cm ²	cm ²	cm	cm	cm
100	8,5	862,6	210	2 810	4,17	1,71	3/8"	17	15
100	8,5	519,8	210	2 810	2,47	1,71	3/8"	29	20
100	8,5	397,7	210	2 810	1,88	1,71	3/8"	38	20
100	8,5	250,3	210	2 810	1,18	1,71	3/8"	60	20
100	8,5	169,3	210	2 810	0,79	1,71	3/8"	89	20
100	8,5	237	210	2 810	1,11	1,71	3/8"	64	20
100	8,5	162,7	210	2 810	0,76	1,71	3/8"	93	20
100	8,5	455,3	210	2 810	2,16	1,71	3/8"	33	20
100	8,5	281,9	210	2 810	1,33	1,71	3/8"	54	20
100	8,5	232,2	210	2 810	1,09	1,71	3/8"	65	20
100	8,5	45,32	210	2 810	0,21	1,71	3/8"	336	20
100	8,5	63,9	210	2 810	0,30	1,71	3/8"	238	20
100	8,5	263,6	210	2 810	1,24	1,71	3/8"	57	20
100	8,5	174,4	210	2 810	0,82	1,71	3/8"	87	20
100	8,5	174	210	2 810	0,82	1,71	3/8"	87	20
100	8,5	106,5	210	2 810	0,50	1,71	3/8"	143	20

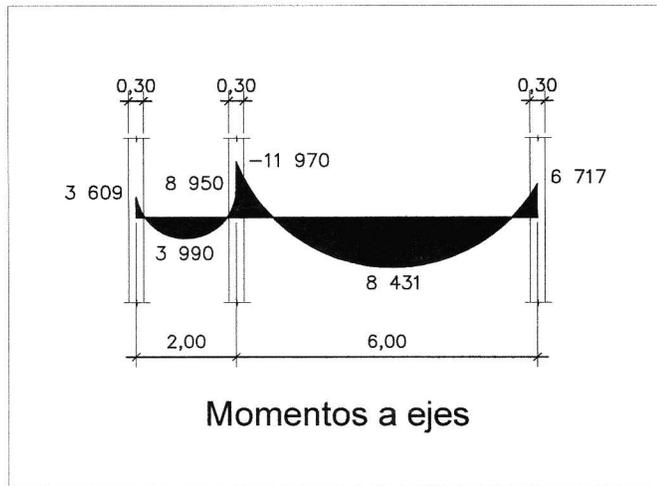
Fuente: elaboración propia.

2.1.3.2. Diseño de vigas

Consiste en diseñar las secciones de los miembros de las estructuras; se toman en cuenta las deformaciones inelásticas, para alcanzar la resistencia máxima, cuando se aplica una carga máxima a la estructura, igual a la suma de carga de servicio multiplicada por su factor de carga. Los datos necesarios para su diseño son los momentos y cortes últimos actuantes a rostro, que se toman del análisis estructural.

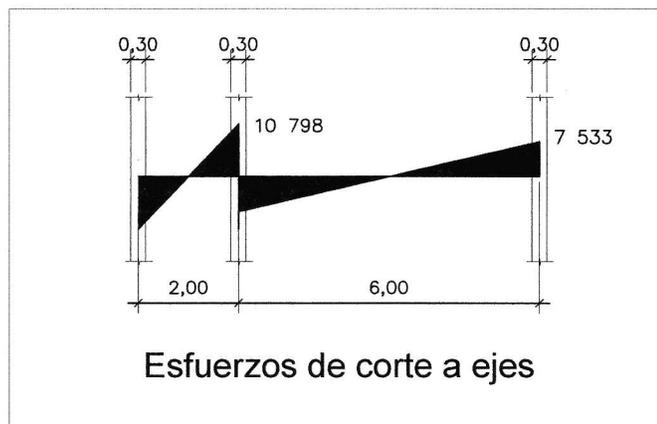
Del diagrama de envolvente de momentos y cortes últimos en el sentido Y, viga eje 3, nivel 1 (ver figuras 37 y 38).

Figura 37. **Diagrama de momentos últimos en viga eje 3 nivel 1**



Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Diagrama de cortes últimos en viga eje 3 nivel 1**



Fuente: elaboración propia.

Datos

$$b = 30 \text{ cm} \quad d = 46 \text{ cm}$$
$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

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

Vigas nivel 1, eje X-X

$$M = 11970 \text{ kg-m}$$

$$As = [(30*46) - \sqrt{(30*46)^2 - \frac{11970*30}{0,003825*210}}] * \left(\frac{0,85*210}{2810} \right) = 10,94 \text{ cm}^2$$

Límites de acero

$$\rho_{\min} = \frac{14,1}{Fy} = \frac{14,1}{2810} = 0,005017$$

$$\rho_{\text{viga}} = \frac{As}{b*d} = \frac{10,94}{30*46} = 0,007927$$

$$\rho_{\max} = 0,5 * \left(\frac{0,003*Es}{Fy+0,003*Es} * \frac{0,085^2*f'c}{Fy} \right) =$$

$$\rho_{\max} = 0,5 * \left(\frac{0,003*2,1*10^6}{2810+0,003*2,1*10^6} * \frac{0,085^2*210}{2810} \right) = 0,018$$

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{viga}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,005017 \leq 0,007927 \leq 0,018$$

$$A_{s\min} = \rho_{\min} * b*d = \frac{14,1*b*d}{Fy}$$

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d = \frac{14,1 * b * d}{F_y}$$

$$A_{smin} = \frac{14,1 * 30 * 46}{2810} = 6,92 \text{ cm}^2 \text{ (usar 2 } \emptyset 7/8\text{")}$$

Donde

$$2 \emptyset 7/8" = 2 * 3,87 = 7,74 \text{ cm}^2$$

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

$$A_{smax} = 0,018 * 30 * 46 = 24,84 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo longitudinal

Momentos negativos y positivos

$$M(-) = 11\,970 \text{ kg-m} \quad A_s = 10,94 \text{ cm}^2 \quad \text{(usar 3 } \emptyset 7/8\text{")}$$

$$M(-) = 6\,717 \text{ kg-m} \quad A_s = 5,94 \text{ cm}^2 \quad \text{(usar 2 } \emptyset 7/8\text{")}$$

$$M(+) = 8\,431 \text{ kg-m} \quad A_s = 7,54 \text{ cm}^2 \quad \text{(usar 2 } \emptyset 7/8\text{")}$$

- Requisitos sísmicos para armado

Para la cama superior: se deben colocar, como mínimo, dos varillas de acero en forma continua o tomar el mayor de los siguientes valores: A_{smin} , 33% del área de acero, calculada para el momento negativo mayor.

- $2 \emptyset 7/8" = 7,74 \text{ cm}^2$
- $A_{smin} = 6,92 \text{ cm}^2$
- $33\% A_s M(-) = 0,33 * 10,94 = 3,61 \text{ cm}^2$

Para la cama inferior: se deben colocar, como mínimo, dos varillas de acero continuo o tomar el mayor de los siguientes valores: $A_{s_{min}}$, 50% del área de acero calculada para el momento negativo mayor y 50 % del área de acero para el momento positivo, según reglamento ACI 318-08 sección 21.3.2.

- Acero transversal (estribos)

Los objetivos de colocar acero transversal son: por armado, para lograr mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada y para contrarrestar los esfuerzos de corte; esto último, en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función.

- Cálculo del corte resistente

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

$$V_R = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 30 * 46 = 9\ 009,14 \text{ kg}$$

De acuerdo al corte máximo de la figura 37 se tiene $V_u = 10\ 798 \text{ kg}$

$$V_a = \frac{10\ 798 * 0,85}{1,00} = 9\ 178,30 \text{ kg}$$

En este caso V_a , mayor que V_R , se calculan los estribos

$$\emptyset u_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} = 6,52 \text{ kg/cm}^2$$

$$u_r = \frac{V_a}{b * d} = \frac{9\ 178,30}{30 * 46} = 6,65 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \frac{(A_s * F_y)}{(u_r - \emptyset u_r) * b} = \frac{(2 * 0,71 * 2810)}{(6,65 - 6,52) * 30} = 1\ 023,12 \text{ cm}, S, \text{ es muy}$$

grande, usar $d/2 = 23 \text{ cm}$.

Dado que en todas las vigas, el corte resistente es mayor que el corte actuante, por esa razón el armado general de estribos será igual a $d/2 = 23$ cm; por modulación, también se puede usar $\varnothing 3/8"$ a cada 20 cm.

El cálculo de las vigas restantes es similar a las de la viga del eje 3. Los resultados de todas las vigas, así como su armado se presentan en las siguientes tablas y en el plano de detalles estructurales (ver el armado típico de una viga en la figura 39).

Tabla VIII. **Áreas de acero viga V-1 primer nivel Y**

Momento	As cm ²	Asmin	Asmax	Armado
3 609	3,13	7,74	25,49	2Ø7/8"
3 990	3,47	7,74	25,49	2Ø7/8"
8 950	8,03	7,74	25,49	2Ø7/8" + 1Ø3/8"
11 970	10,94	7,74	25,49	3Ø7/8"
8 431	7,54	7,74	25,49	2Ø7/8"
6 717	5,94	7,74	25,49	2Ø7/8"

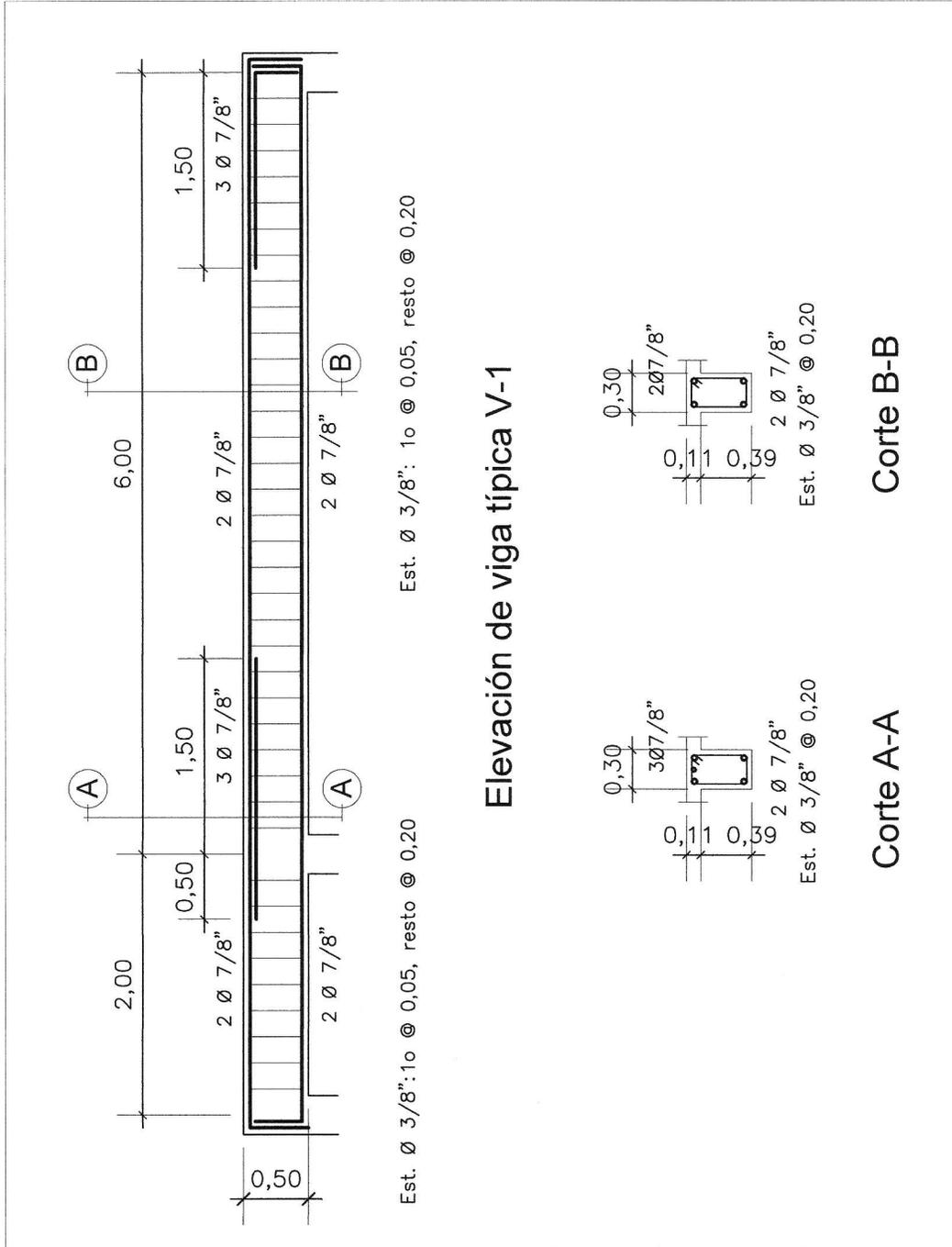
Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Áreas de acero viga V-2 segundo nivel Y**

Momento	As cm ²	Asmin	Asmax	Armado
1 410	1,19	7,74	25,49	2Ø7/8"
2 499	2,14	7,74	25,49	2Ø7/8"
5 756	5,06	7,74	25,49	2Ø7/8"
7 333	6,51	7,74	25,49	2Ø7/8"
5 282	4,63	7,74	25,49	2Ø7/8"
3 454	2,99	7,74	25,49	2Ø7/8"

Fuente: elaboración propia.

Figura 39. Viga típica V-1 nivel 1 sentido Y



Fuente: elaboración propia.

2.1.3.3. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidos a carga axial y momentos flexionantes. Las columnas se diseñan con el método de aproximación, para el perfil de falla (Método de Bresler). Se deben encontrar la carga axial que actúa en la columna y el momento actuante en el sentido X, Y.

La carga axial se calcula con base a un área tributaria; carga muerta y carga viva. Los momentos y cortes se toman de la envolvente de momentos para columnas, sentido X, Y y se toman los valores mayores para diseñar las columnas más críticas (ver figuras 27, 29, 31 y 33).

Según el ACI 318-08, sección 21.12.5.2 a 21.12.5.5 hay requisitos para el cálculo de las columnas.

Área de acero longitudinal

$$A_{s_{\min}} = 0,01 A_g$$

A_g = área gruesa

$$A_{s_{\max}} = 0,06 A_g \text{ (zona sísmica)}$$

La columna deberá tener como mínimo cuatro varillas de acero longitudinal. El lado más pequeño de una columna estructural será de 20 cm.

La sección mínima deberá ser de 400 cm². El refuerzo transversal (estribos) nunca podrá ser menor que $\varnothing 3/8"$.

- Procedimiento a seguir para el diseño de columnas

Carga axial

Aéreas tributarias: el área tributaria = 16 m²

Carga última = 1,4 CM + 1,7 CV

Nivel 1

$$CM = (0,11 \cdot 2\,400) + 150 + 90 = 504 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 300 \text{ kg/m}^2$$

$$Cu = 1,4(504) + 1,7(300) = 1\,215,60 \text{ kg/m}^2$$

$$CT = CM + CV = 504 + 300 = 804 \text{ kg/m}^2$$

$$FCU = CU/CT = 1\,215,60/804 = 1,51$$

Nivel 2

$$CM = (0,11 \cdot 2\,400) + 90 = 354 \text{ kg/m}^2$$

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

$$Cu = 1,4(354) + 1,7(100) = 665,60 \text{ kg/m}^2$$

$$CT = CM + CV = 354 + 100 = 454 \text{ kg/m}^2$$

$$FCU = CU/CT = 665,60/454 = 1,47$$

- Carga axial

Fórmula

$$Pc2 = At \cdot Cu \text{ nivel 2} + Av \cdot Lv \cdot Wc \cdot FCU$$

$$Pc = Pc2 + (Ac \cdot hc \cdot Wc \cdot FCU)_{col2} + (Av \cdot Lv \cdot Wc \cdot FCU) + At \cdot Cu \text{ nivel 1}$$

Donde

At = área tributaria de columna

Ac = área de columna

Av = área de viga

FCU = factor de carga última

Wc = peso específico

hc = altura de columna

Lv = longitud de viga

Pc = carga de columna

Pc nivel 2 = $(16 \cdot 665,60) + (0,30 \cdot 0,50 \cdot 8 \cdot 2400 \cdot 1,47) = 14\ 883,20\ \text{kg}$

Pc nivel 1 = $14\ 883,20 + (0,30 \cdot 0,30 \cdot 2,60 \cdot 2\ 400 \cdot 1,47) +$
 $(0,30 \cdot 0,50 \cdot 8 \cdot 2\ 400 \cdot 1,51) + 16 \cdot 1\ 215,60 = 39\ 507,15\ \text{kg}$

Chequeo de columnas: en el diseño de columnas, es necesario hacer varios chequeos y ver cómo funciona la columna, es decir:

- Corta
- Esbelta
- Larga

Lo cual involucra la esbeltez (E) de las columnas, se clasifican así:

Columnas cortas: $E < 22$ no se magnifica

Columnas esbeltas: $22 < E < 100$ se magnifica

Columnas largas: $E > 100$ no se usan, porque fallan por pandeo

De ACI 318-08, sección 10.12.2 (c)

Fórmula: $E = (K \cdot Lu) / r$

Donde

E = esbeltez

Lu = longitud entre apoyos

K = factor de pandeo

r = radio de giro = 0,30*lado menor

$$K = \frac{(20 - \Psi_{\text{prom}})}{20} * \sqrt{1 + \Psi_{\text{prom}}} \quad \text{para } \Psi_{\text{prom}} < 2$$

$$K = 0,90 * (\sqrt{1 + \Psi_{\text{prom}}}) \quad \text{para } \Psi_{\text{prom}} > 2$$

El factor K se determina por medio de la fórmula de Jackson, que se basa en la relación de rigidez (Ψ), donde:

$\Psi = \Sigma$ rigideces de columnas en el nodo / Σ rigideces de vigas en el nodo

Inercia de vigas = $(1/12) * 30 * 50^3 = 312\,500 \text{ cm}^4$

Inercia de columnas = $(1/12) * 30 * 30^3 = 67\,500 \text{ cm}^4$

Sentido X

$$\Psi_A = ((67\,500/360) + (67\,500/260)) / ((312\,500/370) + (312\,500/370)) = 0,26$$

$$\Psi_{\text{prom}} = 0,26/2 = 0,13 < 2$$

$$K = \frac{(20 - 0,13)}{20} * \sqrt{1 + 0,13} = 1,12$$

$$E = \frac{(1,12 * 3,60)}{(0,30 * 0,30)} = 44,80$$

Sentido Y

$$\Psi_A = ((67\,500/360) + (67\,500/260)) / ((312\,500/570) + (312\,500/170)) = 0,19$$

$$\Psi_{\text{prom}} = 0,19/2 = 0,095 < 2$$

$$K = \frac{(20 - 0,095)}{20} * \sqrt{1 + 0,095} = 1,04$$

$$E = \frac{(1,04 * 3,60)}{(0,30 * 0,30)} = 41,60$$

De acuerdo con los valores de esbeltez obtenidos en el sentido X,Y, la columna se clasifica dentro de las esbeltas, por lo que se deben magnificar los momentos actuantes.

- Magnificador de momentos

Fórmulas

$$M_d = \delta * M_a \quad EI = \frac{(E_c * I_g) / 2,5}{(1 + \beta * d)} \quad P_{cr} = \frac{(\pi^2 E * I)}{(K * L_u)^2}$$

$$\delta = \frac{1}{(1 - P_u / \varphi P_{cr})} \quad \beta_d = CM/CU$$

Donde

P_u = carga de diseño última

P_{cr} = carga crítica de pandeo de Euler = 39 507,15 kg

β_d = factor de flujo plástico = 504/804 = 0,63

E_c = módulo de elasticidad del concreto

I_g = momento de inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en consideración el refuerzo.

δ = factor de amplificación de momentos

El magnificador de momentos (δ) es un factor de seguridad; por el cual, deben multiplicarse los momentos últimos en columnas, para evitar el pandeo.

$$\delta = \frac{1}{(1 - P_u / \phi P_{cr})} > 1 \quad \phi = 0,70 \text{ si se usan estribos; } \phi = 0,75 \text{ si se usan zunchos}$$

- Cálculo del magnificador de momentos en el sentido X

$$E_c = 15\,100 \cdot \sqrt{210} = 218\,819,79 \text{ kg/cm}^2$$

$$B_d = \text{factor de flujo plástico} = \frac{504}{804} = 0,63$$

$$EI = \frac{(218\,819,79 \cdot 67\,500) / 2,5}{(1 + 0,63) \cdot 0,70} = 3,62 \text{ E9 kg-cm}^2$$

$$P_{cr} = \frac{(\pi^2 \cdot 3,62 \text{ E9})}{(1,12 \cdot 360)^2} = 219\,769,42 \text{ kg}$$

$$\delta = \frac{1}{(1 - 39\,507,15 / 0,70 \cdot 219\,769,42)} = 1,35$$

$$M_{dx} = \text{momento de diseño en X} = \delta M_x = 1,35 \cdot 4\,170 = 5\,629,50 \text{ kg-m}$$

- Cálculo del magnificador de momentos en el sentido Y

$$E_c = 15\,100 \cdot \sqrt{210} = 218\,819,79 \text{ kg/cm}^2$$

$$B_d = \text{factor de flujo plástico} = \frac{504}{804} = 0,63$$

$$EI = \frac{(218\,819,79 \cdot 67\,500) / 2,5}{(1 + 0,63) \cdot 0,70} = 3,62 \text{ E9 kg-cm}^2$$

$$P_{cr} = \frac{(\pi^2 \cdot 3,62 \text{ E9})}{(1,04 \cdot 360)^2} = 254\,880,51 \text{ kg}$$

$$\delta = \frac{1}{(1 - 39\,507,15 / 0,70 \cdot 254\,880,51)} = 1,28$$

$M_{dy} = \text{momento de diseño en Y} = \delta M_y = 1,28 * 3378 = 4\ 223,85 \text{ kg-m}$

- Diseño de columna tipo A, nivel 1

Datos

Sección	= 0,30 x 0,30 cm
M_x	= momento crítico en el sentido X = 4 170 kg-m
M_y	= momento crítico en el sentido Y = 3 378 kg-m
L_u	= longitud efectiva = 360 cm

En una estructura existe carga axial y flexión biaxial, hay varios métodos para calcular el acero longitudinal en columnas. En este caso, se utilizará el método de carga inversa desarrollado por Bresler, que es un método de aproximación del perfil de la superficie de falla. La idea fundamental es aproximar el valor $1/P'u$ (de la superficie de falla). Este valor se aproxima por un punto plano determinado, por los tres valores siguientes: la carga axial pura ($P'o$); la carga de falla para una excentricidad e_x , ($P'x_o$); la carga de falla para una excentricidad e_y , ($P'yo$).

Es uno de los métodos más utilizados, porque es sencillo y produce resultados satisfactorios, comprobados con ensayos de laboratorio.

La ecuación de carga inversa se define como:

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{P'x_o} + \frac{1}{P'yo} - \frac{1}{P'o}$$

Donde

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

$P'xo = K'x \cdot f'c^*$ = carga última que resiste la columna cuando se encuentra presente la excentricidad "ey", ($ex=0$).

$P'yo = K'y \cdot f'c^*$ = carga última que resiste la columna cuando se encuentra presente la excentricidad "ex", ($ey=0$).

$P'o = 0,70 [(0,85 \cdot f'c^* (Ag - As) + As \cdot Fy)]$ = carga última axial que resiste la columna o la carga concéntrica que resiste la misma, ($ex = 0, ey = 0$).

Kx y Ky son coeficientes, se obtienen del diagrama de interacción en columnas.

Si $P'u > Pu$, entonces el armado propuesto es correcto, de lo contrario, se aumenta el área de acero.

Datos

$$Pu = 39\,507,15 \text{ kg}$$

$$Mdx = 5\,629,50 \text{ kg-m}$$

$$Mdy = 4\,223,85 \text{ kg-m}$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$\text{Recubrimiento} = 3 \text{ cm}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,01*(30*30) = 9 \text{ cm}^2 \quad A_{s_{\max}} = 0,06*(30*30) = 54 \text{ cm}^2$$

En este caso se proponen 8 varillas $\varnothing 3/4" = 22,80 \text{ cm}^2$

Para el diseño de columnas, el método Bresler utiliza los diagramas de interacción. Los valores a utilizar en los diagramas son:

Valor de la gráfica

$$Y_x = 25/30 = 0,83$$

$$Y_y = 25/30 = 0,83$$

Valor de la curva

$$\rho_{\mu} = \frac{A_s * F_y}{A_g * 0,85 * f_c} = \frac{22,80 * 2810}{30 * 30 * 0,85 * 210} = 0,40$$

Excentricidades

$$E_x = M_{dx}/P_u = 5629,50/39507,15 = 0,14$$

$$E_y = M_{dy}/P_u = 4223,85/39507,15 = 0,11$$

Valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0,14/0,30 = 0,47$$

$$e_y/h_y = 0,12/0,30 = 0,37$$

Con los datos obtenidos en los incisos en el valor de la gráfica, de la curva y las diagonales se buscan los valores en el diagrama de interacción, y se encuentra $K_x = 0,25$ y $K_y = 0,55$.

- Cálculo de cargas

$$P'x = 0,25 \cdot 210 \cdot 30 \cdot 30 = 47\,250 \text{ kg}$$

$$P'y = 0,55 \cdot 210 \cdot 30 \cdot 30 = 103\,950 \text{ kg}$$

$$P'o = 0,70 [((0,85 \cdot 210 \cdot (30 \cdot 30 - 22,80)) + (22,80 \cdot 2\,810))] = 154\,453,74 \text{ kg}$$

Calcular P'u

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{47\,250} + \frac{1}{103\,950} - \frac{1}{154\,453,74} ; P'u = 41\,136,01 \text{ kg}$$

Como $P'u > P_u$, el área de acero que se propuso, si soporta los esfuerzos a los que está sometido el elemento. En caso contrario, se debe aumentar el área de acero.

- Diseño de columna tipo A', nivel 2

Datos

Sección	= 0,30 x 0,30 cm
Mx	= momento crítico en el sentido X = 1 730 kg-m
My	= momento crítico en el sentido Y = 3 946 kg-m
Lu	= longitud efectiva = 260 cm
Pu	= 14 883,20 kg
Mdx	= 1 816,50 kg-m
Mdy	= 4 222,22 kg-m
f'c	= 210 kg/cm ²
Fy	= 2 810 kg/cm ²
Recubrimiento	= 3 cm

$$A_{s_{\min}} = 0,01*(30*30) = 9 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0,06*(30*30) = 54 \text{ cm}^2$$

En este caso se proponen $4 \text{ } \varnothing 3/4" + 4 \text{ } \varnothing 1/2" = 16,48 \text{ cm}^2$

Para el diseño de columnas, el método Bresler utiliza los diagramas de interacción. Los valores a utilizar en los diagramas son:

Valor de la gráfica

$$Y_x = 25/30 = 0,83$$

$$Y_y = 25/30 = 0,83$$

Valor de la curva

$$\rho\mu = \frac{A_s * F_y}{A_g * 0,85 * f_c} = \frac{16,48 * 2810}{30 * 30 * 0,85 * 210} = 0,28$$

Excentricidades

$$E_x = M_{dx}/P_u = 1816,50/14883,20 = 0,12$$

$$E_y = M_{dy}/P_u = 4222,22/14883,20 = 0,28$$

Valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0,12/0,30 = 0,40$$

$$e_y/h_y = 0,28/0,30 = 0,93$$

Con los datos obtenidos anteriormente se buscan los valores en el diagrama de interacción y se encuentra $K_x = 0,17$ y $K_y = 0,48$.

- Cálculo de cargas:

$$P'x = 0,17 \cdot 210 \cdot 30 \cdot 30 = 32\,130 \text{ kg}$$

$$P'y = 0,48 \cdot 210 \cdot 30 \cdot 30 = 90\,720 \text{ kg}$$

$$P'o = 0,70 [(0,85 \cdot 210 \cdot (30 \cdot 30 - 16,48)) + (16,48 \cdot 2\,810)] = 142\,812 \text{ kg}$$

Calcular $P'u$

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{32\,130} + \frac{1}{90\,720} - \frac{1}{142\,812}; P'u = 28\,454,14 \text{ kg}$$

Como $P'u > P_u$, el área de acero que se propuso, si soporta los esfuerzos a los que está sometido el elemento. En caso contrario, se debe aumentar el área de acero.

- Refuerzo transversal

Refuerzo por corte

$$V_r = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{210} \cdot 30 \cdot 27 = 5\,287,98 \text{ kg}$$

De los diagramas de corte (figura 20); $V_a = 2\,380 \text{ kg}$ y al comparar V_r y V_a , entonces $V_r > V_a$, se colocan estribos a $S_{\max} = d/2$; si $V_r < V_a$, se diseñan estribos por corte.

Como el requisito es que la varilla mínima permitida sea la $\emptyset 3/8''$ y como $V_r > V_a$, se colocan estribos a $S_{\max} = d/2 = 27/2 = 13,5 \text{ cm}$

Cálculo del espaciamiento del estribo en zona confinada

Fórmulas:

$$S_o = \frac{2A_v}{R_s * L} \quad p_s = 0,45 \left(\frac{2A_v}{R_s * L} - 1 \right) \left(\frac{0,85f'_c}{F_y} \right)$$

Donde

- A_v = área transversal que se utiliza como estribo
- L_n = longitud no soportada del estribo
- S_o = espaciamiento entre estribos, zona confinada
- p_s = relación volumétrica de la columna $\geq 0,12 * \left(\frac{f'_c}{F_y} \right)$
- A_g = área gruesa
- A_{ch} = área chica

Al calcular S_o para las columnas se tiene

$$p_s = 0,45 \left(\frac{30*30}{24*24} - 1 \right) \left(\frac{0,85*210}{2810} \right) = 0,014 > 0,12 * \left(\frac{210}{2810} \right) = 0,008$$

Suponiendo un estribo $\emptyset 3/8''$, $A_v = 0,71 \text{ cm}^2$ y se tiene

$$S_o = \frac{2*0,71}{0,014*24} = 4,22 \text{ cm}$$

Colocar el estribo $\emptyset 3/8''$ a cada 0,04 m en la longitud de confinamiento.

- Longitud de confinamiento L_o

La longitud L_o no debe ser menor que la mayor de (ACI 318-08 sección 21.4.4.4)

- Sexta parte del claro libre (L_u) del elemento. Claro libre del elemento; $L_u = 360$ cm, entonces $L_o = 360/6 = 60$ cm
- Mayor dimensión de la sección transversal del elemento, $L_o = 30$ cm
- 45 cm

Por lo que la longitud de confinamiento, será de 60 cm

Ver figura 40, detalle de columna tipo A y A' niveles 1 y 2

2.1.3.4. Diseño de zapata

Los antecedentes que se tomarán en cuenta para el diseño de las zapatas son las fuerzas y los momentos últimos de la envolvente de momentos y los datos del valor soporte del suelo, ya anotados. Se calcula la zapata típica crítica ejes B y 3.

Datos

$$P_u = 39\,507,15 \text{ kg}$$

$$M_{ux} = 4\,170 \text{ kg-m}$$

$$M_{uy} = 3\,378 \text{ kg-m}$$

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

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

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

$$V_s = 22\,000 \text{ kg/m}^2$$

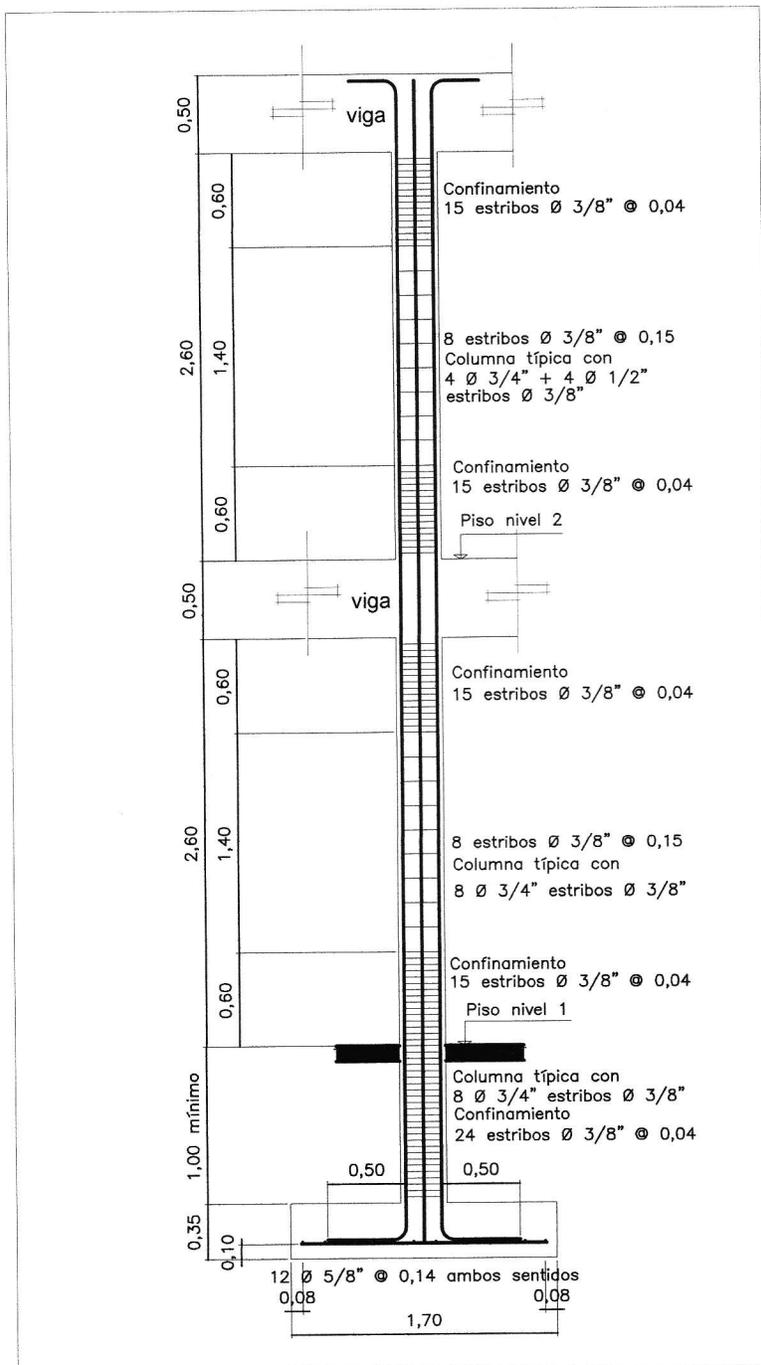
$$FCU_x = 1,51$$

$$FCU_y = 1,47$$

$$W_s = 1\,500 \text{ kg/m}^3$$

Área de zapata: las zapatas deben dimensionarse para soportar las cargas de servicio y las reacciones inducidas.

Figura 40. Detalle de columna tipo A y A' niveles 1 y 2



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de cargas de trabajo

$$P = P_u/FCU = 39\,507,15 / 1,51 = 26\,163,68 \text{ kg}$$

$$M_{tx} = M_{ux}/FCU = 4\,170 / 1,51 = 2\,761,59 \text{ kg-m}$$

$$M_{ty} = M_{uy}/FCU = 3\,378 / 1,47 = 2\,297,96 \text{ kg-m}$$

- Predimensionamiento del área de zapata

$$A_z = 1,5P/V_s = 1,5 \cdot 26\,163,68 / 22\,000 = 1,78 \text{ m}^2$$

$$\text{Se recomienda zapata de } 1,70 \text{ m} \times 1,70 \text{ m} = 2,89 \text{ m}^2$$

- Chequeo de presión sobre el suelo

La zapata transmite, verticalmente al suelo, las cargas aplicadas a ella, por medio de la superficie, en contacto con este y ejerce una presión cuyo valor se define por la fórmula:

$$Q_{q_{\max/\min}} = P/A_z \pm M_{tx}/S_x \pm M_{ty}/S_y$$

Donde $S = 1/6 \cdot b \cdot h^2$; además se debe tomar en cuenta que no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte del suelo (V_s). Para la zapata 1 se tiene:

$$S_x = S_y = 1/6 \cdot 1,70 \cdot 1,70^2 = 0,82 \text{ m}^3$$

$$P = P + P_s + P_{col} + P_{cim}$$

$$P = 26\,163,68 + (2,89 \cdot 1 \cdot 1\,500) + (0,30 \cdot 0,30 \cdot 3,60 \cdot 2\,400) + (2,89 \cdot 0,35 \cdot 2\,400) = 33\,704 \text{ kg}$$

$$q_{\max/\min} = 33\,704/2,89 + 2\,761,59/0,82 + 2\,297,96/0,82 = 17\,832,43 \text{ kg/m}^2$$

$q_{\max} = 17\,832,43 \text{ kg/m}^2$ cumple, no excede el valor soporte del suelo, $22\,000 \text{ kg/m}^2$

$q_{\min} = 5\,492,06 \text{ kg/m}^2$ cumple, sólo compresión en el suelo

- Presión última

Como se observa en los cálculos anteriores, la presión está distribuida de forma variable; pero para efectos de diseño estructural, se toma una presión última; se usa el criterio:

$$q_u = q_{\max} * FCU = 17\,832,43 * 1,51 = 26\,926,97 \text{ kg/m}^2$$

- Espesor de zapata

Para dimensionar el espesor de la zapata es necesario que resista tanto el corte simple o corte flexionante como el punzonamiento, causado por la columna y las cargas actuantes. Se considera un espesor $t = 0,35 \text{ m}$, con un recubrimiento de $0,075 \text{ m}$.

- Chequeo por corte simple

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna. Por tal razón, se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante. Esto se hace, al chequear, de la siguiente forma (ver figura 41).

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\varnothing}{2} = 35 - 7,5 - 1,59/2 = 26,71 \text{ cm}$$

Asumiendo un \varnothing de varilla de 5/8"

$$V_a = \text{área} \cdot q_{\text{diseño}} \cdot U = 0,43 \cdot 1,70 \cdot 26\,926,97 = 19\,683,62 \text{ kg}$$

$$V_r = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{210} \cdot 170 \cdot 26,71 = 29\,643,35 \text{ kg}$$

Entonces $V_a < V_r$, por lo tanto si chequea

- Chequeo por corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata, debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella, alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla, se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna (ver figura 42).

$$d = 26,71 \text{ cm} = 27 \text{ cm}$$

$$V_a = \text{área} \cdot q_{\text{diseño}} \cdot U = [(1,7 \cdot 1,7) - (0,57 \cdot 0,57)] \cdot 26\,926,97 = 69\,070,37 \text{ kg}$$

b_o = perímetro de sección crítica de punzonamiento

$$V_r = 0,85 \cdot 1,06 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d = 0,85 \cdot 1,06 \cdot \sqrt{210} \cdot 228 \cdot 27 = 80\,377,23 \text{ kg}$$

Como $V_a < V_r$, por lo tanto, si chequea, entonces se usa $t = 0,35 \text{ m}$

- Diseño de refuerzo por flexión

El empuje hacia arriba del suelo produce un momento flector en la zapata. Por tal razón, es necesario reforzarla con acero, para resistir los esfuerzos inducidos. Se calcula de la siguiente manera:

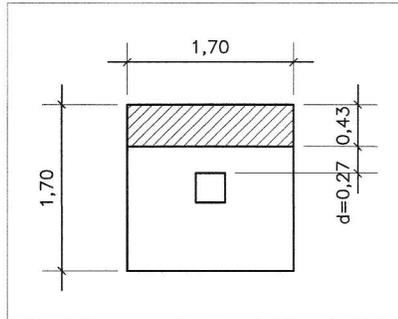
- Sentido X

Momento último: se define como una losa en voladizo y su fórmula es:

$$P_{cr} = \frac{q_u * L^2}{2} = \frac{26\,926,97 * 0,70^2}{2} = 6\,597,11 \text{ kg-m, donde } L \text{ es la distancia,}$$

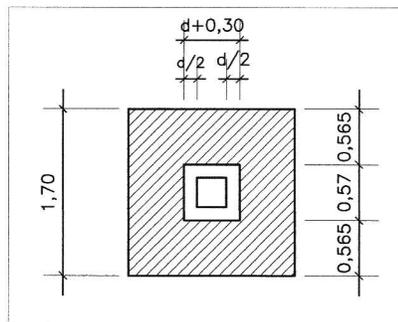
medida desde el rostro de la columna al final de la zapata.

Figura 41. **Chequeo por corte simple**



Fuente: elaboración propia.

Figura 42. **Chequeo por corte punzonante**



Fuente: elaboración propia.

- Área de acero

El área de acero se define por la fórmula:

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

donde b = 170 cm y d = 27 cm; $A_s = 10,06 \text{ cm}^2$

$$A_s = [170*27 - \sqrt{(170 * 27)^2 - \frac{6\,597,11*170}{0,003825*210}}] * \left(\frac{0,85*210}{2\,810} \right)$$

$$A_s = 9,83 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 100*27 = 13,54 \text{ cm}^2$$

Como A_s requerida < $A_{s_{\min}}$, entonces se usa $A_{s_{\min}}$

Espaciamiento entre varillas: se define por la fórmula $S = A_v/A_s$, al utilizar un $A_v = 1,98 \text{ cm}^2$ ($\emptyset 5/8''$), entonces:

$$S = 1,98/13,54 = 0,14 \text{ m}$$

Colocar varillas de $\emptyset 5/8''$ @ 0,14 m en el sentido X

- Sentido Y

$$\text{Momento último} = M_u = \left(\frac{19\,674,21*0,85^2}{2} \right) = 7\,107,31 \text{ kg-m}$$

$$d_y = d_x - \left(\frac{\emptyset_x}{2} \right) - \left(\frac{\emptyset_y}{2} \right) = \left(\frac{27-1,59}{2} \right) - \left(\frac{1,59}{2} \right) = 25,41 \text{ cm}^2$$

$$A_s = [170*27 - \sqrt{(170 * 27)^2 - \frac{7\,107,31*170}{0,003825*210}}] * \left(\frac{0,85*210}{2\,810} \right) = 10,60 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \left(\frac{14,1}{2\,810} \right) * 100*27 = 13,54 \text{ cm}^2$$

Como A_s requerida $< A_{s_{min}}$, entonces se utiliza $A_{s_{min}}$

Espaciamiento entre varillas = $S = 1,98/13,54 = 0,14$ m

Colocar varillas $\varnothing 5/8'' @ 0,14$ m en el sentido Y

Se puede colocar varillas $\varnothing 5/8'' @ 0,14$ en ambos sentidos

Los valores anteriormente obtenidos son de la zapata tipo Z-1, que va desde el eje 1 hasta el eje 11 sobre el eje B (el eje mas critico); debido a que las áreas tributarias de las cargas para otros ejes varia, se calcularon otros tipos de zapatas y los resultados están en la tabla X (ver plano de detalles estructurales en hoja 8/12).

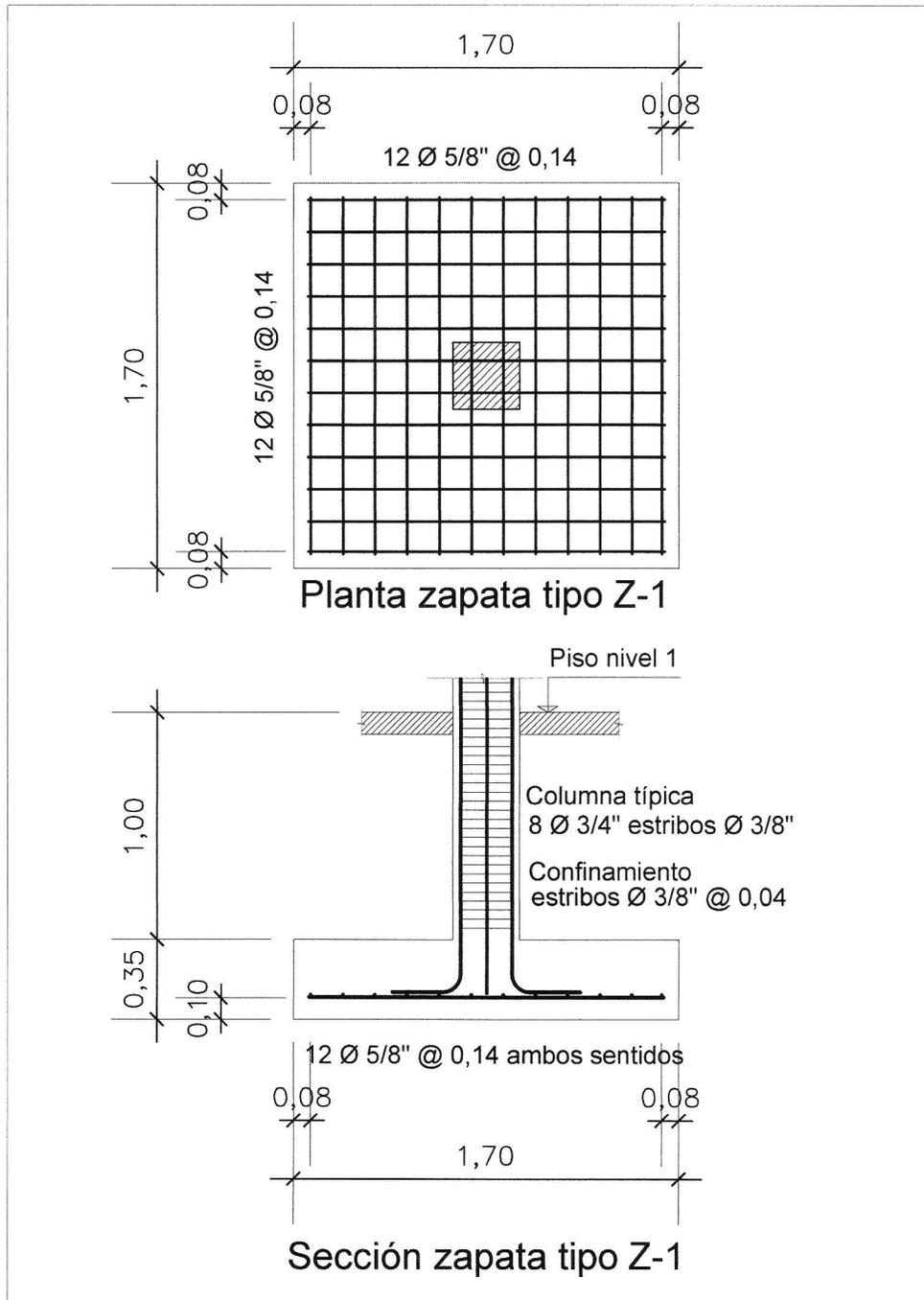
Tabla X. **Tipos de zapatas (ver planos estructurales)**

Zapata	Ejes	Area m ² calculada	Area m ² sugerida	dimensiones en m	Espesor en m	Refuerzo ambos sentidos
Z-1	B-1, B11	1,96	2,89	1,70 x 1,70	0,35	$\varnothing 5/8''$
Z-2	A-1,A- 11	0,85	1,00	1,00x1,00	0,35	$\varnothing 5/8''$
Z-3	A-2, A- 10	1,54	1,96	1,40x1,40	0,35	$\varnothing 5/8''$

Fuente: elaboración propia.

Ver figura 43

Figura 43. Detalle de zapata Z-1



Fuente: elaboración propia.

2.1.3.5. Dimensionamiento del cimiento corrido

Se tomará como base para la revisión 1,00 m de cimiento corrido como longitud unitaria; para fines de evaluación, se tomará una carga de trabajo de 2 000 kg/m = W + carga última distribuida = 5 660,00 kg/m (obtenida de la integración de cargas del muro del nivel 1). Para los muros de carga, se realiza la revisión por presión en el suelo, aplicado por el cimiento corrido, el cual deberá cumplir con el límite de valor soporte de diseño.

Datos

t	= 0,20 m
$W_{\text{adicional}}$	= 2 000 kg/m
Ancho	= 0,50 m
V_s	= 22 000 kg/m ²
W_{suelo}	= 1 500 kg/m ³
W_{concreto}	= 2 400 kg/m ³
FCU	= 1,55
f'_c	= 210 kg/cm ²
F_y	= 2 810 kg/cm ²

$$\text{Área del cimiento} = A_z = 0,50 \cdot 1,00 = 0,50 \text{ m}^2$$

Revisión de la presión sobre el suelo, por integración de cargas:

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{muro}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}} + W'$$

Donde

$$P_{\text{muro}} = h \cdot t \cdot A_u \cdot W_c = 3,40 \cdot 0,15 \cdot 1,00 \cdot 2\,400 = 1\,224 \text{ kg}$$

$$P_{\text{suelo}} = \text{desplante} \cdot A_z \cdot W_s = 0,80 \cdot 0,50 \cdot 1\,500 = 600 \text{ kg}$$

$$P_{\text{cimiento}} = A_z \cdot t \cdot W_c = 0,50 \cdot 0,20 \cdot 2\,400 = 240 \text{ kg}$$

$$W' \text{ o carga de trabajo} = W' \cdot A_u = 2\,000 + 5\,660 \cdot 1,00 = 7\,660 \text{ kg}$$

$$P_{\text{tot}} = 9\,724 \text{ kg}$$

- La presión sobre el suelo será

$$Q_{q_{\text{max}}} = 9\,724 / 0,5 = 19\,448 \text{ kg/m}^2 ; q_{\text{max}} < V_s = 22\,000 \text{ kg/m}^2$$

La distribución de presión es uniforme, no existen presiones de tensión en el suelo. Debido a que la presión es constante se hace que: $q_{\text{dis}} = q_{\text{max}}$ y se obtiene un q_{dismax} .

$$Q_{q_{\text{dismax}}} = q_{\text{dis}} \cdot \text{FCU} = q_{\text{max}} \cdot \text{FCU} = 19\,448 \cdot 1,55 = 30\,144,40 \text{ kg/m}^2$$

- Revisión por corte simple

Datos

$$t = 20 \text{ cm, varilla } \varnothing 3/8", \text{ recubrimiento} = 7,5 \text{ cm}$$

$$d = t - \text{recubrimiento} - \left(\frac{\varnothing}{2}\right) = 20 - 7,5 - \left(\frac{0,95}{2}\right) = 12,03 \text{ cm}$$

$$V_{\text{act}} = \text{área}_{\text{ashurada}} \cdot Q_{q_{\text{dismax}}} = 0,04 \cdot 1,00 \cdot 30\,144,40 = 1\,205,78 \text{ kg/m}^2$$

- Calcular V_r = corte resistente

$$V_r = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{210} \cdot 100 \cdot 12,03 = 7\ 853,62 \text{ kg/m}^2$$

No hay zona punzonante, por lo tanto, no se chequea.

- Revisión por flexión

La sección típica por flexión para cimientos corridos en muros de concreto, se da como se muestra en los anexos que se encuentran en los planos.

El momento último será:

$$M_u = (q_{\text{dismax}} \cdot L^2 / 2) = \left(\frac{30\ 144,40 \cdot (0,02)^2}{2} \right) = 6,03 \text{ kg-m}$$

Área de acero: el área de acero se define con la fórmula:

$$A_s = \left[(b \cdot d) - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M \cdot b}{0,003825 \cdot f'_c}} \right] \cdot \left(\frac{0,85 \cdot f'_c}{F_y} \right)$$

$$A_s = \left[(50 \cdot 12,03) - \sqrt{(50 \cdot 12,03)^2 - \frac{6,03 \cdot 50}{0,003825 \cdot 210}} \right] \cdot \left(\frac{0,85 \cdot 210}{2\ 810} \right) = 0,02 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \left(\frac{14,1}{2\ 810} \right) \cdot 50 \cdot 12,03 = 3,02 \text{ cm}^2$$

Como A_s requerida $<$ $A_{s_{\text{min}}}$, entonces se utiliza $A_{s_{\text{min}}}$

Espaciamiento entre varillas = $S = 0,71 / 3,02 = 0,235 \text{ m}$

Colocar varillas $\varnothing 3/8'' @ 0,20 \text{ m}$

Como no existe flexión en el sentido Y, se coloca área de acero por temperatura con la fórmula siguiente:

$$A_{s_{temp}} = 0,002 * b * t = 0,002 * 50 * 12,03 = 1,20 \text{ cm}^2, \text{ colocar } 2 \text{ } \varnothing \text{ } 3/8''$$

El espaciamiento entre varillas de refuerzo está definido al usar varilla $\varnothing 3/8''$ en un ancho de 0,50 m; se colocará a una distancia de $S = 0,20 \text{ m}$.

Los resultados del diseño de los cimientos se presentan en plano de detalles estructurales hoja 08/12.

2.1.3.6. Diseño de la escalera

Para que una escalera sea cómoda y segura, dependerá de su relación de pendiente o relación de dimensiones de los peldaños; es decir, la relación de huella y contrahuella. Las siguientes relaciones pueden garantizar la comodidad de una escalera.

Datos

C = contrahuella

H = huella

$C < 20 \text{ cm}$

$2C + H < 64 \text{ cm}$ (valor cercano)

$C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm}$

$C * H = 480 \text{ a } 500$

Cargas de diseño para escalera

$CM = PP(\text{escalera}) + PP(\text{acabados})$

$PP(\text{escalera}) = Wc(t + C/2)$

Número de escalones mínimos = $h/C_{\max} = 3,1/0,20 = 16$ escalones

Se tomarán 9 contrahuellas antes del descanso

Número de huellas = $9 - 1 = 8$ huellas

$H = 2,40 / 8 = 0,30$ m

$C = \text{altura/número contrahuellas} = 3,1/18 = 0,172$ m

Chequeos:

$C = 17,2$ cm < 20 cm ok

$H = 30$ cm ok

$2C + H = 2*17,2 + 30 = 64,40$ cm ok

$C + H = 17,2 + 30 = 47,20$ cm ok

$C * H = 17,2 * 30 = 516$ cm² ok

Se tiene 18 contrahuellas de 17,2 cm y 15 huellas de 30 cm

Integración de cargas:

Peso propio de la escalera = $2\ 400(0,12+0,172/2) = 350,40$ kg/m²

Acabados = 100 kg/m²

Total = 450,40 kg/m²

Carga viva = 500 kg/m²

$C_u = 1,4 * (450,40) + 1,7 * (500) = 1\ 480,56$ kg/m²

$d = \sqrt{(1,55)^2 + (2,40)^2} = 2,86$ m

$M(+)= \left(\frac{1\ 480,56*(2,86)^2}{9} \right) = 1\ 345,60$ kg-m

$M(-)= \left(\frac{1\ 480,56*(2,86)^2}{14} \right) = 865,03$ kg-m

- Cálculo de áreas de acero de la escalera

Se calcula el área de acero con la siguiente fórmula:

$$A_s = [(b*d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M*b}{0,003825*frc}}] * \left(\frac{0,85*frc}{F_y} \right)$$

Para M(+) = 1 345,60 kg-m

$$A_s = [(100*8,05) - \sqrt{(100 * 8,05)^2 - \frac{1\,345,60*100}{0,003825*210}}] * \left(\frac{0,85*210}{2\,810} \right) = 6,67 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 0,40 * \frac{(14,1)}{2810} * 100 * 8,5 = 1,71 \text{ cm}^2$$

Como A_s requerida $>$ $A_{s_{\min}}$, entonces se usa A_s requerida.

$$A_{s_{\min}} = 0,40 * \frac{(14,1)}{2\,810} * 100 * 8,5 = 1,71 \text{ cm}^2$$

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

$$A_{s_{\max}} = 0,018 * 100 * 8,5 = 15,30 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{real}}} = 0,71 / 10 * 100 = 7,10 \text{ cm}^2$$

$$S = 0,71 / 6,67 = 0,106 \text{ m}$$

Para M(+) = 1 355,02 kg-m

$A_s = 6,72 \text{ cm}^2$; usar $\emptyset 3/8'' @ 0,10 \text{ m}$

Para M(-) = 871,09 kg-m

$A_s = 4,22 \text{ cm}^2$; usar $\emptyset 3/8'' @ 0,15 \text{ m}$

- Área de acero a temperatura

El acero a temperatura se diseña de la siguiente manera:

$A_{st} = 0,002 * b * t$; donde b = franja unitaria de un metro; t = espesor de losa

$A_{st} = 0,002 * 100 * 12 = 2,4 \text{ cm}^2$; (S_{max}) = 20 cm con hierro $\varnothing 3/8$ "

- Revisión por corte

Todas las losas sometidas a esfuerzos de corte, deben ser resistidos por los materiales de las mismas características; en este caso, por el tipo de losa, se utilizan dichos esfuerzos que debe resistir únicamente el concreto; por tal razón, se debe verificar si el espesor de la losa es el adecuado. El procedimiento es el siguiente:

- Cálculo del corte máximo actuante

$$V_{max} = (C U_u * L) / 2 = (1\,480,56 * 1,925) / 2 = 1\,425,04 \text{ kg}$$

L = lado corto, de los lados cortos de la losa se toma el mayor.

- Cálculo del corte máximo resistente

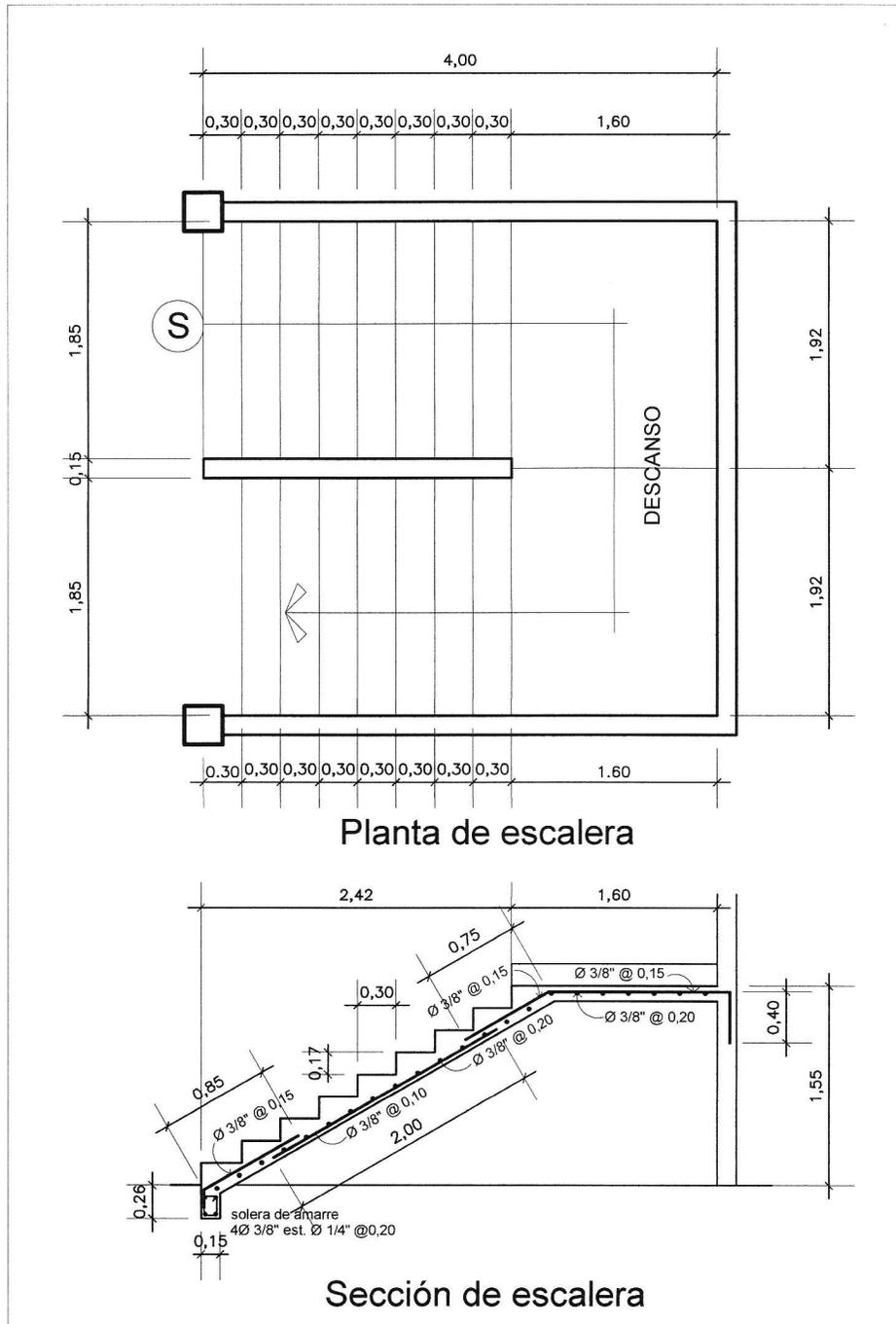
$$V_r = 45 * \sqrt{f'_c} * t; \quad V_r = 45 * \sqrt{210} * 10 = 6\,521,12 \text{ kg}$$

Comparación de V_r con V_{max}

Si $V_r > V_{max}$, el espesor es el adecuado; caso contrario, aumentar espesor (t); como $V_r > V_{max}$ el espesor es el adecuado.

Los resultados se encuentran en la figura 44.

Figura 44. Detalle de escalera



Fuente: elaboración propia.

- Diseño de instalaciones

Diseño de instalaciones eléctricas. Se propone utilizar flipón de 20 amperios para carga viva de 120 voltios, con la fórmula siguiente se determina si el circuito no excede al flipón:

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde

I = corriente (amperios)

P = potencia (watts)

V = voltaje (voltios)

Para iluminación se utilizará lo siguiente: lámparas con capacidad de 80 watts, en el circuito se recomienda utilizar un promedio de 10 a 13 lámparas por circuito, por si hay problemas de iluminación que no sea mucha área cubierta:

$$P = 80 * 13 = 1\ 040 \text{ (watts)} \quad I = \frac{1040}{120} \approx 9 \text{ amperios}$$

La cantidad de lámparas a colocar no excede al flipón.

Para fuerza se utilizará lo siguiente: tomacorrientes dobles con consumo aproximado de 180 watts, en el circuito se recomienda utilizar un promedio de 5 a 7 tomacorrientes.

$$P = 180 * 7 = 1\ 260 \text{ (watts)} \quad I = \frac{1260}{120} \approx 11 \text{ amperios}$$

La cantidad de tomacorrientes a utilizar no excede al flipón.

Diseño de instalaciones de drenaje pluvial. Para las bajadas de agua pluvial se calcula el caudal con la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde

Q = caudal (m³/s)

C = coeficiente de escorrentía del concreto = 1,2

I = intensidad de lluvia = (mm/hora)

$$I_{Tr} = \frac{1161}{(t+4)^{1,15}}$$

t = tiempo de concentración = asumir un tiempo de 30 segundos

$$I_{Tr} = \frac{1161}{(0,5+4)^{1,15}} = 206 \text{ mm/hora}$$

A = Área de techo = 0,0351 hectáreas

$$Q = \frac{1,2 \cdot 206 \cdot 0,0351}{360} = 0,024 \text{ m}^3/\text{s} = 24,10 \text{ l/s}$$

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 colocarán 6 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 260 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

$$Q = \frac{40 \cdot 260}{86\,400} \approx 0,120 \text{ l/s}$$

Se propone una bomba de $\frac{1}{4}$ de caballo de fuerza, es recomendable mantener una presión entre 10 y 40 metros columna de agua, en este caso se usará 30 metros columna de agua.

Con la fórmula 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 (l/s)

$$Q_b = \frac{76 \cdot 0,25 \cdot 0,60}{30} = 0,38 \text{ l/s}$$

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 utilizó un circuito cerrado para mantener la misma presión en todo el circuito.

2.1.3.7. Planos constructivos

El juego de planos elaborado para el edificio escolar se presenta en el apéndice. Está formado por los siguientes planos:

- Planta de conjunto
- Planta amueblada
- Planta acotada
- Fachada + secciones
- Planta de acabados
- Planta de cimentación
- Planta de losas
- Detalles estructurales
- Planta electricidad iluminación
- Planta electricidad fuerza
- Planta de drenajes
- Planta de plomería + detalles

2.1.4. Presupuesto

Para la elaboración del presupuesto del edificio escolar de dos niveles, se tomaron aspectos como, precios de materiales cotizados en el municipio; los salarios de mano de obra, tanto calificada como no calificada se aplicaron los que la municipalidad asigna para casos similares. En cuanto a indirectos se aplicó el 57,67%; se toman en cuenta los imprevistos, gastos administrativos, cuota patronal del IGSS, pago del IVA, supervisión y utilidad.

2.1.4.1. Materiales

La cuantificación de materiales se calculó, de acuerdo con los planos finales y se realizaron varias cotizaciones para tener un precio real de materiales. Los costos que se manejan en este presupuesto son los que predominan en el municipio de Salamá y son puestos en obra (ver tabla XI).

2.1.4.2. Mano de obra

Se utilizaron los salarios de mano de obra calificada y no calificada que la municipalidad de Salamá maneja para estar de acuerdo con los criterios de la misma. El salario será de acuerdo al tipo de unidad que corresponde en cada uno de los renglones de trabajo (ver tabla XI).

2.1.4.3. Costo total del proyecto

El presupuesto final del proyecto está conformado por cada uno de los renglones de trabajo y están integrados en costos unitarios de materiales y mano de obra (ver tabla XI).

2.1.4.4. Evaluación de impacto ambiental

- Definición

Impacto ambiental se define como 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 o su edificación pueda causar algún impacto negativo al ambiente y por lo consiguiente afecte a la población a su alrededor, con esto mitigar las posibles causas que afectan el ambiente.

- Fines y aspectos cubiertos

Los fines determinantes de la EIA son: vigilar si el proyecto que se elaborará no causará daños al ambiente durante su ejecución o después de terminado dicho proyecto, proponer medidas de mitigación a cualquier efecto negativo causado al ambiente.

Los aspectos cubiertos por la EIA son todos los relacionados con el ambiente entre estos están: el aire, en el aire se deben 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 mezcla con el agua y así no cause problemas de contaminación, suelo, para el suelo se debe determinar si algún material también usado causa daños, por ejemplo, el líquido de batería de la maquinaria se derrama 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 más, 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 anexo 2).

Tabla XI. Presupuesto e integración de precios unitarios, edificio escolar de dos niveles

EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL SECTOR VALLE DE SAN JOSÉ, BARRIO SAN JOSÉ, SALAMÁ, BAJA VERAPAZ

	RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U	TOTAL
	PRESUPUESTO POR RENGLONES				
	1. TRABAJOS PRELIMINARES				
1	1.1 Compra de herramienta / alquiler equipo	global	1.00	Q7 056,00	Q7 056,00
2	1.2 Retiro, limpieza y trazo (202,00 ml)	ml	202.00	Q544.03	Q109 894,06
3	1.3 Guardianía, bodega materiales (7,20 x 7,20)	m2	51,84	Q367.86	Q19 069,86
	2. CIMENTACIÓN				
4	2.1 Zapata Típica Z-1 (Ø5/8") (11 u)	m3	11.00	Q3 822.04	Q42 042,44
5	2.2 Zapata Típica Z-2 (Ø5/8") (13 u)	m3	13.00	Q1 239,39	Q16 112,07
6	2.3 Zapata Típica Z-3 (Ø5/8") (9 u)	m3	9.00	Q2 607,20	Q23 464,80
7	2.4 Cimiento corrido de 0,40 (3Ø3/8") (17,70 ml)	ml	17,70	Q650.04	Q11 505,71
8	2.5 Solera de humedad de 0,15 (4 Ø 3/8") (202 ml)	ml	202.00	Q282.77	Q57 119,54
	3. ESTRUCTURAS				
9	3.1 Columna A (8Φ 3/4") 33 u (primer nivel)	ml	148,50	Q1 102,97	Q163 791,05
10	3.2 Columna A' (4Φ 3/4"+ 4Ø1/2") 33 u (segundo nivel)	ml	99.00	Q1,018.91	Q100 872,09
11	3.3 Columna B (4 Ø 3/8") 13 u (dos niveles)	ml	97,50	Q237.51	Q23 157,23
12	3.4 Columna C (4 Ø 3/8") 7 u (dos niveles)	ml	52,50	Q281.96	Q14 802,90
13	3.5 Columna D (2 Ø 3/8") 20 u (un nivel)	ml	52.00	Q303.68	Q15 791,36
14	3.6 Solera intermedia de 0,15 (4 Ø 3/8") (376,60 ml)	ml	376,60	Q270.68	Q101 938,09
15	3.7 Paredes block 0,15 (420,70 m²)	m2	420.70	Q282.70	Q118 931,89
16	3.8 Paredes block 0,10 (38 m²)	m2	38.00	Q271.08	Q10 301,04
17	3.9 Losa convencional (dos niveles) 670,00 m²	m2	670.00	Q681.82	Q456 819,40
18	3.10 Viga V-1 (primer nivel) 91,30 ml	ml	91,30	Q779.60	Q71 177,48
19	3.11 Viga V-2 (dos niveles) 333,10 ml	ml	333,10	Q811.92	Q268 826,71
20	3.12 Gradas (conexión de edificios)	global	1.00	Q26 231,45	Q26 231,45
	4. ENLUCIDOS				
21	4.1 Acabado de cielos (670,00 m²)	m2	670.00	Q150.58	Q100 888,60
22	4.2 Acabado de columnas (1 365,40 ml)	ml	1 365,40	Q57.30	Q78 237,42
23	4.3 Acabado de vigas (1 273,20 ml)	ml	1 273,20	Q57.50	Q73 209,00
24	4.4 Acabado de soleras (753,20 ml)	ml	753,20	Q50.39	Q37 953,75
25	4.5 Piso de cemento (670 m²)	m2	670.00	Q232.97	Q156 089,90
	5. INSTALACIONES				
26	5.1 Electricidad (84 unidades)	unidad	84.00	Q986.79	Q82 890,36
27	5.2 Drenajes aguas pluviales (126 ml)	ml	126.00	Q190.49	Q24 002,74
28	5.3 Drenajes aguas negras (126 ml)	ml	126.00	Q208.74	Q26 301,24
29	5.4 Plomería (132 ml)	ml	132.00	Q138.70	Q18 307,96
	6. PUERTAS Y VENTANAS				
30	6.1 Puertas de metal (12 u)	unidad	12.00	Q2 965,03	Q35 580,36
31	6.2 Puertas de baños (8 u)	unidad	8.00	Q1 965,45	Q15 723,60
32	6.3 Ventanas de aluminio (88,20 m²)	m2	88,20	Q826.05	Q72 857,61
33	6.4 Baranda de metal (33,30 m²)	m2	33,30	Q850.81	Q28 331,97
	7. PINTURA				
34	7.1 Pintura de techos y paredes (1 701,30 m²)	m2	1 701,30	Q45.64	Q77 647,33
	8. OTROS				
35	8.1 Artefactos	global	1.00	Q27 761,45	Q27 761,45
	TOTAL DEL EDIFICIO ESCOLAR				Q2 514 588,46

SON: DOS MILLONES QUINIENTOS CATORCE MIL QUINIENTOS OCHENTA Y OCHO QUETZALES CON 46/100

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Cronograma de actividades, para la ejecución, edificio escolar de dos niveles**

REGLÓN	UNIDAD/CANTIDAD	PRECIO U	TOTAL	TIEMPO EN MESES					
				1	2	3	4	5	6
1. TRABAJOS PRELIMINARES									
1.1.1 Compra de herramienta / alquilar equipo	global	Q7 056.00	Q7 056.00						
2.1.2 Retiro, limpieza y trazo (202.00 ml)	ml	Q544.03	Q109 894.06						
3.1.3 Guardiania, bodega materiales (7.20 x 7.20)	m2	Q367.86	Q19 069.86						
2. CIMENTACION									
4.1.2.1 Zapata Típica Z-1 (Ø5/6") (11 u)	m3	Q3 822.04	Q42 042.44						
5.1.2.2 Zapata Típica Z-2 (Ø5/6") (13 u)	m3	Q1 239.39	Q16 112.07						
6.1.2.3 Zapata Típica Z-3 (Ø5/6") (9 u)	m3	Q2 607.20	Q23 464.80						
7.1.2.4 Cimiento corrido de 0.40 (3Ø3/8") (17.70 ml)	ml	Q650.04	Q11 505.71						
8.1.2.5 Solera de humedad de 0.15 (4 Ø 3/8") (202 ml)	ml	Q282.77	Q57 119.54						
3. ESTRUCTURAS									
9.1.1 Columna A (8Ø 3/4" 33 u (primer nivel)	ml	Q1 102.97	Q163 791.05						
10.1.2.2 Columna A' (4Ø 3/4" + 4Ø1/2" 33 u (segundo nivel)	ml	Q1 018.91	Q100 872.09						
11.1.3.3 Columna B (4 Ø 3/8") 13 u (dos niveles)	ml	Q237.51	Q23 157.23						
12.1.3.4 Columna C (4 Ø 3/8") 7 u (dos niveles)	ml	Q281.96	Q14 802.90						
13.1.3.5 Columna D (2 Ø 3/8") 20 u (un nivel)	ml	Q303.68	Q15 791.36						
14.1.3.6 Solera intermedia de 0.15 (4 Ø 3/8") (376.60 ml)	ml	Q270.68	Q101 938.09						
15.1.3.7 Paredes block 0.15 (420.70 m²)	m2	Q282.70	Q118 931.89						
16.1.3.8 Paredes block 0.10 (38 m²)	m2	Q271.08	Q10 301.04						
17.1.3.9 Losa convencional (dos niveles) 670.00 m²	m2	Q681.82	Q456 819.40						
18.1.3.10 Viga V-1 (primer nivel) 91.30 ml	ml	Q179.60	Q17 177.48						
19.1.3.11 Viga V-2 (dos niveles) 333.10 ml	ml	Q811.92	Q268 826.71						
20.1.3.12 Gradad (conexión de edificios)	global	Q26 231.45	Q26 231.45						
4. ENLUCIDOS									
21.1.4.1 Acabado de cielos (670.00 m²)	m2	Q150.58	Q100 888.60						
22.1.4.2 Acabado de columnas (1.365.40 ml)	ml	Q57.30	Q78 237.42						
23.1.4.3 Acabado de vigas (1.273.20 ml)	ml	Q57.50	Q73 209.00						
24.1.4.4 Acabado de soleras (753.20 ml)	ml	Q50.39	Q37 953.75						
25.1.4.5 Piso de cemento (670 m²)	m2	Q232.97	Q156 089.90						
5. INSTALACIONES									
26.1.5.1 Electricidad (84 unidades)	unidad	Q985.79	Q82 890.36						
27.1.5.2 Drenajes aguas pluviales (126 ml)	ml	Q190.49	Q24 002.74						
28.1.5.3 Drenajes aguas negras (126 ml)	ml	Q208.74	Q26 301.24						
29.1.5.4 Plomería (132 ml)	ml	Q138.70	Q18 307.96						
6. PUERTAS Y VENTANAS									
30.1.6.1 Puertas de metal (12 u)	unidad	Q2 965.03	Q35 580.36						
31.1.6.2 Puertas de baños (8 u)	unidad	Q1 965.45	Q15 723.60						
32.1.6.3 Ventanas de aluminio (88.20 m²)	m2	Q828.05	Q72 857.61						
33.1.6.4 Baranda de metal (33.30 m²)	m2	Q650.81	Q28 331.97						
7. PINTURA									
34.1.7.1 Pintura de techos y paredes (1 701.30 m²)	m2	Q45.64	Q77 647.33						
8. OTROS									
35.1.8.1 Artefactos	global	Q27 761.45	Q27 761.45						
TOTAL DEL EDIFICIO ESCOLAR			Q2 514 586.46						

SON: DOS MILLONES QUINIENTOS CATORCE MIL QUINIENTOS OCHENTA Y OCHO QUETZALES CON 46/10

Fuente: elaboración propia.

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR VALLE DEL SOL, BARRIO HACIENDA LA VIRGEN, SALAMÁ BAJA VERAPAZ

3.1. Descripción del proyecto

Este proyecto comprende el diseño de drenaje sanitario para el sector Valle del Sol, barrio Hacienda la Virgen, Salamá Baja Verapaz. Para su realización se hizo, en primer lugar, un estudio poblacional y un levantamiento topográfico, en lo que se refiere a altimetría y planimetría; el número de beneficiarios actualmente es de 720 personas y con una población hacia el futuro de 1 636.

La red tiene una línea principal con longitud de 3 782,00 metros, se diseñaron 57 pozos de visita, los que se construirán según especificaciones del INFOM (Instituto de Fomento Municipal) como alturas mínimas, cotas invert, etcétera. La tubería a utilizar será PVC, norma ASTM 3 034 y tendrán diámetros de 6", 8" y 10". Las pendientes en la tubería se tomaron de acuerdo a la pendiente del terreno, siempre y cuando, esta no provoque que la velocidad y caudales dentro de las alcantarillas, estén fuera de especificaciones.

3.2. Aspectos preliminares

Se realizó un recorrido para conocer las condiciones en que se encuentra la población, las condiciones del terreno donde pasará la línea central, así como, recabar la información necesaria para el diseño del sistema de drenaje sanitario.

3.3. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico para este proyecto es de primer orden debido a la importancia del mismo, tomando en cuenta las áreas edificadas en la actualidad, las del futuro que contribuirán al sistema; se incluye la localización exacta de todas las calles, con o sin edificación; alineación municipal; parques públicos, campos de deporte y todas aquellas estructuras naturales y artificiales que guarden relación con el problema que se resolverá y que influyan en los diseños.

3.3.1. Levantamiento planímetro

El levantamiento planímetro del sector Valle del Sol, barrio Hacienda la Virgen, Salamá Baja Verapaz, se realizó por medio del método de conservación de azimut, con vuelta de campana. Se usó el equipo siguiente:

- Un teodolito electrónico marca Nokia DT-6
- Trípode
- Libreta de campo
- Un estadal

- Dos plomadas
- Una cinta métrica de 50 metros
- Pintura
- Estacas de madera

3.3.2. Levantamiento altimétrico

El levantamiento altimétrico se realizó por medio de nivelación taquimétrica. Las lecturas de nivel se tomaron a cada 20 metros o menos, en casos especiales, tales como, cruces de calles y cambios de pendientes. Se uso el equipo siguiente:

- Un nivel de precisión marca Sokkia C-40
- Trípode
- Libreta de campo
- Un estadal
- Una cinta métrica de 50 metros
- Estacas de madera
- Pintura
- Clavos

3.4. Diseño del sistema

El diseño del sistema de drenaje sanitario para el sector Valle del Sol, barrio Hacienda la Virgen, Salamá Baja Verapaz, a usar está en función de que si la comunidad tiene o no red de drenaje existente.

3.4.1. Descripción del sistema que se utilizará

En función de su finalidad, existen tres tipos básicos de drenajes; la selección o adopción de cada uno de estos sistemas, dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizá el más importante es el económico.

- Drenaje sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, baños, cocinas y servicios; residuos comerciales como restaurantes y garajes; aguas negras producidas por industrias e infiltración.
- Drenaje pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia o que concurren al sistema.
- Drenaje combinado: recoge todas las aguas servidas domiciliarias; comerciales; industriales e infiltración y de lluvia.

Para el efecto, la comunidad en estudio no cuenta con sistema de drenaje sanitario. Las calles no son pavimentadas, por lo que se decidió realizar un drenaje sanitario, del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de la calle, techos y otras superficies.

3.4.2. Diseño hidráulico

El diseño hidráulico considera varios aspectos como: el tiempo que será funcional el sistema, cantidad de población inicial y futura a la que tributará el sistema, que tipo de dotación tiene la población, etcétera.

3.4.2.1. Período de diseño

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema. Pasado este período, es necesario rehabilitar el sistema. Los sistemas de drenaje sanitario serán proyectados para cumplir adecuadamente su función durante un período de 30 a 40 años, a partir de la fecha de construcción.

Para seleccionar el período de diseño de una obra de ingeniería, deben considerarse factores como la vida útil de las estructuras y el equipo competente, al tomar en cuenta el desgaste natural que sufren los materiales, así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planeadas. También, la relación anticipada del crecimiento de la población, incluyendo en lo posible, el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacentes.

El período de diseño adoptado para este proyecto es de 20 años, tal y como lo recomienda el Instituto Nacional de Fomento Municipal. En ciertas situaciones, se considera incluir, dentro del período de diseño, un tiempo de 2 años adicionales, debido a gestiones que conlleva un proyecto para su respectiva autorización y desembolso económico, si este, aún no se encuentra programado en la etapa de preinversión en la respectiva municipalidad. En esta oportunidad es necesario tomar esta consideración adicional por no estar entre los proyectos de prioridad.

3.4.2.2. Población de diseño

Para estimar la población de diseño, se utilizó el método geométrico, y se involucró, en forma directa, a la población actual que tributará al sistema de drenaje y la tasa de crecimiento del lugar. Para el diseño del sistema se tiene una población actual de 720 habitantes.

3.4.2.2.1. Método de incremento geométrico

Con este método se obtiene un incremento que se comporta más acorde al crecimiento real de la población. Gráficamente su comportamiento es una curva exponencial. Tiene la ventaja de que no necesita muchos datos; y su desventaja es que se puede sobreestimar la población.

Con los datos obtenidos en el Instituto Nacional de Estadística (INE) se puede calcular la población futura del área. Se necesita la tasa de crecimiento del municipio, la que debe estar bajo una base historial de mucha información y confiabilidad de censos del lugar; por tanto, la proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, es la recomendada.

Sin embargo, esta información es del año 2002, por lo que según el hospital del municipio, la tasa es del 3,8%; se toma esta para el diseño, ya que dicho centro maneja información actualizada.

Entonces, al aplicar la siguiente fórmula, se obtiene:

$$P_n = P_o (1 + r)^n = 720 (1+0,038)^{22} = 1\ 636 \text{ habitantes}$$

Donde

- P_n = población
- P_o = población del último censo
- r = tasa de crecimiento
- n = período de diseño

3.4.2.3. Dotación

La dotación proporcionada por la municipalidad es de 120 l/hab/día (15 m³/vivienda/mes) por ser clima cálido. El caudal doméstico debe ser afectado factor de retorno al ser calculado.

3.4.2.4. Factor de retorno al sistema

Se sabe que no todo el 100% de agua potable que ingresa a cada vivienda regresará a la red de drenajes, por razones de uso en riego de terrenos agrícolas y patios, considerando perderse un 25% hacia infiltración y evaporización. El área de influencia del proyecto cuenta con viviendas, que en su mayoría, poseen patios de tierra, por lo que se consideró un factor de retorno al sistema del 75%.

3.4.2.5. Factor de flujo instantáneo

Es un factor que está en función del número de habitantes localizados en el área de influencia. Regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, para las horas pico. Se expresa por medio de la fórmula de Harmond, en la cual su valor disminuye, si la población aumenta y aumenta, si la población analizada disminuye.

Su fórmula es:

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{\frac{P}{1000}})}{(4 + \sqrt{\frac{P}{1000}})} \quad P = \text{número de habitantes (actual)}$$

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{\frac{720}{1000}})}{(4 + \sqrt{\frac{720}{1000}})} = 3,8875$$

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{\frac{P}{1000}})}{(4 + \sqrt{\frac{P}{1000}})} \quad P = \text{número de habitantes (futuro)}$$

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{\frac{1636}{1000}})}{(4 + \sqrt{\frac{1636}{1000}})} = 3,6521$$

3.4.2.6. Caudal sanitario

Son todos los caudales que pasan por determinada red de drenaje sanitario, incluye caudal domiciliar, caudal de infiltración, caudal comercial e industrial y caudal de conexiones ilícitas.

3.4.2.6.1. Caudal domiciliar máximo

Es el agua que, una vez ha sido usada por los humanos para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hacia la red de drenaje sanitario. El agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación del suministro del agua potable, menos una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras. Para tal efecto, la dotación de agua potable es afectada por el factor de retorno al sistema. De esta forma el caudal domiciliar doméstico queda integrado así:

$$Q_{\text{dom}} = (\text{dotación} * \text{No. de habitantes} * \text{Factor retorno}) / 86\ 400$$

$$Q_{\text{dom actual}} = (120 \text{ l/hab/día} * 720 \text{ hab} * 0,75) / 86\ 400 = 0,75 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{dom futuro}} = (120 \text{ l/hab/día} * 1\ 636 \text{ hab} * 0,75) / 86\ 400 = 1,70 \text{ l/s}$$

3.4.2.6.2. Caudal de infiltración

Para tubería PVC el caudal de infiltración es despreciable, pero en algunos casos recomienda el INFOM que se considere 0,01 por diámetro en pulgadas.

3.4.2.6.3. Caudal comercial e industrial

En el Reglamento de Construcción de la Municipalidad de Salamá Baja Verapaz, se establece que si se construye una edificación industrial, ésta deberá conducir las aguas residuales hacia su propia planta de tratamiento y no unirse al colector general municipal. Razón por la cual, no se consideró el caudal comercial e industrial para este diseño.

3.4.2.6.4. Caudal por conexiones ilícitas

Este es un caudal producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al sistema de drenaje sanitario. Para efecto de diseño se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas, está en relación a la dotación, para este proyecto se considera un factor de 0,0014 l/hab/s.

Como el cómputo de caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias, una de las formas para calcularlo es el Método Racional, el cual se aplicó en este estudio.

$$Q_{\text{ilic}} = \frac{CiA}{360} = \frac{Ci(A*0\%)}{360}$$

Q = caudal (m³/s)

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia (mm/hora)

A = área que es factible conectar ilícitamente al sistema (Ha)

La intensidad de lluvia está dada por la fórmula:

$$I = 9510 / (t + 30)^{1.15} = 129 \text{ mm/hora, donde } t = 12 \text{ minutos}$$

Para el área de techos, al final del período de diseño, se considera que las casas tendrán también en promedio 35 m² de superficie y que habrá un incremento de 144 casas actuales a 398 posibles futuras casas.

Considerando un coeficiente de escorrentía de techos y patios promedio de C= 0,65 y un 1% máximo en conexiones ilícitas, se tiene:

$$\text{Área techos} = (35\text{m}^2) (398 \text{ casas}) * (1 \text{ Ha}/10\,000 \text{ m}^2) = 1,393 \text{ Ha}$$

$$Q_{\text{ilic}} = ((0,65 * 129 \text{ mm/hr} * 1,393 \text{ Ha} * 0,005) / 360) * 1\,000$$

$$Q_{\text{ilic}} = 1,62 \text{ l/s}$$

La estación pluviométrica consultada fue la sede de caminos en el municipio de Salamá, Baja Verapaz.

3.4.2.7. Factor de caudal medio

Este es un factor que regula la aportación de caudal en la tubería. Se considera que es el caudal con que contribuye un habitante debido a sus actividades, sumando los caudales domésticos, de infiltración, por conexiones ilícitas, caudal comercial e industrial, entre la población total. Este factor debe estar dentro del rango de 0,002 a 0,005. Si da un valor menor se tomará 0,002 y si fuera mayor se tomará 0,005 considerando siempre que este factor no esté demasiado distante del rango máximo y mínimo establecido, ya que se podría caer en un sobrediseño o en subdiseño, según sea el caso.

El factor de caudal medio se calculó de la forma siguiente:

$$F_{qm} = \frac{Q_{med}}{P_f}$$

Donde

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{ilic}$$

$$Q_{dom} = 1,70 \text{ l/s}$$

$$Q_{inf} = 0,01 \text{ l/s}$$

$$Q_{com} = 0,00 \text{ l/s}$$

$$Q_{ind} = 0,00 \text{ l/s}$$

$$Q_{ilic} = 1,62 \text{ l/s}$$

$$Q_{med} = 3,32 \text{ l/s}$$

$$f_{qm} = 3,32 \text{ l/s} / 1636 \text{ hab} = 0,00203$$

Este caudal sí se encuentra entre los rangos establecidos; por lo tanto, se adopta el valor calculado para el diseño.

3.4.2.8. Caudal de diseño

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema de drenaje sanitario, de acuerdo con los datos obtenidos o investigados y aplicados en un período de diseño.

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir, que en este caso, se compara el diseño para la población actual y futura con las siguientes expresiones:

$$Q_{\text{dis actual}} = (F_{\text{qm}}) (FH \text{ actual}) (\text{No. de habitantes actual})$$

$$Q_{\text{dis actual}} = 0,00203 * 3,8875 * 720 = 5,68 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{dis futuro}} = (F_{\text{qm}}) (FH \text{ futuro}) (\text{No. de habitantes futuro})$$

$$Q_{\text{dis futuro}} = 0,00203 * 3,6521 * 1\ 636 = 12,13 \text{ l/s}$$

Es de notable importancia mencionar que el flujo que se encauzará y circulará dentro de las tuberías, al construirse el sistema con la población actual, será menor al que existirá en el sistema, cuando a este se le incorporen futuras conexiones domiciliarias y otros caudales ilícitos, infiltración, etcétera. En este estudio de drenajes, el caudal de diseño actual será el caudal de diseño crítico, para evitar taponamientos por pequeños flujos.

Se realizó un chequeo para el caso contrario, el cual se estima sucederá al final del período del diseño, con la velocidad y el tirante de agua, para cada tramo (lo cual garantiza que un ramal con poco caudal posea, al menos, una pendiente definida, que garantice que $V = 0,460 \text{ m/s}$ y $0,10 < d/D < 0,75$ como cuando sucede teniendo terrenos muy planos y siendo ramales iniciales).

3.4.2.9. Diseño de secciones y pendientes

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendientes se hará aplicando la fórmula de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares, así:

$$V = \left(\frac{0,03429}{n} \right) * D^{(2/3)} * S^{(1/2)}$$

Donde

V = velocidad del flujo a sección llena (m/s)

D = diámetro de la sección circular (pulgadas)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning, 0,010 para tubería de PVC

3.4.2.10. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad máxima será de 5,00 m/s, y la velocidad mínima será de 0,40 m/s. En casos críticos, con terrenos muy planos y ramales iniciales con pequeño flujo, se acepta una velocidad de 0,30 m/s. Con la velocidad máxima se asegura que el agua no provoque desgaste en la tubería y con la velocidad mínima se evita la acumulación de sólidos que pueda causar obstrucciones en la tubería.

3.4.2.11. Cotas invert

La cota invert es la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interior de la tubería, se debe verificar que la cota invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Las cotas invert se calculan con base a la pendiente del terreno y la distancia entre un pozo y otro. Se deben seguir las siguientes reglas para el cálculo de cotas invert:

La cota invert de salida de un pozo se coloca, al menos, tres centímetros más baja que la cota invert de llegada de la tubería más baja. Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo, es mayor que el diámetro de la tubería que sale, la cota invert de salida estará, debajo de la tubería de entrada al menos, a una altura igual al diámetro de la tubería que entra.

Cuando la diferencia de cotas invert, entre la tubería que entra y la que sale en un pozo de visita, sea mayor de 0,70 m, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.

Las cotas invert se calculan de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{CI salida PV1} &= C_{\text{terreno}} - H_{\text{PV1}} \\ \text{CI entrada PV2} &= \text{CI salida PV1} - (S\% \text{ tubo} * \text{DH}) / 100 \\ \text{CI salida PV2} &= \text{CI entrada PV2} - 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

Donde

$$\begin{aligned} \text{CI salida PV1} &= \text{cota invert de salida de pozo de visita 1} \\ \text{CI terreno} &= \text{cota de terreno} \end{aligned}$$

H PV1	= altura de pozo de visita 1
CI entrada PV2	= cota invert entrada pozo de visita 2
CI salida PV2	= cota invert salida pozo de visita 2
S% tubo	= pendiente del tubo
DH	= distancia horizontal entre pozos

3.4.2.12. Diámetro de tuberías

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios, según Las Normas Generales para Diseño de drenajes sanitarios del INFOM, será de 6" para tubos de PVC y 8" para tubos de cemento, el cual podrá aumentar cuando, a criterio del diseñador, sea necesario.

Este cambio puede ser por influencia de la pendiente, del caudal o de la velocidad; para las conexiones domiciliarias el diámetro será de 4" para tubos de PVC y 6" para tubos de cemento.

Para el proyecto se utiliza tubo PVC de 4" para conexión domiciliar y de 6", 8" y 10" para la línea central.

3.4.2.13. Profundidad de tuberías

La profundidad mínima de coronamiento de la tubería, con respecto a la superficie del terreno debe ser tal que el espesor del relleno evite el daño a los conductos ocasionados por las cargas vivas y de impacto; será de 1,20 m, más el diámetro interior y el espesor del tubo. En este caso, por ejemplo, para un tubo de 8" se tienen $1,20 + 0,20 + 0,05 = 1,45$ m.

3.4.2.14. Pozos de visita

Forman parte del sistema de drenaje, proporcionan acceso a éste, con el fin de realizar trabajos de inspección y limpieza. Su estructura es de forma cilíndrica, construidos de concreto reforzado o bien de ladrillo de arcilla reforzado con elementos de concreto reforzado. Los pozos tienen en su parte superior un brocal y una tapadera hecha de concreto con una abertura libre de 0,50 m a 0,60 m. El brocal descansa sobre las paredes hasta alcanzar un diámetro de 1,20 m a una distancia de 0,90 m de la boca del pozo. Su profundidad es variable, sus paredes suelen construirse de ladrillo de barro cocido cuando son pequeños y de concreto reforzado cuando son muy grandes y profundos.

Se diseñarán pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- En el inicio de cualquier ramal
- En intersecciones de dos o más tuberías
- Donde exista cambio de diámetro
- En distancias no mayores de 100 metros en línea recta, en diámetros hasta 24”.
- Cambio de pendiente
- Cambios de dirección horizontal

3.4.2.15. Conexiones domiciliarias

En las conexiones domiciliarias, para sistemas de tubería de PVC, el diámetro mínimo será de 4", con una pendiente mínima de 2% y una máxima de 6%, lo que formará un ángulo horizontal con respecto a la línea central de aproximadamente 45 grados, en el sentido de la corriente del mismo.

El tubo de la conexión que sale de la candela domiciliar, debe ser de menor diámetro que el del tubo de la red principal, con el objeto de que sirva de retenedor de algún objeto que pueda obstruir el colector principal. Se utilizará tubo de concreto de 12" de diámetro para la candela domiciliar y así, facilitar su construcción.

3.4.3. Diseño de la red de drenaje sanitario

El diseño de la red de drenajes sanitario se realiza con todos los datos y cálculos obtenidos, dando como resultado: pendientes y diámetros de tuberías, profundidad de pozos de visita, velocidades de los caudales, volumen de excavación, etcétera.

3.4.3.1. Parámetros de diseño

- Tipo de sistema: drenaje sanitario
- Tiempo de vida útil: 22 años
- Población actual: 720 habitantes
- Población futura: 1 636 habitantes
- Tasa de crecimiento: 3,8%
- Densidad de vivienda 5 habitantes / casa
- Material a utilizar: Tubería PVC, norma ASTM 3 034
- Coeficiente de rugosidad: 0,010
- Diámetro de la tubería 6", 8", y 10"
- Conexión domiciliar: 4"
- Pendiente mínima: 0,60%
- Pendiente máxima: 4%
- Dotación de agua: 120 l/hab/día

- Factor de retorno de aguas negras 0,75
- Longitud del drenaje 3 782,00 metros lineales
- Longitud de tubería domiciliar: 4,00 metros por casa

3.4.3.2. Línea de conducción

Se entiende por línea de conducción al tramo de tubería que transporta el caudal sanitario de las conexiones domiciliarias hasta el desfogue. Una línea de conducción debe seguir, en lo posible el perfil del terreno natural.

3.4.3.2.1. Ejemplo de cálculo

Se tomó el tramo comprendido entre los pozos de visita PV-4 a PV-3:

Cotas del terreno

Cota inicio de terreno PV-4 = 999,878 m

Cota final de terreno PV-3 = 999,402 m

Longitud entre los pozos

Distancia horizontal = 93,24 m

Pendiente del terreno

$$S = (999,878 - 999,402)/93,24 = 0,0051 = 0,51\%$$

Número de casas del tramo

2 casas

Número de casas acumuladas

2 casas

Densidad de vivienda

5 habitantes / casa

Población actual = (Densidad de vivienda * # de casas acumuladas)

$5 * 2 = 10$ habitantes

Población futura

$P = 10 (1+0,038)^{22} = 22,72$ habitantes

Caudal medio

$$\begin{aligned} Q_{med} &= Q_{dom} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{ilic} \\ Q_{dom} &= (\text{Dotación} * \text{No. de habitantes} * \text{Factor retorno}) / 86\ 400 \\ Q_{dom\ actual} &= (120\ \text{l/hab/día} * 10 * 0,75) / 86\ 400 = 0,01\ \text{l/s} \\ Q_{dom\ futuro} &= (120\ \text{l/hab/día} * 22,72 * 0,75) / 86\ 400 = 0,024\ \text{l/s} \\ Q_{inf} &= 0,00\ \text{ya que el material a utilizar es PVC} \\ Q_{com} &= 0,00\ \text{ya que no existen comercios en el sector} \\ Q_{ind} &= 0,00\ \text{ya que no existen industrias en el sector} \end{aligned}$$

$Q_{conexiones\ ilícitas}$

$$\text{Área techos} = (35) (4,544) * (1\ \text{Ha}/10\ 000) = 0,0159\ \text{Ha}$$

$$Q_{ilic} = ((0,65 * 129\ \text{mm/hr} * 0,0159\ \text{Ha} * 0,005) / 360) * 1\ 000 = 0,0185\ \text{l/s}$$

$$Q_{med} = 0,0425\ \text{l/s}$$

Factor de caudal medio

$$fqm = Q_{med} / \# \text{ de habitantes}$$

$$fqm = 0,0425 / 22,72 = 0,002$$

El factor de caudal medio se encuentra dentro del rango permitido: $0,002 < f_{qm} < 0,005$, según DGOP (Dirección General de Obras Públicas).

Factor de Harmond

Su fórmula es

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{\frac{P}{1000}})}{(4 + \sqrt{\frac{P}{1000}})} \quad P = \text{número de habitantes}$$

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{\frac{10}{1000}})}{(4 + \sqrt{\frac{10}{1000}})} = 4,4146$$

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{\frac{22,72}{1000}})}{(4 + \sqrt{\frac{22,72}{1000}})} = 4,3729$$

Caudal de diseño

$$Q_{\text{dis actual}} = (F_{qm}) (FH \text{ actual}) (\# \text{ de habitantes actual})$$

$$Q_{\text{dis actual}} = 0,00203 * 4,4146 * 10 = 0,09 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{dis futuro}} = (F_{qm}) (FH \text{ futuro}) (\# \text{ de habitantes futuro})$$

$$Q_{\text{dis futuro}} = 0,00203 * 4,3729 * 22,72 = 0,202 \text{ l/s}$$

Velocidad a sección llena

$$V = \left(\frac{0,03429}{n} \right) * D^{(2/3)} * S^{(1/2)}$$

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) * 6^{(2/3)} * 1,25^{(1/2)} = 2,36 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

$$Q = A \times V = \left(\frac{\pi}{4} \right) * (\varnothing * 0,02545)^2 * V$$

$$Q = \left(\frac{\pi}{4} \right) * (6 * 0,02545)^2 * 2,36$$

$$Q = 43,04 \text{ l/s}$$

Relación q/Q (caudales)

Al tener el valor de la relación q/Q y al buscar este valor en las tablas de diseño hidráulico, se puede obtener el valor de v/V:

$$q/Q_{\text{actual}} = (0,09/43,04) = 0,002082$$

$$q/Q_{\text{futuro}} = (0,202/43,04) = 0,004685$$

Relación v/V (velocidades)

La velocidad máxima será de 5,00 m/s, y la velocidad mínima será de 0,40 m/s, en casos críticos con terrenos muy planos y ramales iniciales con pequeño flujo, se acepta una velocidad de 0,30 m/s.

$$v/V_{\text{actual}} = 0,203, \text{ entonces}$$

$$V_{\text{actual}} = 0,203 \times 2,36 \text{ m/s} = 0,479 \text{ m/s}$$

$$0,479 > 0,30, \text{ (correcto)}$$

$$v/V_{\text{futuro}} = 0,256, \text{ entonces}$$

$$V_{\text{futuro}} = 0,256 \times 2,36 \text{ m/s} = 0,604 \text{ m/s}$$

$$0,604 > 0,30, \text{ (correcto)}$$

Al utilizar las tablas de relaciones para el diseño de alcantarillado sanitario, se obtiene una velocidad actual = 0,479 m/s, la que está dentro del rango permitido de velocidades para tuberías PVC. Los rangos establecidos son de $0,60 < V < 5,00$, pero hay instituciones como la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala (EMPAGUA) que, para drenaje sanitario permite velocidades de hasta 0,30 m/s siempre y cuando el caudal no corra a sección llena, por lo que se considera correcto este dato.

Relación d/D (tirantes)

Para que no exista taponamiento en la tubería, ni sobrepase la capacidad del tubo, el tirante debe cumplir con la siguiente condición:

$$0,10 < d/D < 0,75$$

$$d = (d/D) * D$$

$$d = 0,035 * 6 * 0,0254 = 0,53$$

$$d = 0,53$$

Como se puede observar, el tirante de agua es mayor a 0,10 y menor a 0,75, por lo tanto los cálculos son correctos.

Cota invert

$$CI_{\text{salida PV4}} = C_{\text{terreno}} - HPV3 = 999,878 - 1,20 = 998,678 \text{ m}$$

La profundidad del pozo será de 1,20 m ya que se tiene previsto realizar conexiones futuras al sistema, lo que garantizará una pendiente adecuada.

$$\begin{aligned} CI_{\text{entrada PV3}} &= CI_{\text{salida PV4}} - (S\% \text{ tubo} * DH)/100 \\ &= 998,678 - (1,25 * 93,24) = 997,513 \text{ m} \end{aligned}$$

Altura de pozos

$$\begin{aligned} H_{\text{PV4}} &= C_{\text{terreno PV4}} - CI_{\text{salida PV4}} \\ H_{\text{PV4}} &= 999,878 - 998,678 = 1,20 \text{ m} \\ HPV3 &= C_{\text{terreno PV3}} - CI_{\text{salida PV3}} \\ HPV3 &= 999,402 - 997,513 = 1,89 \text{ m} \end{aligned}$$

Volumen de excavación

$$\text{Excavación: } ((Hh_{\text{salida}} + Hh_{\text{entrada}})/2) \times DH \times A$$

Donde

Hh_{salida}	= profundidad de pozo de salida
Hh_{entrada}	= profundidad de pozo de entrada
DH	= distancia horizontal
A	= ancho de zanja

$$\text{Excavación} = ((1,20 + 1,89)/2) \times 93,24 \times 0,60 = 86,42 \text{ m}^3$$

3.4.3.2.2. Tabulación de cálculo para el diseño

Es un cuadro de resumen del diseño del sistema de drenaje sanitario para el sector Valle del Sol, barrio Hacienda la Virgen, Salamá Baja Verapaz; los datos que se consignan son (ver tabla XIII):

- Pozos de visita
- Cota de terreno, inicial y final
- Distancia horizontal
- Pendiente del terreno
- Número de casas servidas
- Factor de Harmond
- Factor de caudal medio
- Caudal sanitario
- Diámetro de tubería
- Pendiente de tubo
- Condiciones hidráulicas
- Velocidad de flujo
- Cotas invert
- Altura de pozos
- Excavación de zanja

3.4.3.3. Desfogue

Entre la problemática de una región, existe un aspecto muy importante, si no se tratan las aguas residuales y es la salud, de la cual depende el bienestar de una población.

Es importante que, antes de disponer las aguas servidas en ríos, lagos o mares, reciban previamente algún tipo de tratamiento que permita la remoción de parásitos, bacterias y virus patógenos, que son los males endémicos que afectan a los habitantes de un país. La importancia del tratamiento de las aguas residuales radica en que debe evitarse, en lo posible, la contaminación de ríos, lagos y mares.

En este caso particular, el desfogue de la red de drenajes del sector Valle del Sol, barrio Hacienda la Virgen será en pozos existentes que tiene la municipalidad en esa área (ver en planos de diseño drenaje sanitario, hoja 02/09 su ubicación).

3.4.4. Integración del presupuesto del drenaje sanitario

En la siguiente tabla se describe la estimación del presupuesto final del drenaje sanitario sector Valle del Sol, barrio Hacienda la Virgen, Salamá Baja Verapaz, en el cual se incluyen los costos de materiales, la mano de obra calificada y no calificada, los costos indirectos del 57,67%; se toman en cuenta los imprevistos, gastos de administración, cuota patronal del IGSS, pago del IVA, supervisión y utilidad (ver tabla XIV).

3.4.4.1. Presupuesto de materiales y mano de obra

Los precios de los materiales fueron tomados de acuerdo con cotizaciones realizadas en diferentes empresas dedicadas a la materia en el lugar.

Los salarios de la mano de obra, se tomaron según los que se manejan en la dirección de planificación de la municipalidad.

La cuantificación de los materiales y mano de obra para los trabajos se realizó de acuerdo a los renglones siguientes:

- Trabajos preliminares
 - La guardianía y bodega de materiales, se calculó por metro cuadrado.
 - El replanteo topográfico se calculó por metro lineal; usando mano de obra calificada como topógrafo y no calificada como aporte de la comunidad.

- Conexión domiciliar
 - La excavación de línea domiciliar se calculó por metro cúbico.
 - La colocación de tubería y candela de conexión domiciliar se calculó por unidad.

- Línea central
 - La excavación de línea central se calculó por metro cúbico.
 - La colocación de tubería de línea central de los diferentes diámetros de tubo, se calculó por metro lineal.
 - El llenado de zanja de tubería de línea central se calculó por metro cúbico.

- Pozos de visita
 - Los pozos de visita se calcularon por unidad, tomando en cuenta todos los materiales que los conforman; ladrillo tayuyo, arena de río, pedrín, cemento, cal, etcétera. (Ver tabla XIV)

3.4.4.2. Cronograma de actividades de ejecución

El cronograma de actividades de ejecución, es realizar un calendario de actividades por el cual se regirá el contratista para realizar la obra; el presupuesto ha determinado el costo del proyecto y el cronograma de construcción determina el flujo de caja, de acuerdo al avance del proyecto; visualiza el período de duración de cada actividad o ítem, sus fechas de iniciación y terminación e igualmente el tiempo requerido para la ejecución de cada actividad; se sigue el curso de cada actividad, proporciona información del trabajo ejecutado, así como el grado de adelanto o atraso con respecto al plazo previsto.

Se representa en forma gráfica de cuadros que tienen dos componentes:

- Componente vertical

Es un calendario, o escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al trabajo que se va a ejecutar: hora, día, semana, mes, etcétera.

- Componente horizontal

Las actividades que constituyen el trabajo a ejecutar. A cada actividad se hace corresponder una línea vertical cuya longitud es proporcional a su duración en la cual la medición efectúa con relación a la escala definida en el eje vertical, (ver tabla XV).

3.4.5. Elaboración de planos y especificaciones

Después de realizar los procedimientos descritos en las secciones anteriores, es necesario plasmar los resultados en planos. Estos son las representaciones gráficas que detallan y especifican todas las partes y los trabajos que se realizarán en el proyecto y que sirven para presupuestar, contratar y construir los diferentes trabajos del mismo.

El juego de planos elaborado para el sistema de drenaje sanitario se presenta en el apéndice. Está formado por los siguientes planos:

- Planta general y curvas de nivel
- Red general + topografía + densidad de vivienda
- Detalles de pozos de visita
- Detalles de conexiones domiciliarias
- Planta general
- Planta perfil

3.4.6. Evaluación de impacto ambiental

Es el análisis, previo a su ejecución, de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales, que estos están en condiciones de proporcionar y garantizar calidad de vida a la población.

Actualmente, se ha visto afectado el río que atraviesa el municipio, ya que la población dirige sus aguas residuales a zanjones que van a dar al río; por lo que la población está teniendo una participación negativa contra el ambiente.

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, ya que solo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y, este a su vez, provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, con relación al viento y la humedad.

Como impacto ambiental positivo se podría mencionar la eliminación de aguas servidas que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar y la eliminación de fuentes de proliferación de mosquitos y zancudos, así como la disminución de enfermedades que estos puedan transmitir a los habitantes del lugar.

3.4.7. Evaluación socioeconómica

Son los pasos a seguir para realizar una evaluación socioeconómica de proyectos de inversión, es decir, identificar el impacto de un proyecto sobre el bienestar socioeconómico de un país. Para ello, se identifica en primer lugar la función de utilidad social y luego se estima el impacto del proyecto sobre cada elemento de la función de utilidad social y la asignación de valor a cada elemento de acuerdo con la utilidad marginal del elemento.

3.4.7.1. Valor Presente Neto (VPN)

El objetivo de cualquier empresa es encontrar una ganancia real que supere los costos a los que tiene que recurrir para llevar a cabo un proyecto. Antes que la empresa tome la decisión de llevarlo a la realidad, se debe evaluar si realmente genera ganancias para la misma.

El criterio del cálculo del Valor Presente Neto (VPN) es solamente uno entre varios que llevan a decisiones de inversión, es importante saber que muchos de estos no llevan a la mejor decisión de inversión en comparación con este que también es llamada Valor Actual Neto.

El VPN es el mejor criterio para hacer una evaluación financiera porque este reconoce que un quetzal de hoy vale más que un quetzal de mañana, cualquiera que no tome en cuenta lo anterior no puede evaluar correctamente un proyecto.

Por otro lado el VPN depende nada más de los flujos procedentes del proyecto y del costo de oportunidad del capital, si se toman en cuenta cuestiones externas se conducirá a malas decisiones.

El VPN de una inversión se puede determinar cuando todos los ingresos y egresos a lo largo de un período analizado se trasladan a la actualidad o a un punto en común.

El análisis correspondiente se realizará de diversas formas para tener mayor certeza de que la inversión a realizar es la más adecuada y será realizada de la mejor forma.

La herramienta a utilizar para este análisis será la fórmula matemática de Valor Presente Neto la cual es la siguiente:

$$F = P * (1+i)^N$$

Donde

F = valor futuro de la inversión a realizarse en la actualidad

P = valor presente de la inversión a realizarse en la actualidad

i = tasa de interés ponderado

N = número de períodos a evaluar el proyecto

Esta fórmula para poder ser aplicada directamente al análisis antes se debe realizar algunos despejes en la misma, por lo que la fórmula ya despejada dará como resultado lo siguiente:

$$P = \frac{F}{(1+i)^N}$$

Con respecto a la tasa de interés que será utilizada en este análisis se consideró que como en el país esta tasa es un poco variable se realizará una ponderación de la misma por lo que se utilizará la siguiente tasa de interés.

- Cálculo de costo y mantenimiento

$$\text{Fontanero} = \text{Q1 950,00} * 12 \text{ meses} = \text{Q23 400,00}$$

$$\text{Accesorios} = \text{Q550,00} * 12 \text{ meses} = \text{Q6 600,00}$$

$$\text{Teniendo un total de} = \text{Q23 400,00} + \text{Q6 600,00} = \text{Q30 000,00}$$

Donde el total = Q30 000,00 anuales para el funcionamiento del proyecto.

Tomando en cuenta que en la actualidad existen 144 viviendas en el sector Valle del Sol, barrio Hacienda la Virgen, se divide este costo dentro de este número de vivienda.

$$\text{Q30 000,00}/56 \text{ vivienda} = \text{Q208,33} \text{ anual y}$$

$$\text{Q208,33}/12 \text{ meses} = \text{Q17,36} \text{ mensual/vivienda}$$

Por lo que la tarifa a pagar en el barrio Hacienda la Virgen por el funcionamiento del proyecto es de Q208,33 anual por vivienda.

- Cálculo del VPN

Para analizar el proyecto se propone una tasa del 5% anual, lo cual el proyecto es de tipo social y no lucrativo.

La cantidad del costo del proyecto es de Q2 224 985,48

Como todo proyecto de desarrollo debe contar con cierto aporte por parte de los beneficiados, en este caso se propone que la municipalidad cobre una cuota simbólica a los pobladores por motivo de conexión domiciliar la cual se propone que sea el 20% del costo total del proyecto.

$$Q2\ 224\ 985,48 * 0,20 = Q444\ 997,10/144 = Q3\ 090,26\ c/vivienda$$

Pagados a un año

$$Q3\ 090,26/12 = Q257,52\ mensuales$$

$$Q257,52 * 12 = Q3\ 090,26\ anual$$

$$Q3\ 090,25 * 144 = Q444\ 997,10\ anual\ por\ todo\ el\ proyecto$$

El diagrama de flujo (ver figura 44)

$$F = \frac{F}{(1+i)^N} = \frac{444\ 997,10}{(1+0,05)^1} = 423\ 806,76$$

$$F = A \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] = 30\ 000 \left[\frac{(1+0,05)^{40} - 1}{0,05(1+0,05)^{40}} \right] = 514\ 772,59$$

Este valor presente es el mismo para los ingresos como para los egresos por lo cual al realizar la sumatoria algebraica se elimina mutuamente.

$$VPN = - 2\ 224\ 985,48 + 514\ 772,59 = - 1\ 710\ 212,89$$

El VPN es negativo lo cual indica que el proyecto no es rentable.

3.4.7.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de descuento que hace que el Valor Presente Neto sea cero, es decir, que es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. El VPN se puede expresar en términos de TIR debido a la relación que tienen entre sí.

Se tiene un VPN = - 1 710 212,89, se necesita otro VPN positivo lo cual se obtiene de la siguiente manera.

Se usa una tasa de -80%

$$F = \frac{444\,997,10}{(1-0,80)^1} = 2\,222\,985,50$$

$$\text{VPN} = - 2\,224\,985,48 + 2\,222\,985,50 = 0,02$$

$$5\% \text{ VPN} = - 2\,224\,985,48$$

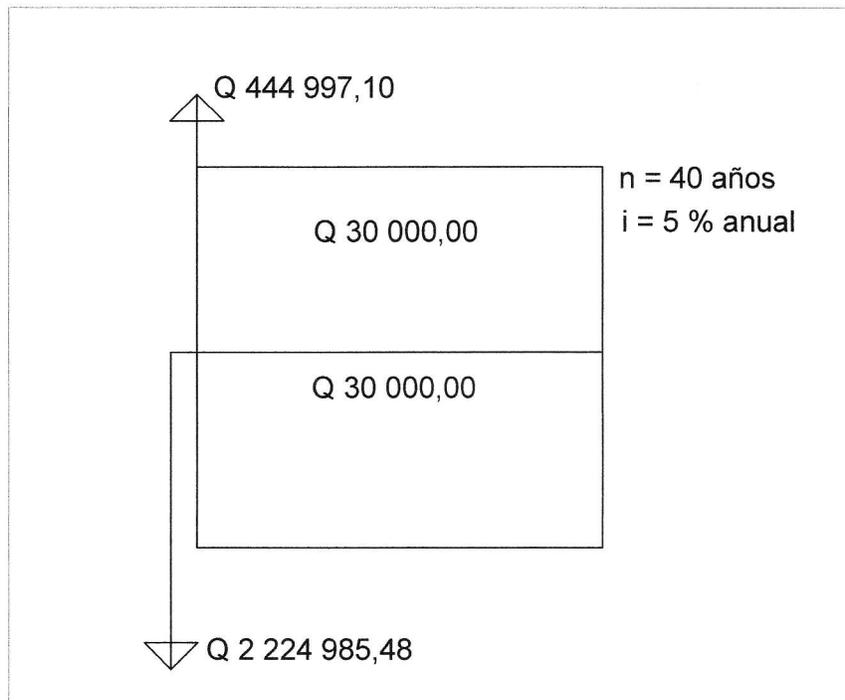
$$\text{TIR VPN} = 0$$

$$-80\% \text{ VPN} = 2\,224\,985,50$$

$$F = A \left[\frac{(5 - (-80))(0 - (2\,224\,985,50))}{(-2\,224\,985,48 - (2\,224\,985,50))} \right] + (-80) = - 37,50 \%$$

La tasa de interés de retorno del proyecto es - 37,50% lo cual indica que no es rentable debido a que la tasa es negativa, pero es un proyecto social y no lucrativo y beneficiara a las 144 familias de la comunidad.

Figura 45. Diagrama de flujo



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Diseño del sistema de drenaje sanitario

DE	A	COTAS TERRENO		DH	S	LONG	No. CASAS		# H. SER ACUM.	FH		fqm	Qd (L/s)		DIAM	S(%)	SEC. LLENA		
		INICIO	FINAL				INI	FIN		INICIO	FINAL		ACT	FUT			INICIO	FINAL	(p/ig)
4	3	999.878	999.402	93.24	0.51	93.24	2	2	10	22.72	4.4146	4.3729	0.00203	0.090	0.202	6	1.25	2.36	43.04
3	2	999.402	999.302	45.74	0.22	138.98	1	3	15	34.07	4.3960	4.3456	0.00203	0.134	0.301	6	0.85	1.95	35.49
2	1	999.302	999.253	53.70	0.09	192.68	1	4	20	45.43	4.3805	4.3229	0.00203	0.178	0.399	6	0.70	1.77	32.21
4	5	999.878	999.8	63.20	0.12	63.20	2	2	10	22.72	4.4146	4.3729	0.00203	0.090	0.202	6	1.25	2.36	43.04
5	6	999.8	999.691	63.20	0.17	126.40	1	3	15	34.07	4.3960	4.3456	0.00203	0.134	0.301	6	0.85	1.95	35.49
6	7	999.691	999.346	53.60	0.64	180.00	1	4	20	45.43	4.3805	4.3229	0.00203	0.178	0.399	6	0.70	1.77	32.21
7	8	999.346	998.482	67.68	1.28	247.68	3	7	35	79.51	4.3436	4.2695	0.00203	0.309	0.689	6	0.70	1.77	32.21
12	11	1 001.95	1 001.036	70.32	1.30	70.32	1	1	5	11.36	4.4392	4.4092	0.00203	0.045	0.102	6	2.25	3.17	57.75
11	10	1 001.036	1 000.289	33.09	2.26	103.41	0	1	5	11.36	4.4392	4.4092	0.00203	0.045	0.102	6	2.25	3.17	57.75
10	9	1 000.289	999.126	82.09	1.42	185.5	2	3	15	34.07	4.3960	4.3456	0.00203	0.134	0.301	6	1.00	2.11	38.50
9	8	999.126	998.482	82.08	0.78	267.58	3	6	30	68.15	4.3547	4.2856	0.00203	0.265	0.593	6	0.80	1.89	34.43
8	20	998.482	998.37	58.53	0.19	573.79	4	17	85	193.09	4.2622	4.1536	0.00203	0.735	1.628	6	0.50	1.49	27.22
10	23	1 000.289	1 000.202	107.65	0.08	107.65	4	4	20	45.43	4.3805	4.3229	0.00203	0.178	0.399	6	0.70	1.77	32.21
17	30	998.413	997.156	73.60	1.71	73.60	2	2	10	22.72	4.4146	4.3729	0.00203	0.090	0.202	6	1.75	2.79	50.93
18	31	997.595	997.574	85.64	0.02	85.64	5	5	25	56.79	4.3669	4.3032	0.00203	0.222	0.496	6	0.60	1.63	29.82
32	19	999.079	998	97.58	1.11	97.58	5	5	25	56.79	4.3669	4.3032	0.00203	0.222	0.496	6	1.15	2.26	41.29
33	21	999.944	998.649	105.30	1.23	105.30	3	3	15	34.07	4.3960	4.3456	0.00203	0.134	0.301	6	1.25	2.36	43.04
34	22	1 000.086	999.613	106.44	0.44	106.44	3	3	15	34.07	4.3960	4.3456	0.00203	0.134	0.301	6	1.00	2.11	38.50
24	35	1 000.372	1 000.376	107.30	0.00	107.30	5	5	25	56.79	4.3669	4.3032	0.00203	0.222	0.496	6	0.60	1.63	29.82
25	36	1 000.745	1 000.441	107.54	0.28	107.54	3	3	15	34.07	4.3960	4.3456	0.00203	0.134	0.301	6	1.00	2.11	38.50
27	52	1 000.743	1 000.429	85.62	0.37	85.62	2	2	10	22.72	4.4146	4.3729	0.00203	0.090	0.202	6	1.25	2.36	43.04
27	26	1 000.743	1 000.628	28.60	0.40	28.60	1	1	5	11.36	4.4392	4.4092	0.00203	0.045	0.102	6	2.10	3.06	55.79
26	25	1 000.628	1 000.745	17.75	-0.66	46.35	2	3	15	34.07	4.3960	4.3456	0.00203	0.134	0.301	6	1.00	2.11	38.50
25	24	1 000.745	1 000.372	44.99	0.83	91.34	1	4	20	45.43	4.3805	4.3229	0.00203	0.178	0.399	6	0.70	1.77	32.21
24	23	1 000.372	1 000.202	12.37	1.37	103.71	0	4	20	45.43	4.3805	4.3229	0.00203	0.178	0.399	6	0.70	1.77	32.21
23	22	1 000.202	999.613	32.67	1.80	244.03	1	9	45	102.22	4.3237	4.2409	0.00203	0.395	0.880	6	0.50	1.49	27.22
22	21	999.613	998.649	45.02	2.14	395.49	1	13	65	147.66	4.2903	4.1932	0.00203	0.566	1.257	6	1.00	2.11	38.50
21	20	998.649	998.37	17.31	1.61	518.10	1	17	85	193.09	4.2622	4.1536	0.00203	0.735	1.628	6	1.25	2.36	43.04
20	19	998.37	998.00	27.92	1.33	1 119.81	1	35	175	397.54	4.1686	4.0234	0.00203	1.481	3.247	8	0.50	1.81	58.63
19	18	998.00	997.595	45.42	0.89	1 262.81	2	42	210	477.05	4.1402	3.9846	0.00203	1.765	3.859	8	0.80	2.29	74.16
18	17	997.595	998.413	46.12	-1.77	1 308.93	1	43	215	488.41	4.1364	3.9794	0.00203	1.805	3.945	8	0.50	1.81	58.63
17	16	998.413	999.06	61.15	-1.06	1 370.08	0	43	215	488.41	4.1364	3.9794	0.00203	1.805	3.945	8	0.50	1.81	58.63
16	15	999.06	999.152	61.15	-0.15	1 431.23	5	48	240	545.20	4.1181	3.9546	0.00203	2.006	4.377	8	0.50	1.81	58.63
15	14	999.152	998.88	55.37	0.49	1 486.60	2	50	250	567.91	4.1111	3.9451	0.00203	2.086	4.548	8	0.50	1.81	58.63
14	13	998.88	998.54	55.37	0.61	1 541.97	2	52	260	590.63	4.1043	3.9359	0.00203	2.166	4.719	8	0.50	1.81	58.63
49	50	1 001.643	1 001.278	52.78	0.69	52.78	1	1	5	11.36	4.4392	4.4092	0.00203	0.045	0.102	6	2.25	3.17	57.75
50	51	1 001.278	1 000.684	77.82	0.76	130.60	3	4	20	45.43	4.3805	4.3229	0.00203	0.178	0.399	6	0.70	1.77	32.21
51	52	1 000.684	1 000.429	76.66	0.33	207.26	2	6	30	68.15	4.3547	4.2856	0.00203	0.265	0.593	6	0.50	1.49	27.22
52	53	1 000.429	1 000.354	12.78	0.59	305.66	0	8	40	90.87	4.3333	4.2547	0.00203	0.352	0.785	6	0.60	1.63	29.82
53	36	1 000.354	1 000.441	37.12	-0.23	342.78	2	10	50	113.58	4.3147	4.2280	0.00203	0.438	0.975	6	0.50	1.49	27.22
36	35	1 000.441	1 000.376	45.22	0.14	495.54	2	15	75	170.37	4.2757	4.1726	0.00203	0.651	1.443	6	0.50	1.49	27.22
35	34	1 000.376	1 000.086	45.02	0.64	647.86	3	23	115	261.24	4.2265	4.1034	0.00203	0.987	2.176	6	0.50	1.49	27.22
34	33	1 000.086	999.944	45.02	0.32	692.88	1	24	120	272.60	4.2210	4.0959	0.00203	1.028	2.267	6	0.50	1.49	27.22
33	37	999.944	999.125	38.3	2.14	731.18	2	29	145	329.39	4.1958	4.0608	0.00203	1.235	2.715	6	0.50	1.49	27.22
37	32	999.125	999.079	6.72	0.68	1 435.75	0	67	335	761.00	4.0576	3.8734	0.00203	2.759	5.984	8	0.50	1.81	58.63
32	31	999.079	997.574	45.02	3.34	1 480.77	0	67	335	761.00	4.0576	3.8734	0.00203	2.759	5.984	8	0.50	1.81	58.63
31	30	997.574	997.156	45.29	0.92	1 611.70	0	72	360	817.79	4.0435	3.8546	0.00203	2.955	6.399	8	0.50	1.81	58.63
30	29	997.156	998.256	60.00	-1.83	1 745.30	4	78	390	885.94	4.0274	3.8333	0.00203	3.188	6.894	8	0.50	1.81	58.63
29	28	998.256	998.165	60.00	0.15	1 805.30	5	83	415	942.74	4.0145	3.8164	0.00203	3.382	7.304	10	0.50	2.10	106.30
28	13	998.165	998.54	108.90	-0.34	1 914.20	6	94	470	1 067.67	3.9879	3.7815	0.00203	3.805	8.196	10	0.50	2.10	106.30
13	1	998.54	999.253	85.58	-0.83	3 541.75	2	148	740	1 681.02	3.8805	3.6432	0.00203	5.829	12.432	10	0.50	2.10	106.30
1	56	999.253	999.12	47.53	0.28	3781.96	0	152	760	1 726.45	3.8737	3.6346	0.00203	5.976	12.738	10	0.50	2.10	106.30
55	54	999.979	1 000.039	48.09	-0.12	48.09	1	1	5	11.36	4.4392	4.4092	0.00203	0.045	0.102	6	2.25	3.17	57.75
48	47	999.78	1 000.028	45.00	-0.55	45.00	2	2	10	22.72	4.4146	4.3729	0.00203	0.090	0.202	6	1.25	2.36	43.04
46	47	1 000.11	1 000.028	47.00	0.17	47.00	7	7	35	79.51	4.3436	4.2695	0.00203	0.309	0.689	6	0.60	1.63	29.82
45	44	999.736	999.862	43.32	-0.29	43.32	4	4	20	45.43	4.3805	4.3229	0.00203	0.178	0.399	6	1.00	2.11	38.50
43	44	1 000.00	999.862	42.68	0.32	42.68	5	5	25	56.79	4.3669	4.3032	0.00203	0.222	0.496	6	1.00	2.11	38.50
42	41	999.371	999.335	40.00	0.09	40.00	3	3	15	34.07	4.3960	4.3456	0.00203	0.134	0.301	6	1.00	2.11	38.50
40	41	999.583	999.335	40.00	0.62	40.00	3	3	15	34.07	4.3960	4.3456	0.00203	0.134	0.301	6	1.00	2.11	38.50
39	38	998.618	998.663	40.00	-0.11	40.00	3	3	15	34.07	4.3960	4.3456	0.00203	0.134	0.301	6	1.00	2.11	38.50
53	54	1 000.354	1 000.039	85.82	0.37	85.82	1	1	5	11.36	4.4392	4.4092	0.00203	0.045	0.102	6	2.25	3.17	57.75
54	47	1 000.039	1 000.028	59.69	0.02	193.60	2	4	20	45.43	4.3805	4.3229	0.00203	0.178	0.399	6	1.00	2.11	38.50
47	44	1 000.028	999.862	45.02	0.37	330.62	1	14	70										

Continuación de la tabla XIII.

CONDICIONES HIDRAULICAS													ALTURA POZO		ANCHO		EXCAV
INICIO			FINAL			v (m/s)		TIRANTE		COTAS INVERT		ALTURA POZO		ANCHO		EXCAV	
Qd/Q	v/V	d/D	Qd/Q	v/V	d/D	ACT	FUT	ACT	FUT	INICIO	FINAL	SALIDA	ENTR.	ZANIA		(m3)	
0.002082	0.203	0.035	0.004685	0.256	0.0500	0.479	0.604	3.50	5.00	998.68	997.51	1.20	1.89	0.60		86.42	
0.003771	0.239	0.045	0.008469	0.305	0.0650	0.465	0.593	4.50	6.50	997.48	997.09	1.92	2.21	0.60		56.64	
0.005521	0.273	0.055	0.012378	0.341	0.0775	0.482	0.602	5.50	7.75	997.06	996.69	2.24	2.57	0.60		77.38	
0.002082	0.203	0.035	0.004685	0.256	0.0500	0.479	0.604	3.50	5.00	998.68	997.89	1.20	1.91	0.60		59.00	
0.003771	0.239	0.045	0.008469	0.305	0.0650	0.465	0.593	4.50	6.50	997.86	997.32	1.94	2.37	0.60		81.76	
0.005521	0.273	0.055	0.012378	0.341	0.0775	0.482	0.602	5.50	7.75	997.29	996.92	2.40	2.43	0.60		77.68	
0.009581	0.32	0.07	0.021394	0.408	0.1025	0.565	0.720	7.00	10.25	996.89	996.41	2.46	2.07	0.60		91.99	
0.000780	0.152	0.0225	0.001760	0.194	0.0325	0.481	0.614	2.25	3.25	1000.75	999.17	1.20	1.87	0.60		64.73	
0.000780	0.152	0.0225	0.001760	0.194	0.0325	0.481	0.614	2.25	3.25	999.14	998.39	1.90	1.90	0.60		37.66	
0.003477	0.239	0.045	0.007808	0.305	0.0650	0.504	0.644	4.50	6.50	998.36	997.54	1.93	1.58	0.60		86.42	
0.007702	0.297	0.0625	0.017217	0.381	0.0925	0.561	0.719	6.25	9.25	997.51	996.86	1.61	1.63	0.60		79.78	
0.027016	0.439	0.115	0.059805	0.56	0.1700	0.655	0.836	11.50	17.00	996.83	996.53	1.66	1.84	0.60		61.34	
0.005521	0.273	0.055	0.012378	0.341	0.0775	0.482	0.602	5.50	7.75	998.36	997.61	1.93	2.59	0.60		145.91	
0.001760	0.194	0.0325	0.003959	0.239	0.0450	0.542	0.667	3.25	4.50	997.21	995.93	1.20	1.23	0.60		53.68	
0.007432	0.297	0.0625	0.016636	0.375	0.0900	0.486	0.613	6.25	9.00	996.40	995.88	1.20	1.69	0.60		74.32	
0.005368	0.264	0.0525	0.012016	0.408	0.1025	0.598	0.923	5.25	10.25	997.88	996.76	1.20	1.24	0.60		71.52	
0.003110	0.23	0.0425	0.006983	0.289	0.0600	0.543	0.682	4.25	6.00	998.74	997.43	1.20	1.22	0.60		76.49	
0.003477	0.239	0.045	0.007808	0.3	0.0630	0.504	0.633	4.50	6.30	998.89	997.82	1.20	1.79	0.60		95.52	
0.007432	0.297	0.0625	0.016636	0.375	0.0900	0.486	0.613	6.25	9.00	999.17	998.53	1.20	1.85	0.60		98.11	
0.003477	0.239	0.045	0.007808	0.3	0.0630	0.504	0.633	4.50	6.30	999.55	998.47	1.20	1.97	0.60		102.32	
0.002082	0.203	0.035	0.004685	0.256	0.0500	0.479	0.604	3.50	5.00	999.54	998.47	1.20	1.96	0.60		81.07	
0.000808	0.152	0.0225	0.001822	0.194	0.0325	0.465	0.593	2.25	3.25	999.54	998.94	1.20	1.69	0.60		24.76	
0.003477	0.239	0.045	0.007808	0.3	0.0630	0.504	0.633	4.50	6.30	998.91	998.73	1.72	2.01	0.60		19.84	
0.005521	0.273	0.055	0.012378	0.341	0.0775	0.482	0.602	5.50	7.75	998.70	998.39	2.04	1.98	0.60		54.29	
0.005521	0.273	0.055	0.012378	0.341	0.0775	0.482	0.602	5.50	7.75	998.36	998.27	2.01	1.93	0.60		14.62	
0.014509	0.361	0.085	0.032328	0.463	0.1250	0.539	0.691	8.50	12.50	997.58	997.42	2.62	2.20	0.60		47.23	
0.014704	0.361	0.085	0.032647	0.463	0.1250	0.762	0.977	8.50	12.50	997.39	996.94	2.23	1.71	0.60		53.21	
0.017086	0.381	0.0925	0.037824	0.484	0.1350	0.899	1.142	9.25	13.50	996.91	996.69	1.74	1.68	0.60		17.78	
0.025259	0.426	0.11	0.055381	0.538	0.1600	0.770	0.973	11.00	16.00	996.50	996.36	1.87	1.64	0.60		29.34	
0.023800	0.42	0.1075	0.052033	0.528	0.1550	0.960	1.207	10.75	15.50	996.33	995.97	1.67	1.62	0.60		44.85	
0.030793	0.45	0.12	0.067296	0.56	0.1700	0.814	1.012	12.00	17.00	995.94	995.71	1.65	2.70	0.60		60.30	
0.030793	0.45	0.12	0.067296	0.56	0.1700	0.814	1.012	12.00	17.00	995.68	995.37	2.73	3.69	0.60		117.77	
0.034221	0.468	0.1275	0.074652	0.577	0.1800	0.846	1.043	12.75	18.00	995.34	995.04	3.72	4.11	0.60		143.65	
0.035587	0.468	0.1275	0.077577	0.557	0.1800	0.846	1.007	12.75	18.00	995.01	994.73	4.14	4.15	0.60		137.75	
0.036949	0.479	0.1325	0.080491	0.605	0.1950	0.866	1.094	13.25	19.50	994.70	994.42	4.18	4.12	0.60		137.78	
0.000780	0.152	0.0225	0.001760	0.194	0.0325	0.481	0.614	2.25	3.25	1000.443	999.26	1.20	2.02	0.60		51.03	
0.005521	0.273	0.055	0.012378	0.341	0.0775	0.482	0.602	5.50	7.75	999.23	998.68	2.05	2.00	0.60		94.69	
0.009742	0.32	0.07	0.021779	0.408	0.1000	0.478	0.609	7.00	10.00	998.65	998.27	2.03	2.16	0.60		96.47	
0.011799	0.341	0.0775	0.026317	0.432	0.1125	0.557	0.706	7.75	11.25	998.24	998.16	2.19	2.19	0.60		16.81	
0.016087	0.381	0.0925	0.035810	0.473	0.1300	0.569	0.706	9.25	13.00	998.13	997.95	2.22	2.50	0.60		52.55	
0.023913	0.42	0.1075	0.053011	0.533	0.1575	0.627	0.795	10.75	15.75	997.92	997.69	2.53	2.69	0.60		70.72	
0.036244	0.473	0.13	0.079937	0.605	0.1950	0.706	0.903	13.00	19.50	997.66	997.43	2.72	2.65	0.60		72.51	
0.037771	0.48	0.1325	0.083259	0.605	0.1950	0.716	0.903	13.25	19.50	997.40	997.18	2.68	2.77	0.60		73.57	
0.045367	0.507	0.145	0.099743	0.644	0.2150	0.757	0.961	14.50	21.50	997.15	996.96	2.80	2.17	0.60		57.02	
0.047065	0.517	0.15	0.102061	0.644	0.2150	0.935	1.164	15.00	21.50	995.41	995.38	3.71	3.70	0.60		14.93	
0.047065	0.517	0.15	0.102061	0.644	0.2150	0.935	1.164	15.00	21.50	995.35	995.13	3.73	2.45	0.60		83.41	
0.050402	0.522	0.1525	0.109148	0.651	0.2200	0.944	1.177	15.25	22.00	995.10	994.87	2.48	2.29	0.60		64.73	
0.054384	0.538	0.16	0.117589	0.669	0.2300	0.973	1.209	16.00	23.00	994.84	994.54	2.32	3.72	0.60		108.58	
0.031816	0.456	0.1225	0.068707	0.577	0.1800	0.957	1.210	12.25	18.00	994.51	994.21	3.75	3.96	0.60		138.63	
0.035793	0.473	0.13	0.077102	0.596	0.1900	0.992	1.250	13.00	19.00	994.18	993.64	3.99	4.90	0.60		290.44	
0.054838	0.538	0.16	0.116956	0.669	0.2300	1.129	1.403	16.00	23.00	993.61	993.18	4.93	6.08	0.60		282.68	
0.056221	0.548	0.165	0.119831	0.676	0.2350	1.150	1.418	16.50	23.50	993.15	992.91	6.11	6.21	0.60		175.61	
0.000780	0.152	0.0225	0.001760	0.194	0.0325	0.481	0.614	2.25	3.25	998.78	997.70	1.20	2.34	0.60		51.10	
0.002082	0.203	0.035	0.004685	0.256	0.0500	0.479	0.604	3.50	5.00	998.58	998.02	1.20	2.01	0.60		43.34	
0.010349	0.327	0.0725	0.023108	0.414	0.1050	0.535	0.677	7.25	10.50	998.91	998.63	1.20	1.40	0.60		36.66	
0.004619	0.256	0.05	0.010356	0.327	0.0725	0.540	0.690	5.00	7.25	998.54	998.10	1.20	1.76	0.60		38.46	
0.005756	0.273	0.055	0.012886	0.348	0.0800	0.576	0.734	5.50	8.00	998.80	998.37	1.20	1.49	0.60		34.43	
0.003477	0.239	0.045	0.007808	0.305	0.0650	0.504	0.644	4.50	6.50	998.17	997.77	1.20	1.56	0.60		33.17	
0.003477	0.239	0.045	0.007808	0.305	0.0650	0.504	0.644	4.50	6.50	998.38	997.98	1.20	1.35	0.60		30.62	
0.003477	0.239	0.045	0.007808	0.305	0.0650	0.504	0.644	4.50	6.50	997.42	997.02	1.20	1.64	0.60		34.14	
0.000780	0.152	0.0225	0.001760	0.194	0.0325	0.481	0.614	2.25	3.25	999.15	997.22	1.20	2.82	0.60		103.39	
0.004619	0.256	0.05	0.010356	0.327	0.0730	0.540	0.690	5.00	7.30	997.19	996.60	2.85	3.43	0.60		112.42	
0.022356	0.414	0.105	0.049597	0.522	0.1525	0.618	0.779	10.50	15.25	996.57	996.34	3.46	3.52	0.60		94.31	
0.039296	0.49	0.1375	0.086572	0.615	0.2000	0.731	0.918	13.75	20.00	996.31	996.09	3.55	3.25	0.60		91.99	
0.022468	0.414	0.105	0.049350	0.522	0.1525	0.748	0.944	10.50	15.25	996.06	995.83	3.28	2.83	0.60		82.68	
0.027342	0.439	0.115	0.059872	0.56	0.1700	0.794	1.012	11.50	17.00	995.80	995.44	2.86	3.68	0.60		139.46	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Presupuesto e integración de costos unitarios, drenaje sanitario

RENGLÓN		PRESUPUESTO POR RENGLONES			TOTAL
		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U	
1. TRABAJOS PRELIMINARES					
1	1.1	Herramienta básica provista por obra	global	1,00	Q16 938,08
2	1.2	Guardiania, baño guardián, bodega materiales (12,00 x 6,00)	m2	72,00	Q348,66
3	1.3	Replanteo topográfico (3782 ml)	ml	3 782,00	Q10,80
2. CONEXIÓN DOMICILIAR					
4	2.1	Excavación líneas domiciliarias 172,80 m³	m3	172,80	Q157,49
5	2.2	Base de conexión domiciliar y candela de T. C. de 12" 144 unidades	unidad	144,00	Q275,27
6	2.3	Tapadera de conexión domiciliar 144 unidades	unidad	144,00	Q149,44
7	2.4	Colocación de tubería domiciliar y accesorios 144 unidades	unidad	144,00	Q653,96
3. LÍNEA CENTRAL					
8	3.1	Excavación línea central 5 376,54 m³	m3	5 376,54	Q76,22
9	3.2	Colocación de tubería línea central (tubo de 6") 2826 metros lineales	ml	2 826,00	Q170,26
10	3.3	Colocación de tubería línea central (tubo de 8") 642 metros lineales	ml	642,00	Q254,34
11	3.4	Colocación de tubería línea central (tubo de 10") 306 metros lineales	ml	306,00	Q390,45
12	3.5	Llenado de zanja de tubería línea central 4 128,48 m³	m3	4 128,48	Q49,83
4. POZOS DE VISITA					
13	4.1	Pozos de visita de 1,20 a 2,00 m de alto 28 unidades	unidad	28,00	Q4 444,53
14	4.2	Pozos de visita de 2,00 a 2,50 m de alto 16 unidades	unidad	16,00	Q5 758,61
15	4.3	Pozos de visita de 2,50 a 3,00 m de alto 8 unidades	unidad	8,00	Q7 183,26
16	4.4	Pozos de visita de 3,00 a 3,50 m de alto 2 unidades	unidad	2,00	Q9 513,96
17	4.5	Pozos de visita de 3,50 a 4,00 m de alto 6 unidades	unidad	6,00	Q9 582,14
18	4.6	Pozos de visita de 4,00 a 4,50 m de alto 3 unidades	unidad	3,00	Q10 477,05
19	4.7	Pozos de visita de 4,50 a 5,00 m de alto 1 unidad	unidad	1,00	Q13 715,24
20	4.8	Pozos de visita de 6,00 a 6,50 m de alto 2 unidades	unidad	2,00	Q15 841,21
5. BASE + BROCAL + TAPADERA					
21	5.1	Base de pozo de visita 56 unidades	unidad	56,00	Q890,76
22	5.2	Brocal para pozo de visita 56 unidades	unidad	56,00	Q1 243,72
23	5.3	Tapadera de pozo de visita 56 unidades	unidad	56,00	Q592,58
TOTAL DE DRENAJES					Q2 224 986,39
SON: DOS MILLONES DOSCIENTOS VEINTICUATRO MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y SEIS QUETZALES CON 39/100					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Cronograma de actividades, para la ejecución, drenaje sanitario

RENGLÓN	PRESUPUESTO POR RENGLONES	UNIDAD	CANT	PRECIO U	TOTAL	TIEMPO EN MESES					
						1	2	3	4	5	6
1. TRABAJOS PRELIMINARES											
1.1.1	Herramienta básica provista por obra	global	1.00	Q16 938.08	Q16 938.08						
2.1.2	Guarandía, baño guarandía, bodega materiales (12,00 x 6,00)	m2	72.00	Q348.66	Q25 103.52						
3.1.3	Replanteo topográfico (.3782 ml)	ml	3 782.00	Q10.80	Q40 845.60						
2. CONEXIÓN DOMICILIAR											
4.2.1	Excavación líneas domiciliarias 172,80 m³	m3	172.80	Q157.49	Q27 214.27						
5.2.2	Base de conexión domiciliar y candeola de T.C. de 12" 144 unidades	unidad	144.00	Q275.27	Q39 638.88						
6.2.3	Tapadera de conexión domiciliar 144 unidades	unidad	144.00	Q149.44	Q21 519.36						
7.2.4	Colocación de tubería domiciliar y accesorios 144 unidades	unidad	144.00	Q653.96	Q94 170.24						
3. LINEA CENTRAL											
8.3.1	Excavación línea central 5 376,54 m³	m3	5 376.54	Q76.22	Q409 799.88						
9.3.2	Colocación de tubería línea central (tubo de 6") 2826 metros lineales	ml	2 826.00	Q170.26	Q481 154.76						
10.3.3	Colocación de tubería línea central (tubo de 8") 642 metros lineales	ml	642.00	Q254.34	Q163 286.28						
11.3.4	Colocación de tubería línea central (tubo de 10") 306 metros lineales	ml	306.00	Q390.45	Q119 477.70						
12.3.5	Llenado de zanja de tubería línea central 4 128,48 m³	m3	4 128.48	Q49.83	Q205 722.16						
4. POZOS DE VISITA											
13.4.1	Pozos de visita de 1,20 a 2,00 m de alto 28 unidades	unidad	28.00	Q4 444.53	Q124 446.76						
14.4.2	Pozos de visita de 2,00 a 2,50 m de alto 16 unidades	unidad	16.00	Q5 758.61	Q92 137.68						
15.4.3	Pozos de visita de 2,50 a 3,00 m de alto 8 unidades	unidad	8.00	Q7 183.26	Q57 496.15						
16.4.4	Pozos de visita de 3,00 a 3,50 m de alto 2 unidades	unidad	2.00	Q9 513.96	Q19 027.92						
17.4.5	Pozos de visita de 3,50 a 4,00 m de alto 6 unidades	unidad	6.00	Q9 582.14	Q57 492.87						
18.4.6	Pozos de visita de 4,00 a 4,50 m de alto 3 unidades	unidad	3.00	Q10 477.05	Q31 431.15						
19.4.7	Pozos de visita de 4,50 a 5,00 m de alto 1 unidad	unidad	1.00	Q13 715.24	Q13 715.24						
20.4.8	Pozos de visita de 6,00 a 6,50 m de alto 2 unidades	unidad	2.00	Q15 841.21	Q31 682.42						
5. BASE + BROCAL + TAPADERA											
21.5.1	Base de pozo de visita 56 unidades	unidad	56.00	Q890.76	Q49 862.63						
22.5.2	Brocal para pozo de visita 56 unidades	unidad	56.00	Q1 243.72	Q69 648.39						
23.5.3	Tapadera de pozo de visita 56 unidades	unidad	56.00	Q582.58	Q33 184.45						
TOTAL DE DRENAJES					Q2 224 986.39						
SON: DOS MILLONES DOSCIENTOS VEINTICUATRO MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y SEIS QUETZALES CON 39/100											

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La edificación escolar de dos niveles para el sector Valle San José, barrio San José, del municipio de Salamá Baja Verapaz, fue diseñada cumpliendo con los parámetros arquitectónicos mínimos, necesarios para una edificación escolar, para lograr la comodidad y la seguridad de la población estudiantil; asimismo se toman en cuenta los criterios sísmicos para que pueda resistir ante un evento de esta naturaleza.
2. A través del proyecto del sistema de drenaje sanitario del sector Valle del Sol, barrio Hacienda la Virgen, del municipio de Salamá, Baja Verapaz, se prestará el servicio necesario a la comunidad, en donde los beneficiarios podrán evacuar las aguas residuales al sistema; y así, evitar la contaminación de los mantos freáticos y la calidad del agua que nuevamente llega a la población para su consumo.
3. Al llevar a cabo estos proyectos, la municipalidad de Salamá, Baja Verapaz, logrará satisfacer dos de las necesidades más importantes de la población: educación y salud, lo que aumentará la calidad de vida de los habitantes, por cuanto se beneficiarán más de 200 alumnos del nivel primario y a 450 familias de los sectores en mención.
4. En el proyecto de diseño de drenaje sanitario, no se incluyó la propuesta de tratamiento para las aguas residuales, ya que la municipalidad ha iniciado las gestiones y estudios para la construcción de una planta de tratamiento.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Salamá Baja Verapaz

1. Los materiales de construcción deberán ser sometidos a pruebas de laboratorio, para garantizar la calidad y condiciones óptimas de estos. Por tanto, deberá considerarse la supervisión técnica de la obra por medio de profesionales de la ingeniería civil y cumplir con lo establecido en los planos.
2. Los proyectos que en el presente informe se describen, deberán construirse bajo las normas de construcción y supervisión estipuladas por dichas normas, con el objeto de que los proyectos sean realizados a satisfacción y con el fin de beneficiar a las personas, al brindarles un buen servicio.
3. La población que se beneficiará en estos proyectos es numerosa, motivo por el cual, la realización de los mismos es de suma importancia, debido a las necesidades que tienen los pobladores de los barrios del municipio.
4. Utilizar el edificio escolar en dos o más jornadas y con ello lograr atender a un número mayor de estudiantes y así reducir el alto índice de analfabetismo en el municipio.

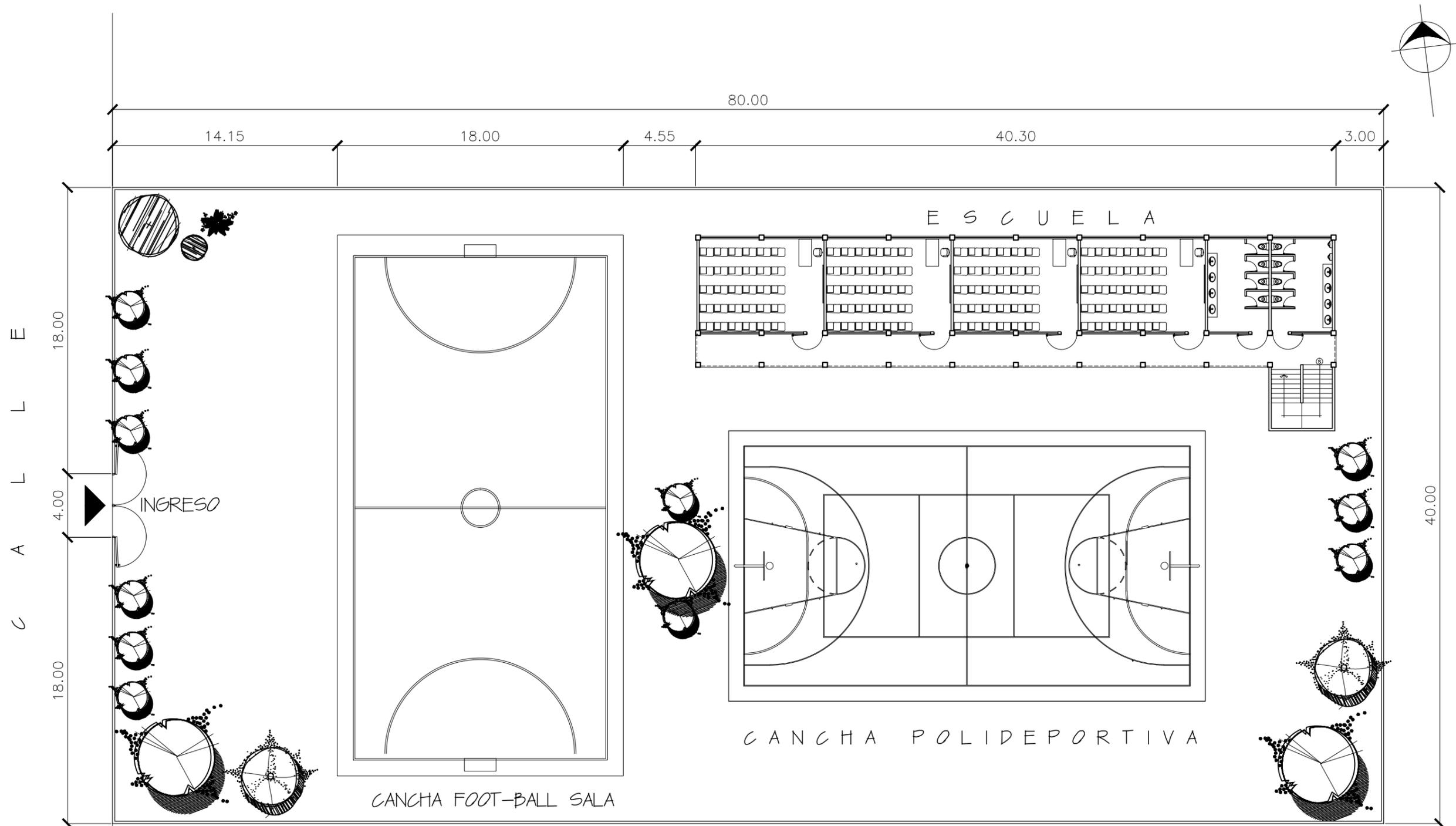
5. La construcción de un sistema de drenaje sanitario para el sector Valle del Sol, Barrio Hacienda la Virgen, es muy importante, pues la existencia de este, mejoraría la calidad de vida en cuanto a la salud e higiene de los pobladores.
6. Mantener un constante monitoreo de las descargas de aguas residuales y evitar la conexión ilícita de aguas pluviales, que puedan provocar que el sistema de alcantarillado colapse.
7. Fomentar la educación sanitaria a todos los beneficiarios del proyecto y concienciarlos para que contribuyan a la operación y el mantenimiento del sistema de drenaje sanitario del sector Valle del Sol, barrio Hacienda la Virgen, del departamento de Salamá Baja Verapaz.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. *Reglamento para las construcciones de concreto estructural y comentarios, ACI 318-08*. USA: ACI, 2008. 518 p.
2. GARCÍA CHEX, Herman Dovanet. *Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea Los Jocotes, municipio de San Jerónimo, departamento de Baja Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 74 p.
3. GONZÁLES MORASSO, Rodolfo. *Normas Generales para Diseño de Redes de Alcantarillado*. Guatemala: Dirección General de Obras Públicas, Departamento de Proyectos Sanitarios, 1967. 156 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Normas Generales para Diseño de Alcantarillas*. Guatemala: INFOM, 2001. 31 p.
5. PAZ CHACÓN, Sindy Anabella. *Diseño del edificio escolar de dos niveles, para la aldea el Manzanillo y sistema de alcantarillado sanitario, para el sector sur del casco urbano de San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 187 p.

6. SIC GARCÍA, Ángel Roberto. *Guía Teórica y Práctica del curso de Concreto Armado* 2. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1988. 325 p.

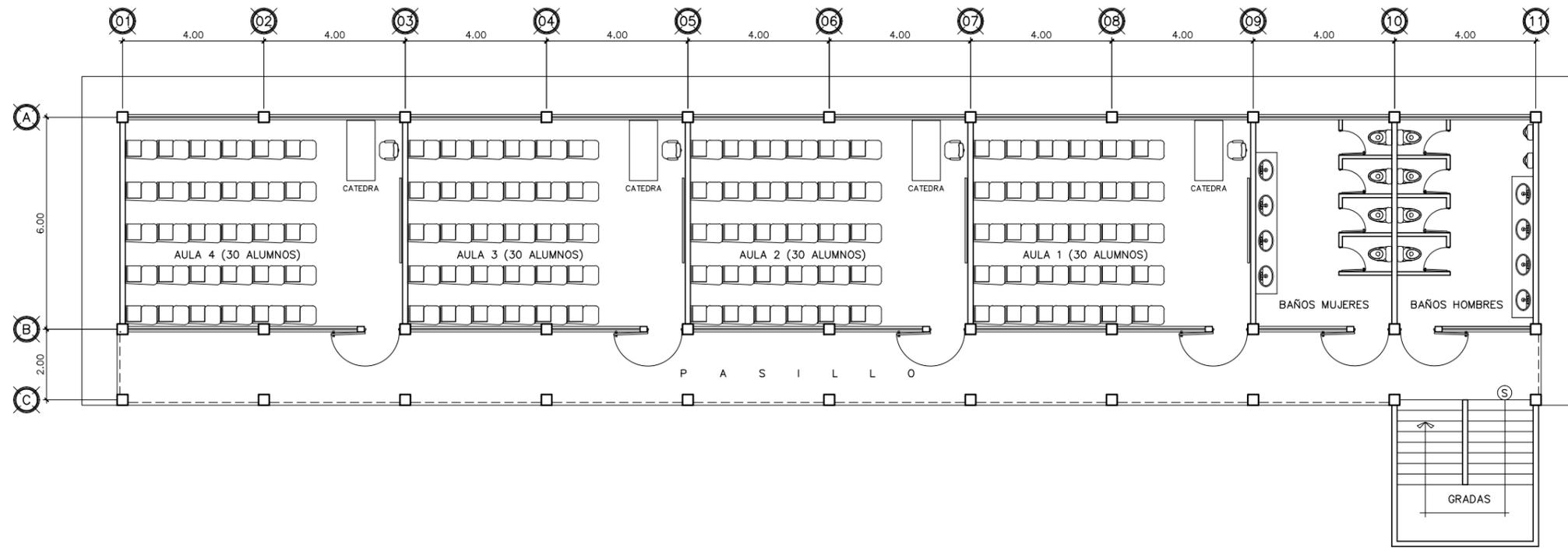
APÉNDICES



PLANTA DE CONJUNTO

ESC 1/125

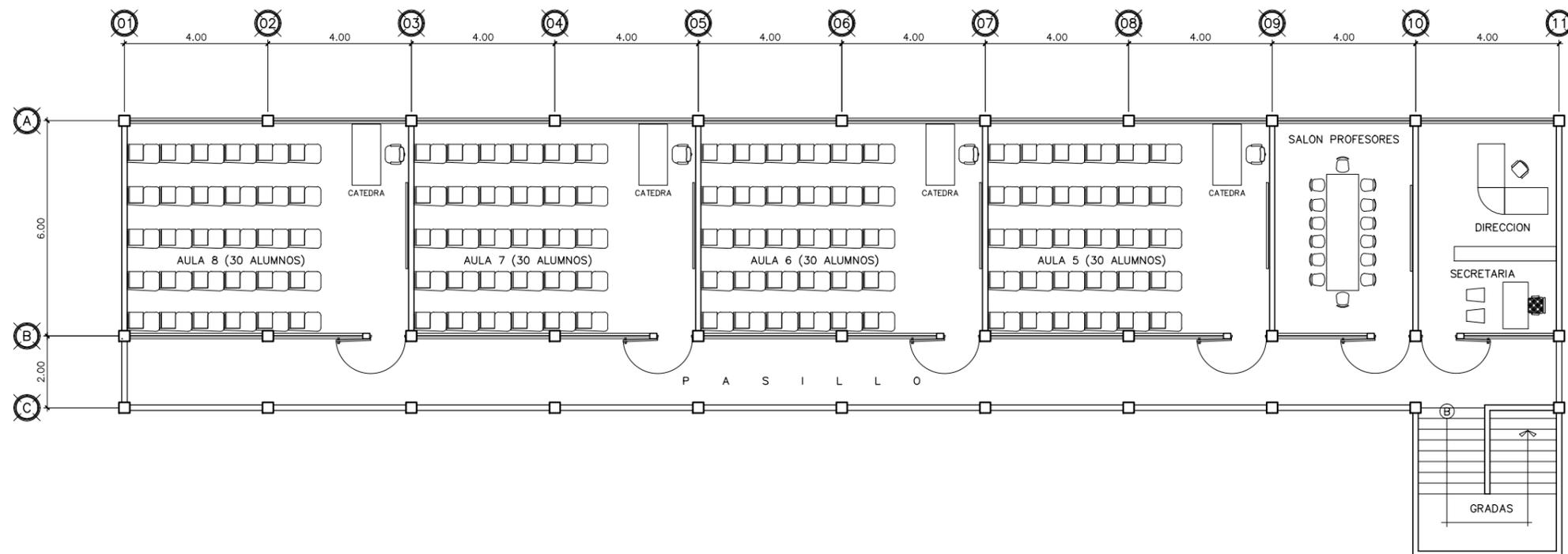
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE SALAMA	
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES SECTOR VALLE DE SAN JOSE, BARRIO SAN JOSE		
CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO		
ESTUDIANTE: MOISES JACHAC PU	CARNE: 00- 34878	HOJA 01 12
Vo.Bo.		
DISEÑO: Moises Jachac	CÁLCULO: Moises Jachac	ING. ANGEL R. SIC GARCIA ASESOR
DIBUJO: Moises Jachac	ESCALA: 1/125	LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL
FECHA: MAYO 2011		



PLANTA PRIMER NIVEL

AMUEBLADA

ESC 1/75



PLANTA SEGUNDO NIVEL

AMUEBLADA

ESC 1/75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SALAMA

PROYECTO:
DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
SECTOR VALLE DE SAN JOSE, BARRIO SAN JOSE

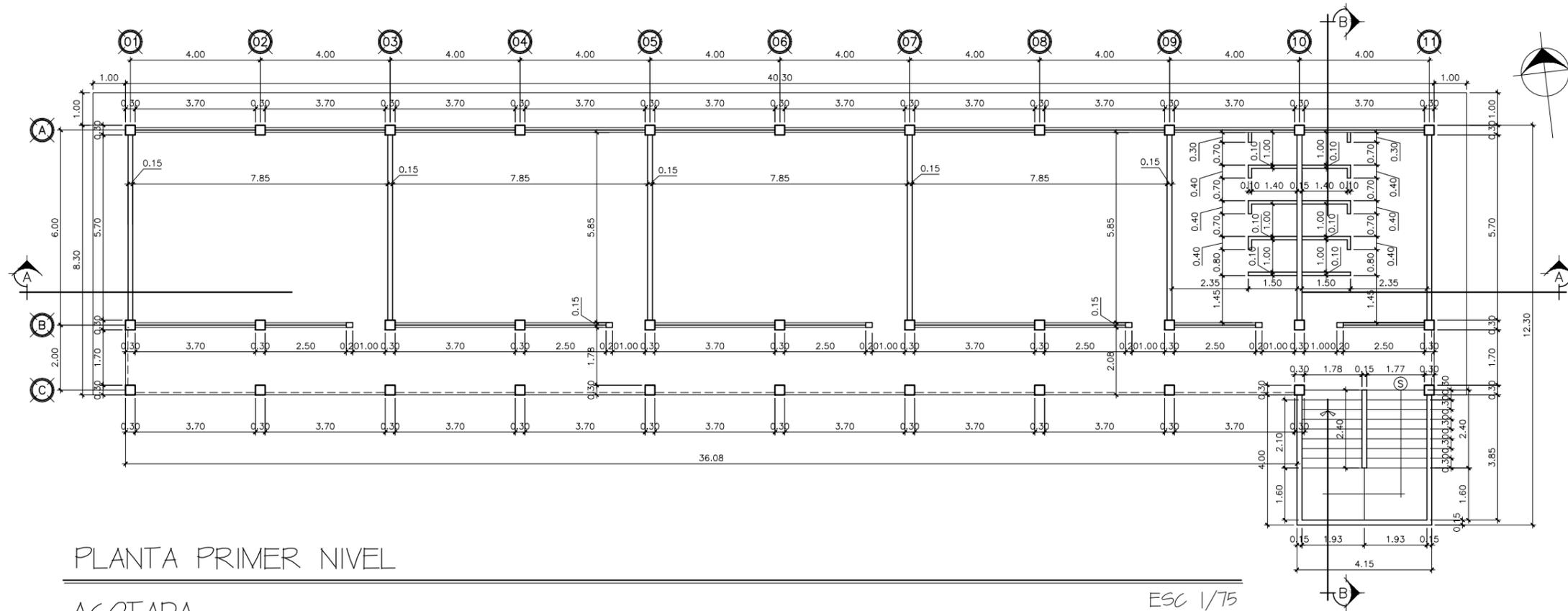
CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA

ESTUDIANTE: MOISES JACHAC PU CARNE: 00-34878

Vo.Bo. HOJA 02 12

DISEÑO:
Moises Jachac
CÁLCULO:
Moises Jachac
DIBUJO:
Moises Jachac
ESCALA:
1/75
FECHA:
MAYO 2011

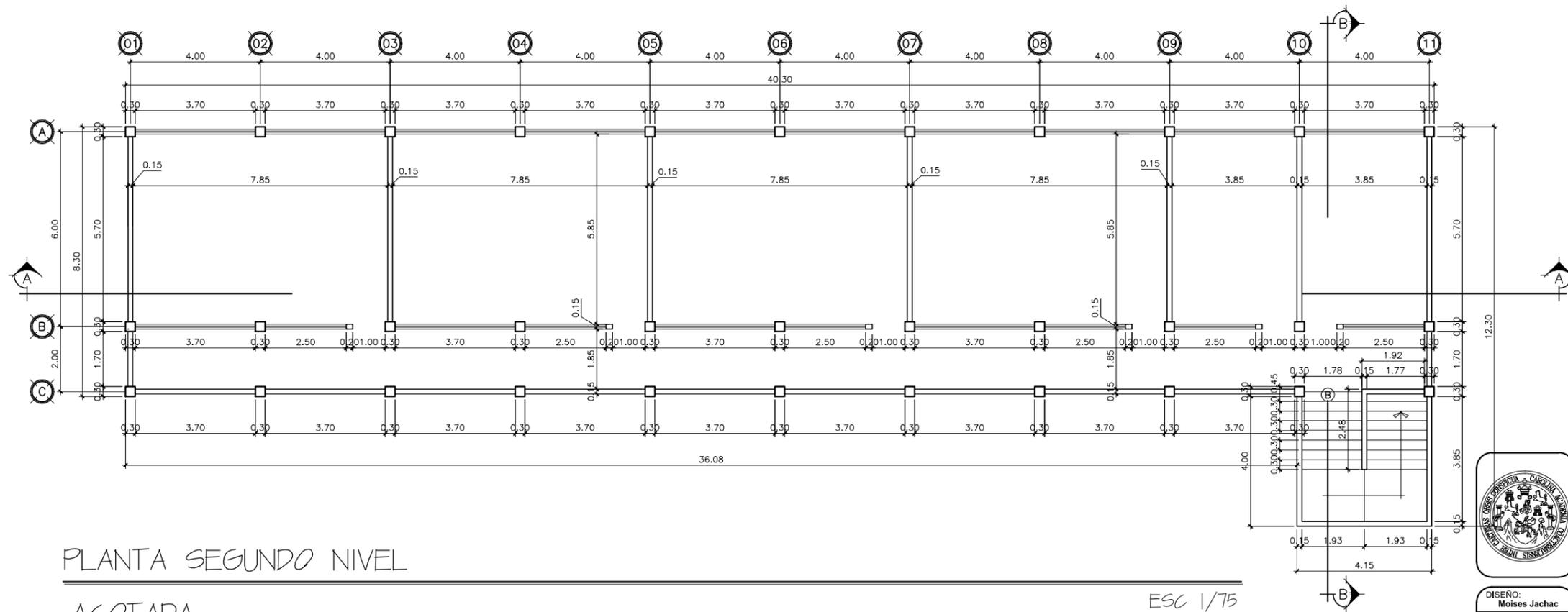
ING. ANGEL R. SIG GARCIA ASESOR LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL



PLANTA PRIMER NIVEL

ACOTADA

ESC 1/75



PLANTA SEGUNDO NIVEL

ACOTADA

ESC 1/75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SALAMA

PROYECTO:
DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
SECTOR VALLE DE SAN JOSE, BARRIO SAN JOSE

CONTENIDO: PLANTA ACOTADA

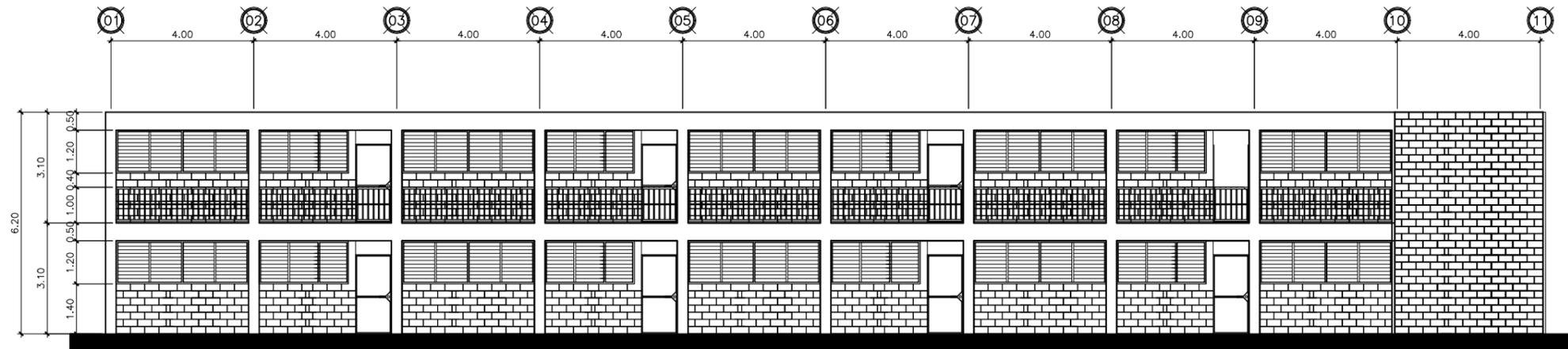
ESTUDIANTE: MOISES JACHAC PU CARNE: 00-34878

Vo.Bo. HOJA

03
12

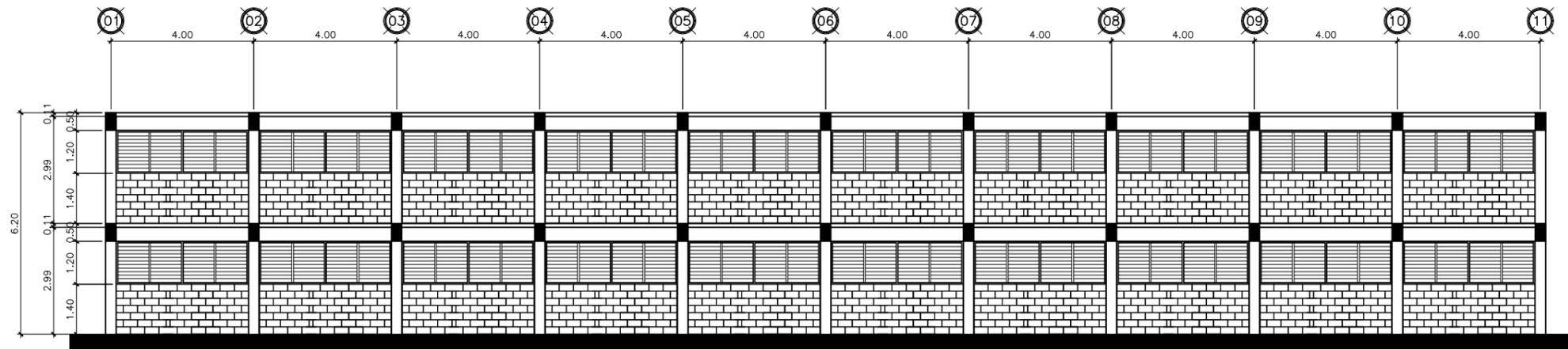
DISEÑO:
Moises Jachac
CÁLCULO:
Moises Jachac
DIBUJO:
Moises Jachac
ESCALA:
1/75
FECHA:
MAYO 2011

ING. ANGEL R. SIC GARCIA
ASESOR LIC. JUAN IZAGUIRRE
ALCALDE MUNICIPAL



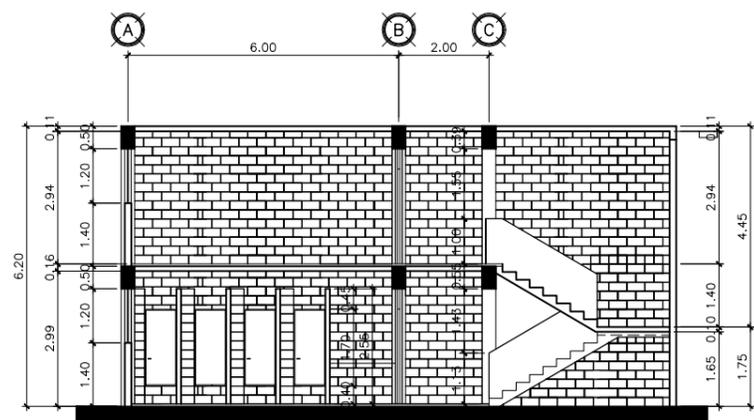
FACHADA FRONTAL

ESC 1/75



SECCION A-A

ESC 1/75



SECCION B-B

ESC 1/75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SALAMA

PROYECTO:
DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
SECTOR VALLE DE SAN JOSE, BARRIO SAN JOSE

CONTENIDO:
FACHADA + SECCIONES

ESTUDIANTE:
MOISES JACHAC PU

CARNE:
00-34878

Vo.Bo. HOJA

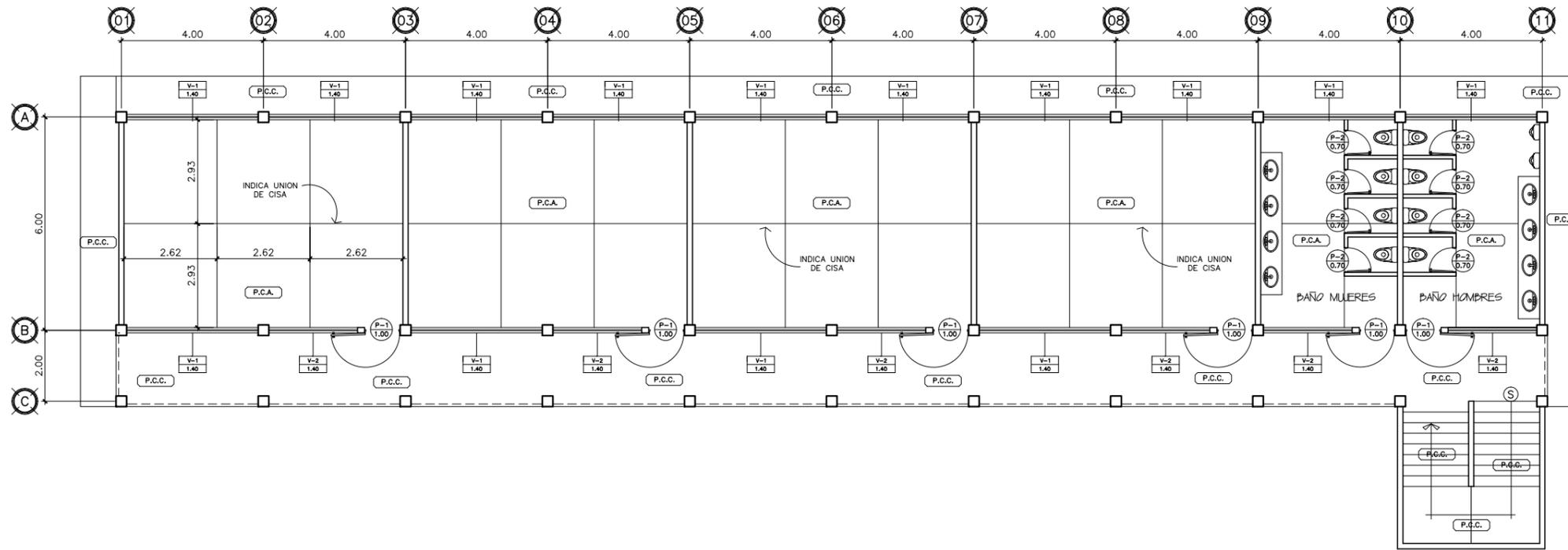
04

12

DISEÑO:
Moises Jachac
CÁLCULO:
Moises Jachac
DIBUJO:
Moises Jachac
ESCALA:
1/75
FECHA:
MAYO 2011

ING. ANGEL R. SIC GARCIA
ASESOR

LIC. JUAN IZAGURRE
ALCALDE MUNICIPAL



NOTA:
TODOS LOS MUROS BLOCK VISTO CISADO
CIELO CERNIDO GRIS

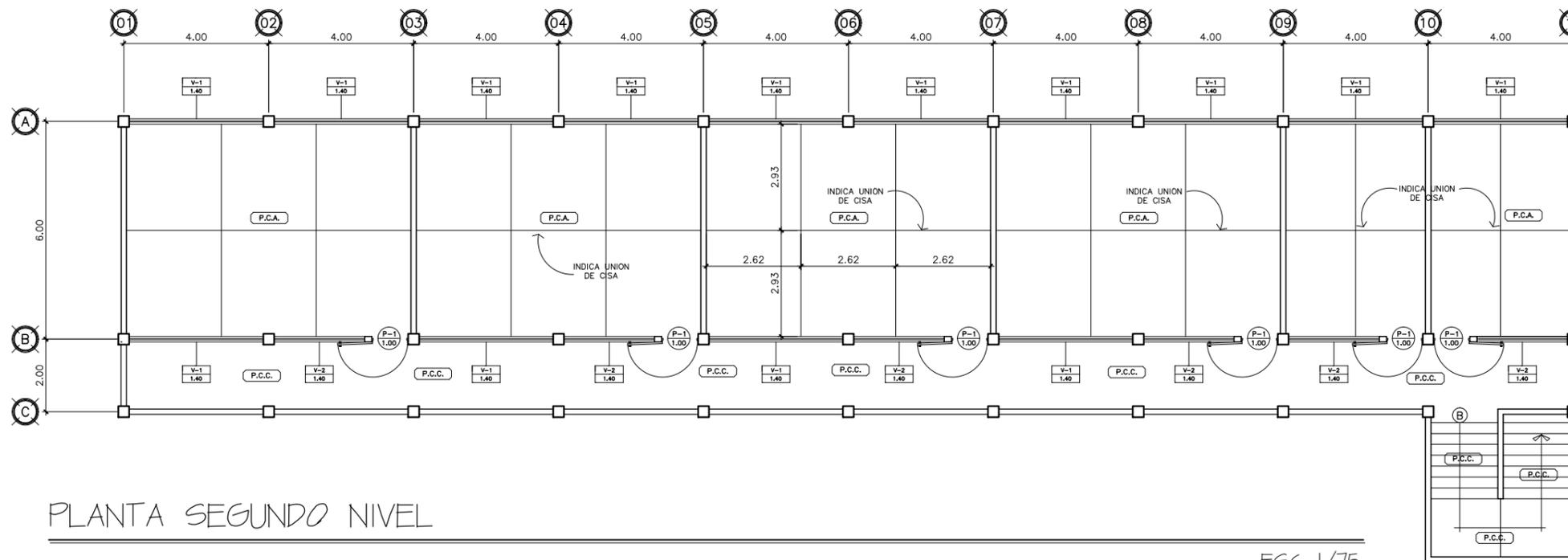
PLANTA PRIMER NIVEL

ACABADOS

ESC 1/75

SIMBOLOGIA ACABADOS

$\frac{P-X}{1.00}$	INDICA TIPO DE PUERTA
$\frac{V-X}{1.00}$	INDICA TIPO DE VENTANA
$\frac{1.00}{1.00}$	INDICA ANCHO DE PUERTA
$\frac{1.00}{1.00}$	INDICA ALTURA DE SILLAR
P.C.	INDICA TIPO DE PISO
P.C.A.	PISO DE CONCRETO ALISADO
P.C.C.	PISO DE CONCRETO CERNIDO
P.	PUERTA
V.	VENTANA



PLANTA SEGUNDO NIVEL

ACABADOS

ESC 1/75

PLANILLA DE VENTANAS				
TIPO	CANT.	SILLAR	DIMENSIONES	MATERIAL
V-1	28	1.40	3.70 X 1.20	ALUMINIO + VIDRIO
V-1	12	1.40	2.50 X 1.20	ALUMINIO + VIDRIO

PLANILLA DE PUERTAS			
TIPO	CANT.	DIMENSIONES	MATERIAL
P-1	12	1.00 X 2.21	METALICA LAMINA CAL.3/16
P-2	8	0.70 X 1.70	METALICA LAMINA CAL.3/16



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DISENO:
Moises Jachac
CALCULO:
Moises Jachac
DIBUJO:
Moises Jachac
ESCALA:
1/75
FECHA:
MAYO 2011

MUNICIPALIDAD DE SALAMA

PROYECTO:
DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
SECTOR VALLE DE SAN JOSE, BARRIO SAN JOSE

CONTENIDO:
PLANTA DE ACABADOS

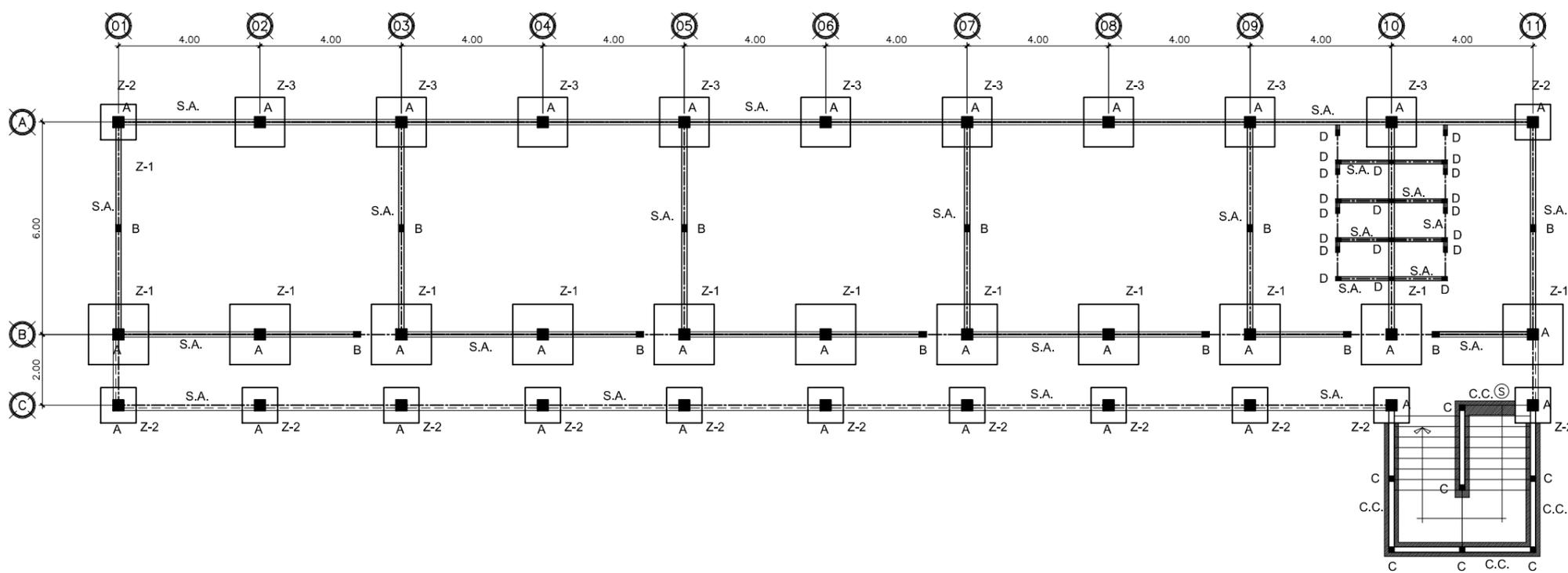
ESTUDIANTE:
MOISES JACHAC PU

CARNE:
00-34878

ING. ANGEL R. SIC GARCIA
ASESOR

LIC. JUAN IZAGUIRRE
ALCALDE MUNICIPAL

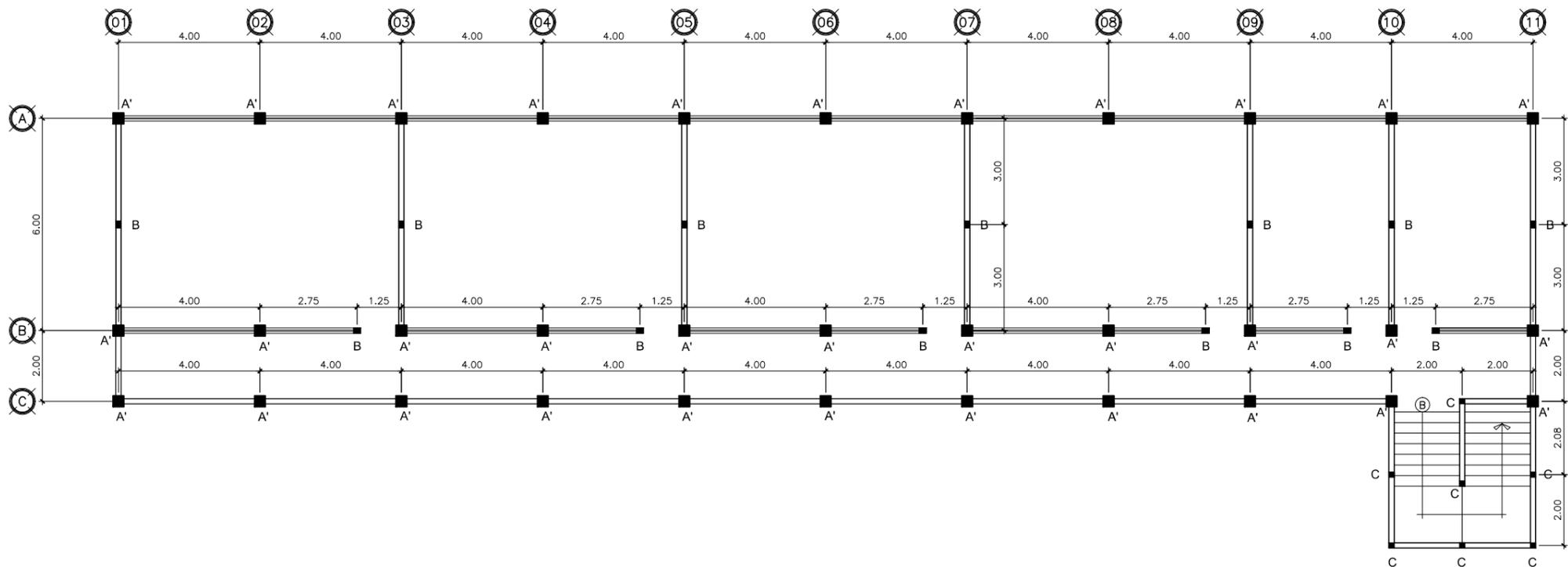
HOJA
05
12



PLANTA PRIMER NIVEL

CIMENTACION

ESC 1/75



PLANTA SEGUNDO NIVEL

CIMENTACION

ESC 1/75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SALAMA

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
SECTOR VALLE DE SAN JOSE, BARRIO SAN JOSE

CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACION

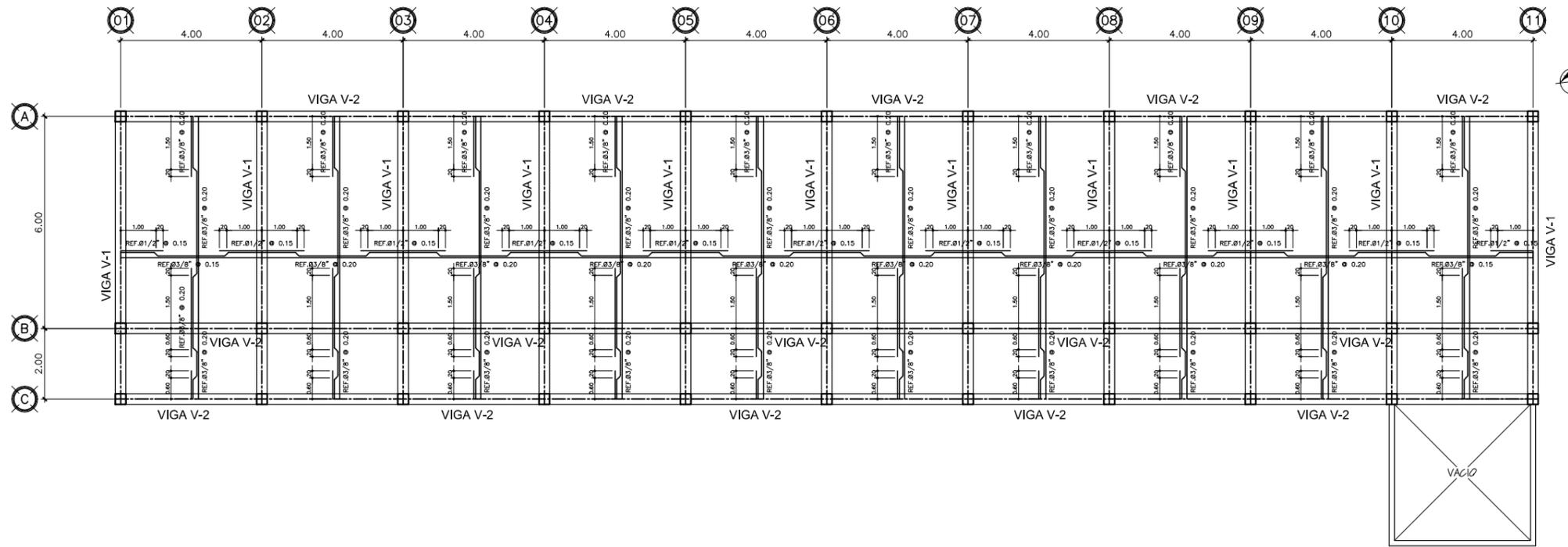
ESTUDIANTE: MOISES JACHAC PU CARNE: 00-34878

Vo.Bo. HOJA

06
12

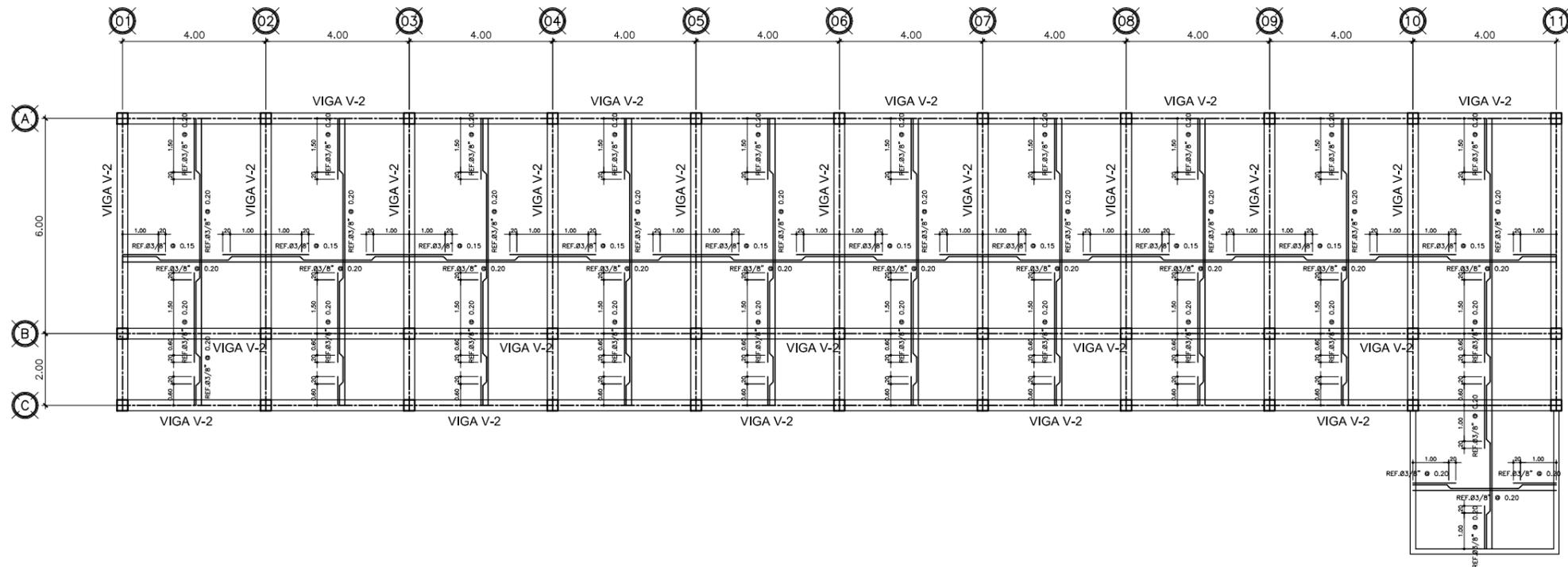
DISEÑO: Moises Jachac
CÁLCULO: Moises Jachac
DIBUJO: Moises Jachac
ESCALA: 1/75
FECHA: MAYO 2011

ING. ANGEL R. SIC GARCIA ASESOR LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL



PLANTA PRIMER NIVEL
DE LOSAS

ESC 1/75



PLANTA SEGUNDO NIVEL
DE LOSAS

ESC 1/75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SALAMA

PROYECTO:
DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
SECTOR VALLE DE SAN JOSE, BARRIO SAN JOSE

CONTENIDO: PLANTA DE LOSAS

ESTUDIANTE: MOISES JACHAC PU CARNE: 00-34878

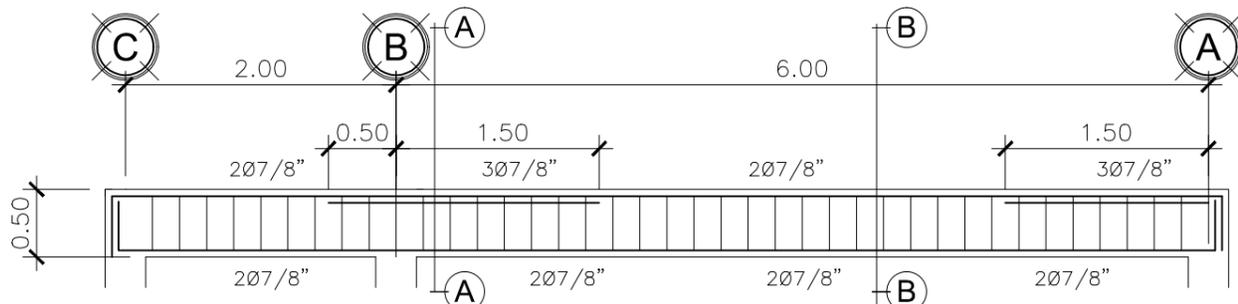
Va.Ba. HOJA

07

ING. ANGEL R. SIC GARCIA ASESOR LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL

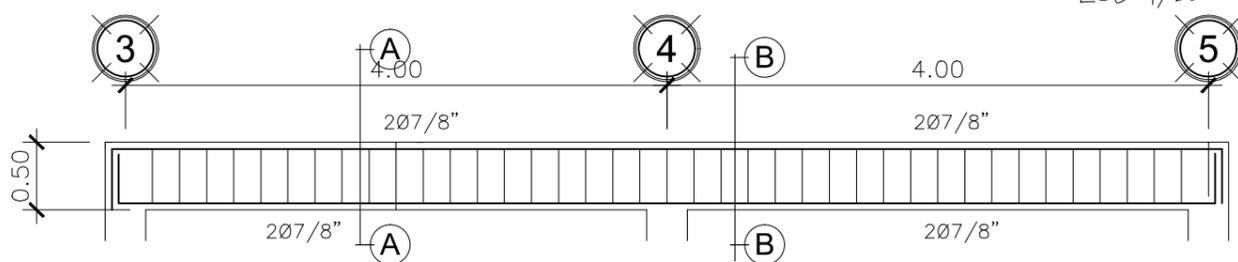
12

DISEÑO:
Moises Jachac
CÁLCULO:
Moises Jachac
DIBUJO:
Moises Jachac
ESCALA:
1/75
FECHA:
MAYO 2011



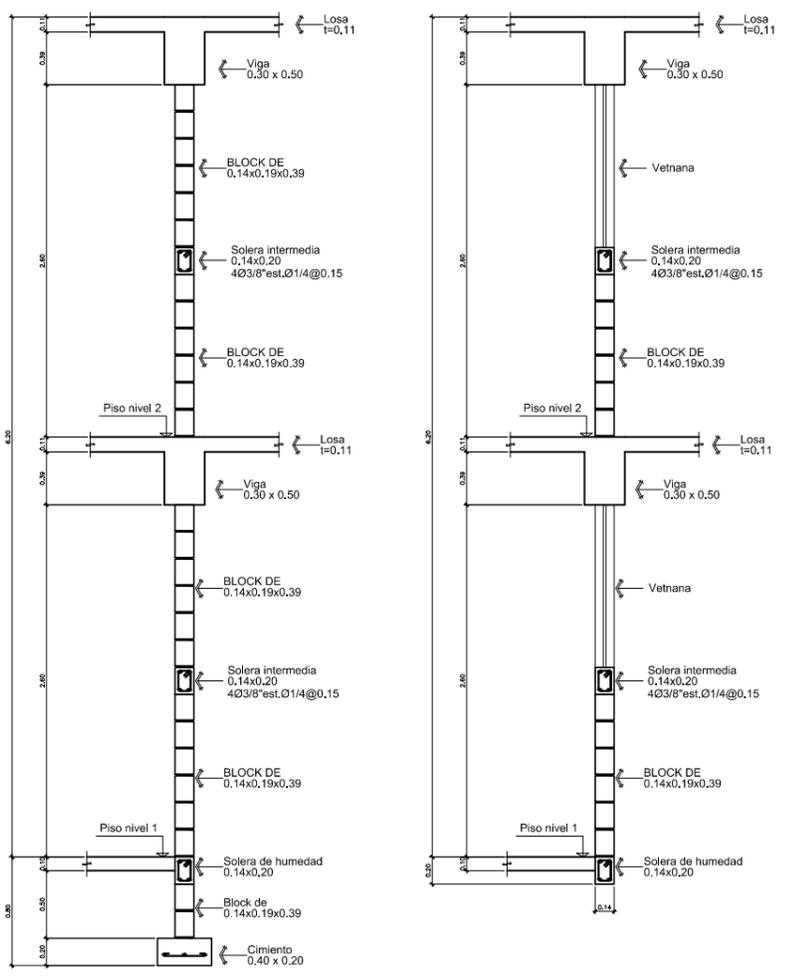
EST. Ø3/8": 1o @ 0.05, RESTO @ 0.20 EST. Ø3/8": 1o @ 0.05, RESTO @ 0.20

VIGA TIPO V-1



EST. Ø3/8": 1o @ 0.05, RESTO @ 0.20 EST. Ø3/8": 1o @ 0.05, RESTO @ 0.20

VIGA TIPO V-2

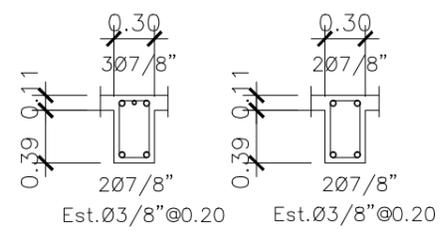


MURO TIPICO 1

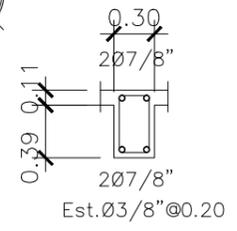
ESC 1/25

MURO TIPICO 2

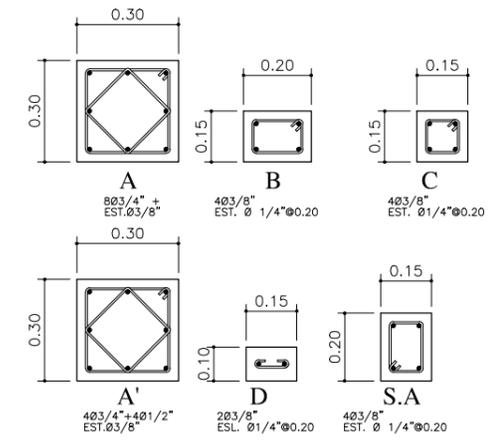
ESC 1/25



CORTE A-A CORTE B-B

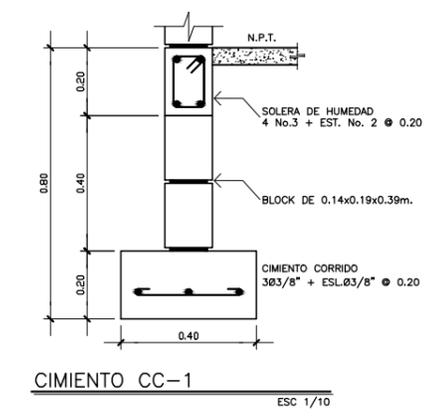


CORTE C-C



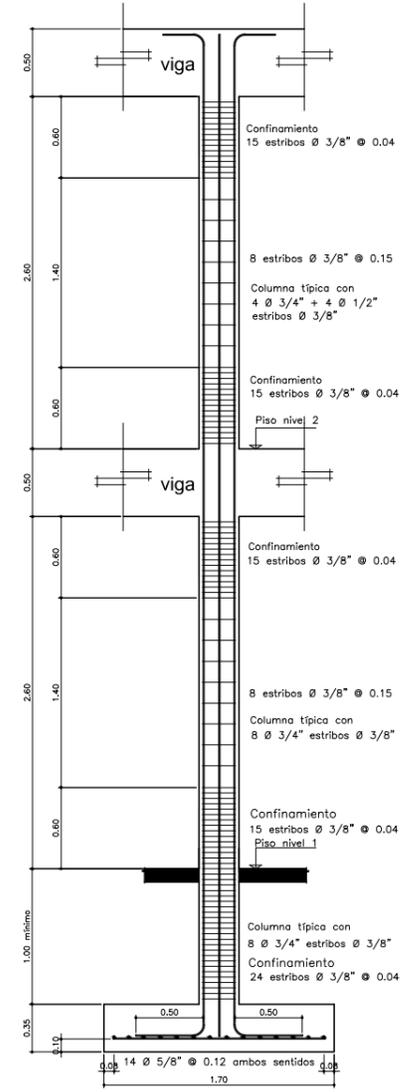
DETALLES DE COLUMNAS

ESC 1/10



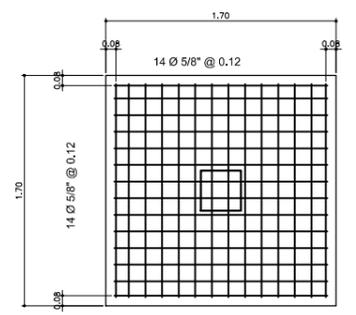
CIMENTO CC-1

ESC 1/10



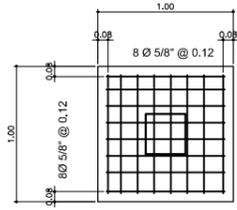
SECCION DE ZAPATA TIPICA

ESC 1/25



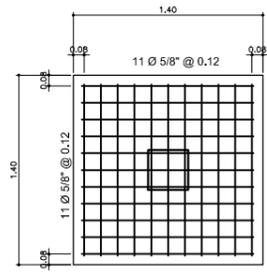
ELEVACION ZAPATA TIPO Z-1

ESC 1/25



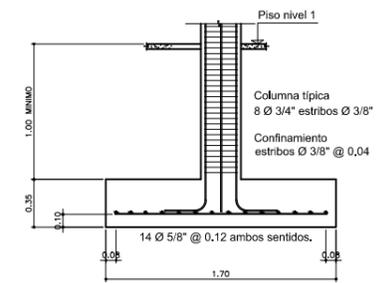
ELEVACION ZAPATA TIPO Z-2

ESC 1/25



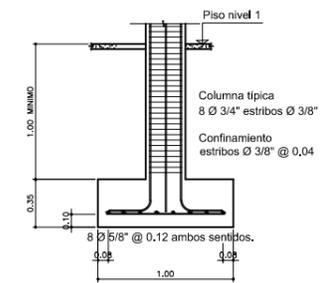
ELEVACION ZAPATA TIPO Z-3

ESC 1/25



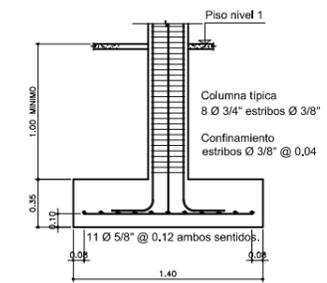
ELEVACION ZAPATA TIPO Z-1

ESC 1/25



ELEVACION ZAPATA TIPO Z-2

ESC 1/25



ELEVACION ZAPATA TIPO Z-3

ESC 1/25

ESPECIFICACIONES

- ACERO DE REFUERZO: $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$
 - CONCRETO $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - BLOCK DE $0.14 \times 0.19 \times 0.39$ DE 35 kg/cm^3
 - CONCRETO $W_c = 2,400 \text{ kg/m}^3$
 - CAPACIDAD SOPORTE DEL SUELO $15,000 \text{ kg/m}^2$
 - RECUBRIMIENTOS:
 - 6.1 CIMENTOS: 7.5 cm
 - 6.2 COLUMNAS: 2.5 cm
 - 6.3 VIGAS: 2.5 cm
 - 6.4 SOLERAS: 2.5 cm
 - EL REFUERZO DE LA LOSA ES $Ø 3/8" @ 0.20$
 - EL ESPESOR DE LA LOSA ES 0.11 m.
- NOTAS:
- EL MATERIAL DE EXCAVACION SERA REMOVIDO DEL LUGAR
 - EL RELLENO DEBERA SER CON MATERIAL SELECTO
 - PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL SE USO EL CODIGO ACI 318-08



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SALAMA

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
SECTOR VALLE DE SAN JOSE, BARRIO SAN JOSE

CONTENIDO: DETALLES ESTRUCTURALES

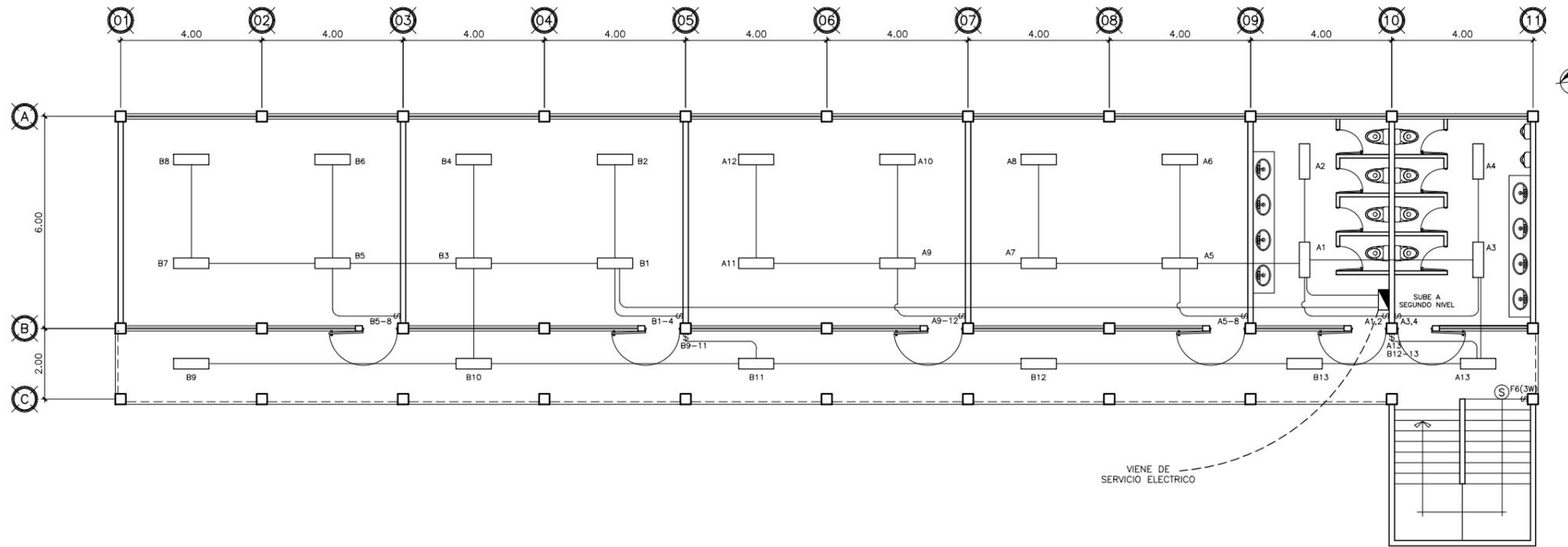
ESTUDIANTE: MOISES JACHAC PU CARNE: 00-34878

Hoja: HOJA

08

ING. ANGEL R. SIC GARCIA ASESOR LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL

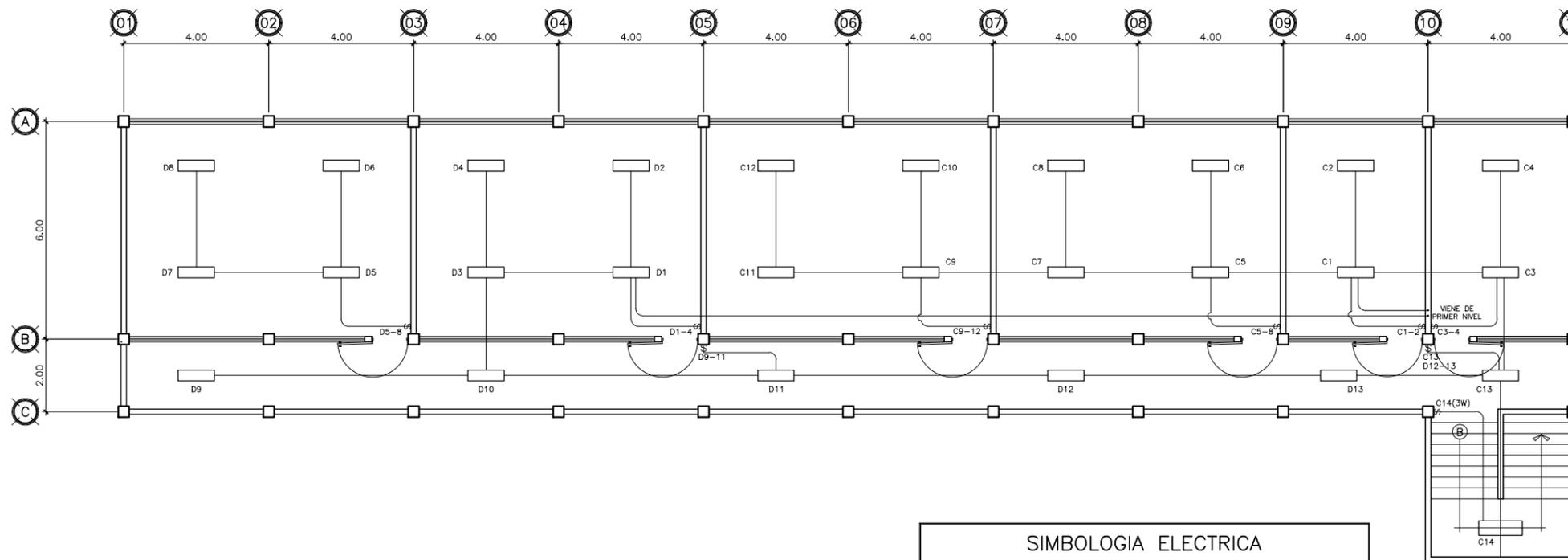
DISEÑO: Moises Jachac
CÁLCULO: Moises Jachac
DIBUJO: Moises Jachac
ESCALA: 1/75
FECHA: MAYO 2011



PLANTA PRIMER NIVEL

ELECTRICIDAD ILUMINACION

ESC 1/75



PLANTA SEGUNDO NIVEL

ELECTRICIDAD ILUMINACION

ESC 1/75

SIMBOLOGIA ELECTRICA	
	TABLERO
	TUBERIA EN CIELO
	TUBERIA EN PISO
	LAMPARA FLUORESCENTE 2X4
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.60m
	TOMACORRIENTE 120W H=0.30m
	TOMACORRIENTE 120W H=1.20m
TODA LA TUBERIA PVC Ø 3/4" LA ACOMETIDA ELECTRICA SERA PVC Ø 1 1/4"	
EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES SERA: THW No. 12 AWG SI NO SE INDICA LO CONTRARIO	
PARA ALAMBRAR: ROJO = POSITIVO NEGRO = NEGATIVO VERDE = TIERRA	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

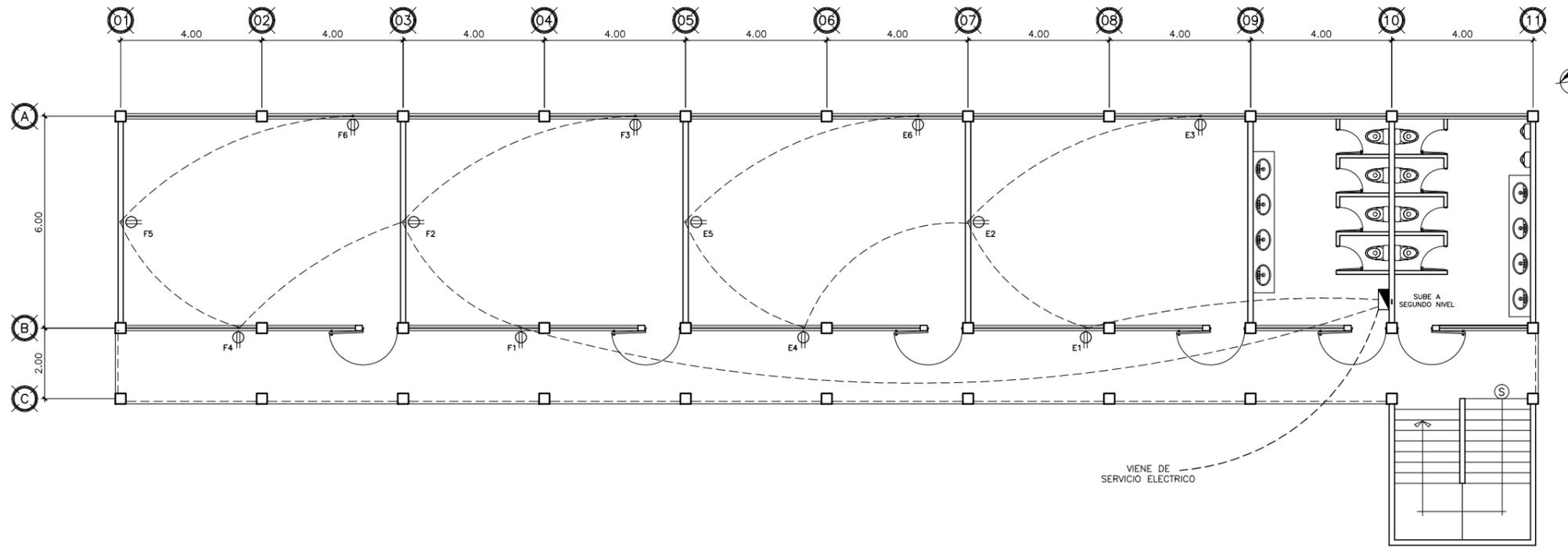
DISERÑO: Moises Jachac
CÁLCULO: Moises Jachac
DIBUJO: Moises Jachac
ESCALA: 1/75
FECHA: MAYO 2011

MUNICIPALIDAD DE SALAMA

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
SECTOR VALLE DE SAN JOSE, BARRIO SAN JOSE

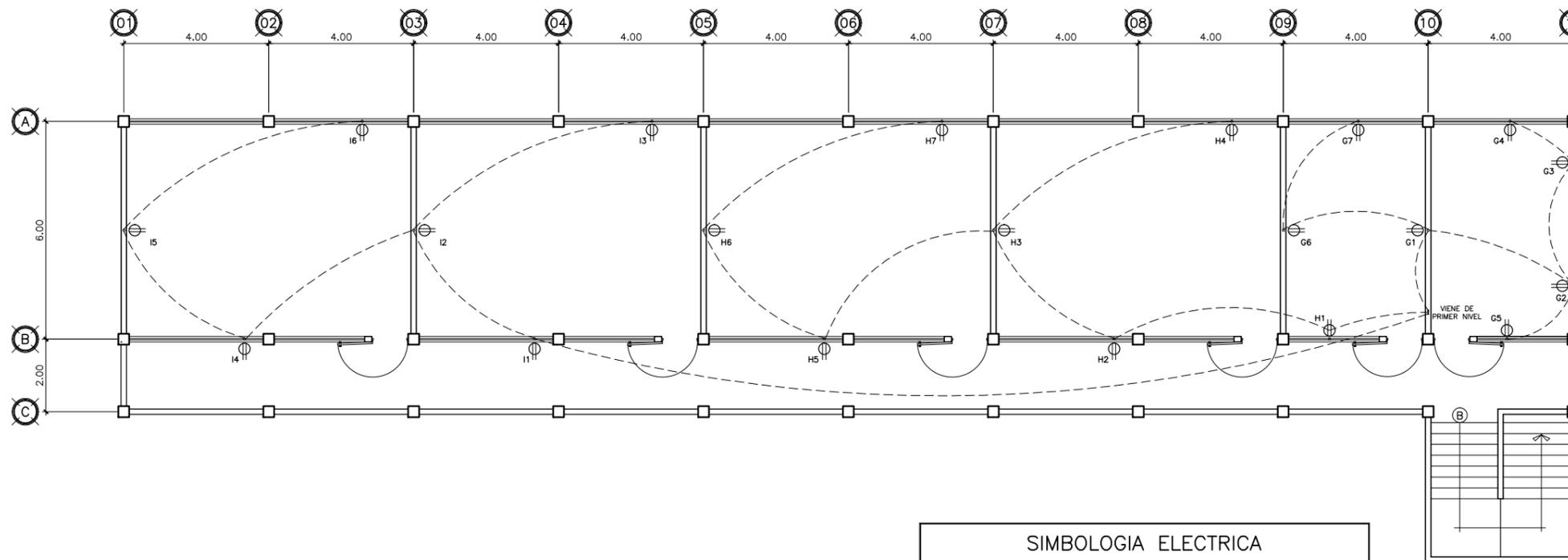
CONTENIDO: PLANTA ELECTRICIDAD ILUMINACION
ESTUDIANTE: MOISES JACHAC PU CARNE: 00-34878

Va.Bo. HOJA 09 12
ING. ANGEL R. SIC GARCIA ASESOR LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL



PLANTA PRIMER NIVEL
ELECTRICIDAD FUERZA

ESC 1/75



PLANTA SEGUNDO NIVEL
ELECTRICIDAD FUERZA

ESC 1/75

SIMBOLOGIA ELECTRICA	
TABLERO	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.60m
TUBERIA EN CIELO	TOMACORRIENTE 120W H=0.30m
TUBERIA EN PISO	TOMACORRIENTE 120W H=1.20m
LAMPARA FLUORESCENTE 2 TUBOS	TODA LA TUBERIA PVC Ø 3/4" LA ACOMETIDA ELECTRICA SERA PVC Ø 1 1/4"
PARA ALAMBRAR: ROJO = POSITIVO NEGRO = NEGATIVO VERDE = TIERRA	EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES SERA: THW No. 12 AWG SI NO SE INDICA LO CONTRARIO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DISÑO:
Moises Jachac
CÁLCULO:
Moises Jachac
DIBUJO:
Moises Jachac
ESCALA:
1/75
FECHA:
MAYO 2011

MUNICIPALIDAD DE SALAMA

PROYECTO:
DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
SECTOR VALLE DE SAN JOSE, BARRIO SAN JOSE

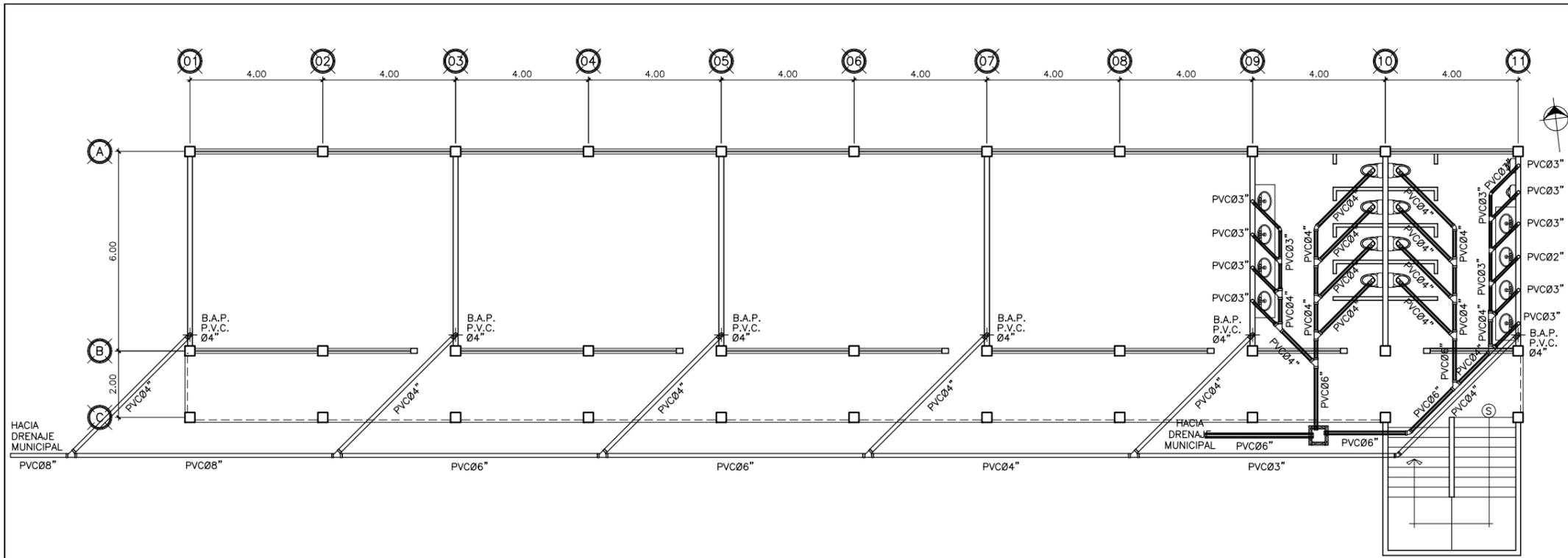
CONTENIDO:
PLANTA ELECTRICIDAD FUERZA

ESTUDIANTE:
MOISES JACHAC PU

CARNE:
00-34878

Vo.Bo. HOJA
10
12

ING. ANGEL R. SIC GARCIA ASESOR LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL

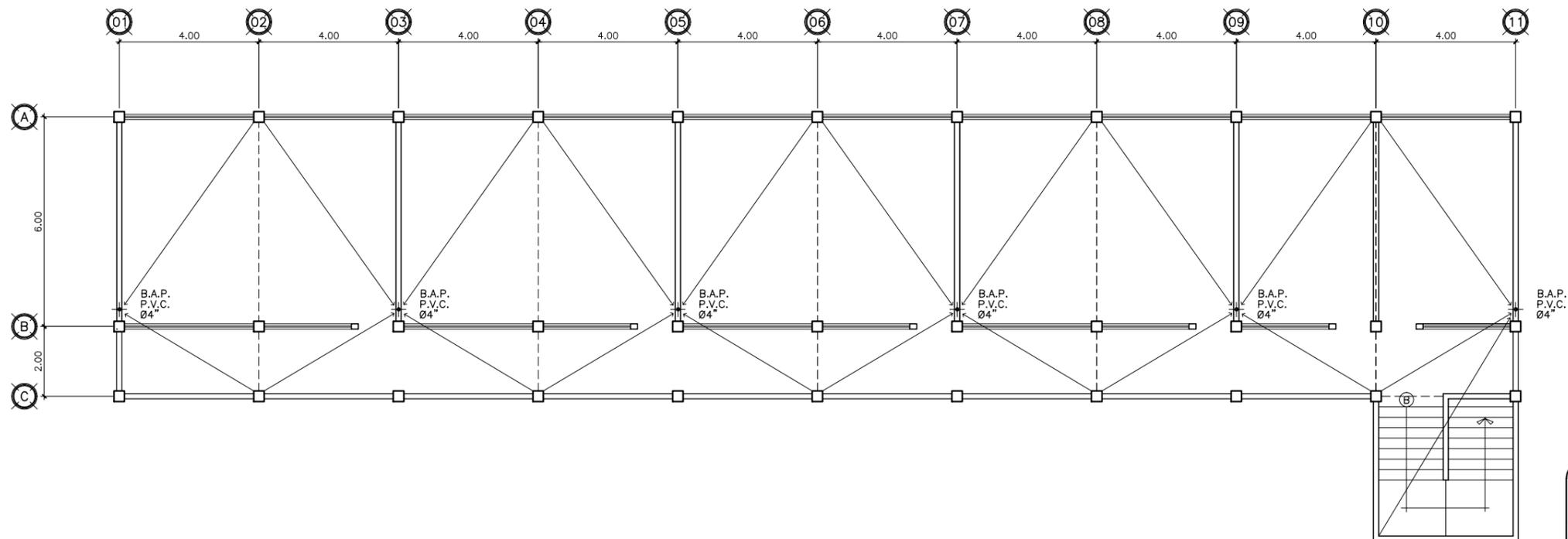


PLANTA PRIMER NIVEL

DRENAJES

ESC 1/75

SIMBOLOGIA	
	TUBERIA AGUAS NEGRAS P.V.C.
	TUBERIA AGUA PLUVIAL P.V.C.
	CODO 90° HORIZONTAL
	REDUCIDOR
	CODO 90° VERTICAL
	CODO A 45°
	TE VERTICAL
	YEE
	CAJA DE REGISTRO
B.A.N. BAJADA DE AGUAS NEGRAS	
B.A.P. BAJADA DE AGUA PLUVIAL	
	INDICA PAÑUELOS



PLANTA SEGUNDO NIVEL

DRENAJES

ESC 1/75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DISÑO:
Moises Jachac
CÁLCULO:
Moises Jachac
DIBUJO:
Moises Jachac
ESCALA:
1/75
FECHA:
MAYO 2011

MUNICIPALIDAD DE SALAMA

PROYECTO:
DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
SECTOR VALLE DE SAN JOSE, BARRIO SAN JOSE

CONTENIDO:
PLANTA DE DRENAJES

ESTUDIANTE:
MOISES JACHAC PU

CARNE:
00- 34878

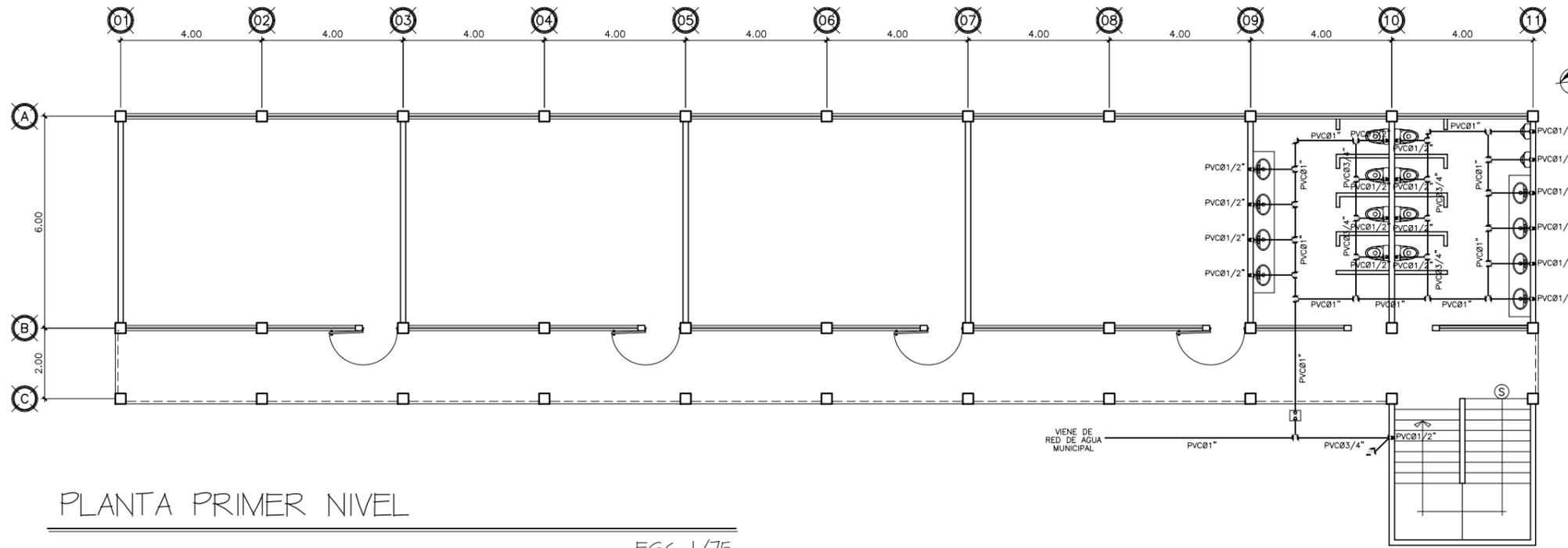
Va.Bo. HOJA

11

ING. ANGEL R. SIC GARCIA
ASESOR

LIC. JUAN IZAGUIRRE
ALCALDE MUNICIPAL

12

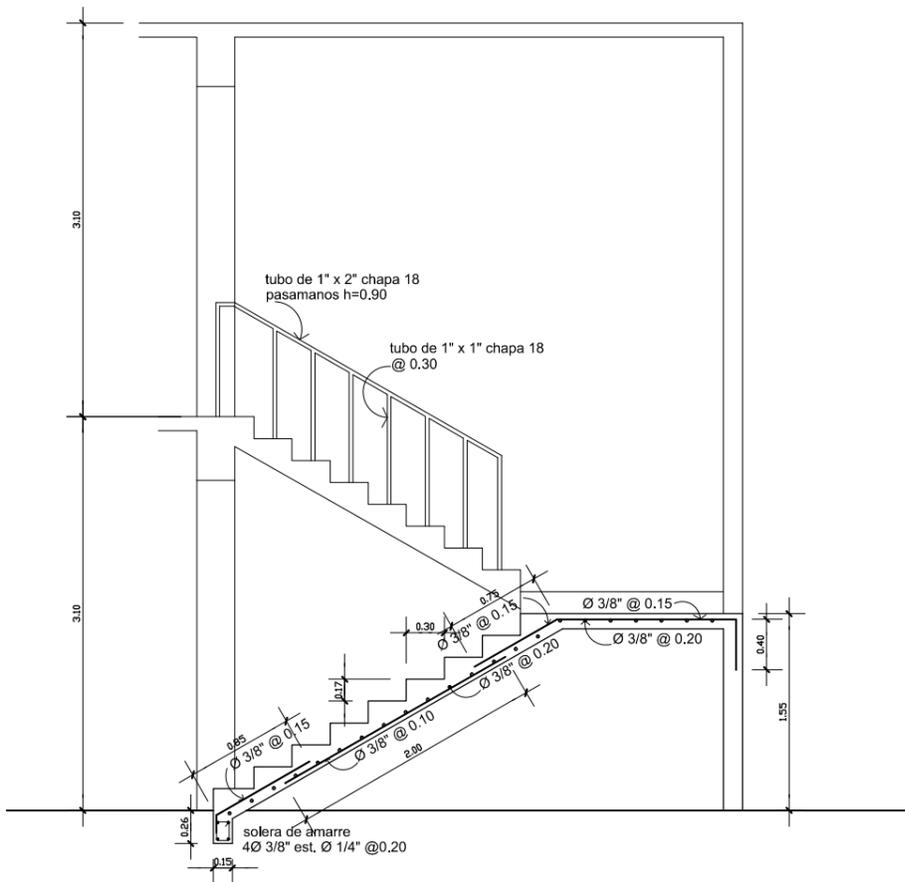


SIMBOLOGÍA DE PLOMERIA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CRUZ DE PVC PLANTA
	TE DE PVC PLANTA
	CODO PVC 90° PLANTA
	CODO PVC 90° PERFIL
	TUBO PVC Ø3/4" O INDICADO PARA AGUA FRIA
	VÁLVULA DE RETENCIÓN O CHEQUE
	VÁLVULA DE GLOBO
	GRIFO PARA MANGUERA PERFIL
	REDUCTOR PVC DE Ø 3/4" A Ø 1/2

PLANTA PRIMER NIVEL

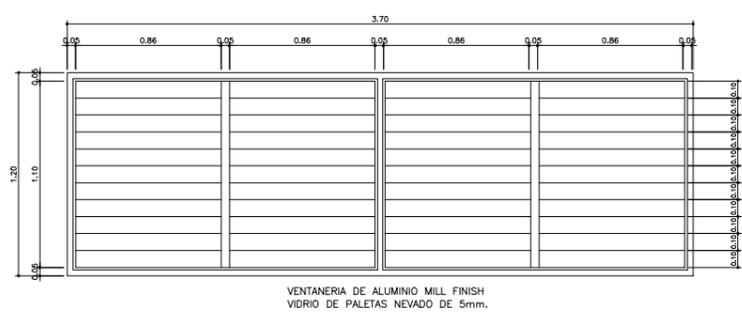
PLOMERIA

ESC 1/75



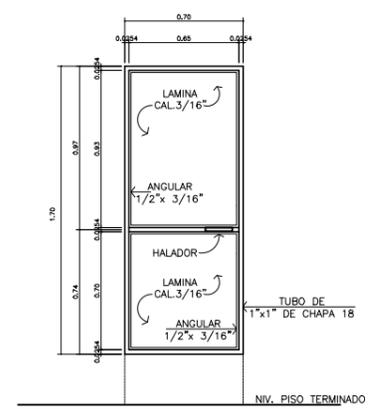
DETALLE DE ESCALERA Y PASAMANOS

ESC 1/25



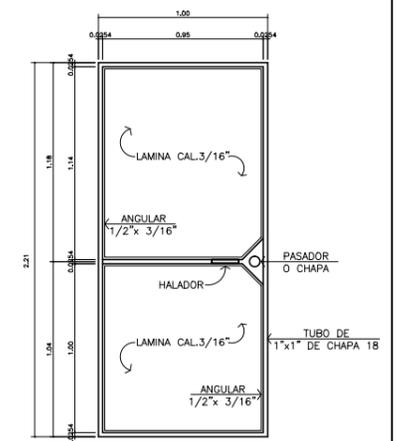
VENTANA TIPO V-1

ESC 1/20



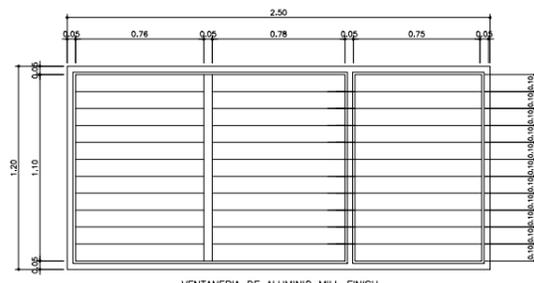
PUERTA P-2

ESC 1/20



PUERTA P-1

ESC 1/20



VENTANA TIPO V-2

ESC 1/20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SALAMA

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES SECTOR VALLE DE SAN JOSE, BARRIO SAN JOSE

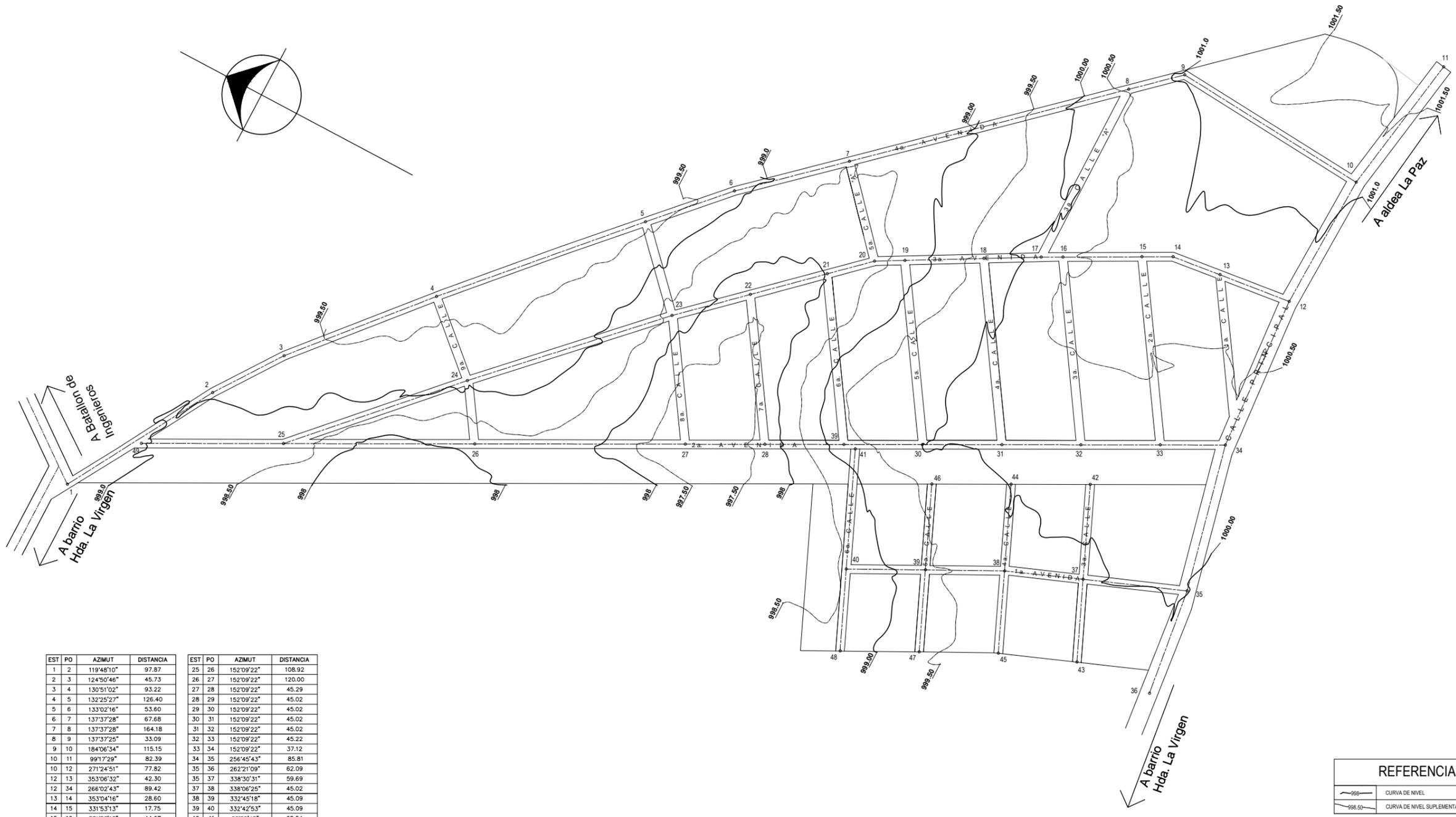
CONTENIDO: PLANTA DE PLOMERIA + DETALLES

ESTUDIANTE: MOISES JACHAC PU CARNE: 00-34878

Hoja: 12

DISÑO: Moises Jachac
CÁLCULO: Moises Jachac
DIBUJO: Moises Jachac
ESCALA: 1/75
FECHA: MAYO 2011

ING. ANGEL R. SIC GARCIA ASESOR LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL



EST	PO	AZIMUT	DISTANCIA	EST	PO	AZIMUT	DISTANCIA
1	2	119°48'10"	97.87	25	26	152°09'22"	108.92
2	3	124°50'46"	45.73	26	27	152°09'22"	120.00
3	4	130°51'02"	93.22	27	28	152°09'22"	45.29
4	5	132°25'27"	126.40	28	29	152°09'22"	45.02
5	6	133°02'16"	53.60	29	30	152°09'22"	45.02
6	7	137°37'28"	67.68	30	31	152°09'22"	45.02
7	8	137°37'28"	164.18	31	32	152°09'22"	45.02
8	9	137°37'25"	33.09	32	33	152°09'22"	45.22
9	10	184°06'34"	115.15	33	34	152°09'22"	37.12
10	11	99°17'29"	82.39	34	35	256°45'43"	85.81
10	12	271°24'51"	77.82	35	36	262°21'09"	62.09
12	13	353°06'32"	42.30	35	37	338°30'31"	59.69
12	34	266°02'43"	89.42	37	38	338°08'25"	45.02
13	14	353°04'16"	28.60	38	39	332°45'18"	45.09
14	15	331°53'13"	17.75	39	40	332°42'53"	45.09
15	16	331°53'13"	44.97	40	41	66°22'45"	68.54
16	17	331°54'48"	12.37	37	42	66°22'45"	54.08
17	18	330°42'33"	32.67	37	43	246°22'45"	47.33
18	19	330°42'33"	45.02	38	44	66°22'45"	49.40
19	20	330°42'33"	17.31	38	45	246°22'45"	47.01
20	21	317°02'49"	27.92	39	46	66°22'45"	48.93
21	22	317°02'49"	45.42	39	47	246°23'31"	46.79
22	23	317°02'49"	46.12	40	48	246°22'45"	46.79
23	24	314°28'12"	122.30	25	49	332°09'19"	80.96
24	25	313°09'31"	110.75				

REFERENCIAS	
	CURVA DE NIVEL
	CURVA DE NIVEL SUPLEMENTARIO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DISEÑO:
Moises Jachac
CÁLCULO:
Moises Jachac
DIBUJO:
Moises Jachac
ESCALA:
1:1250
FECHA:
FEBRERO 2011

MUNICIPALIDAD DE SALAMA

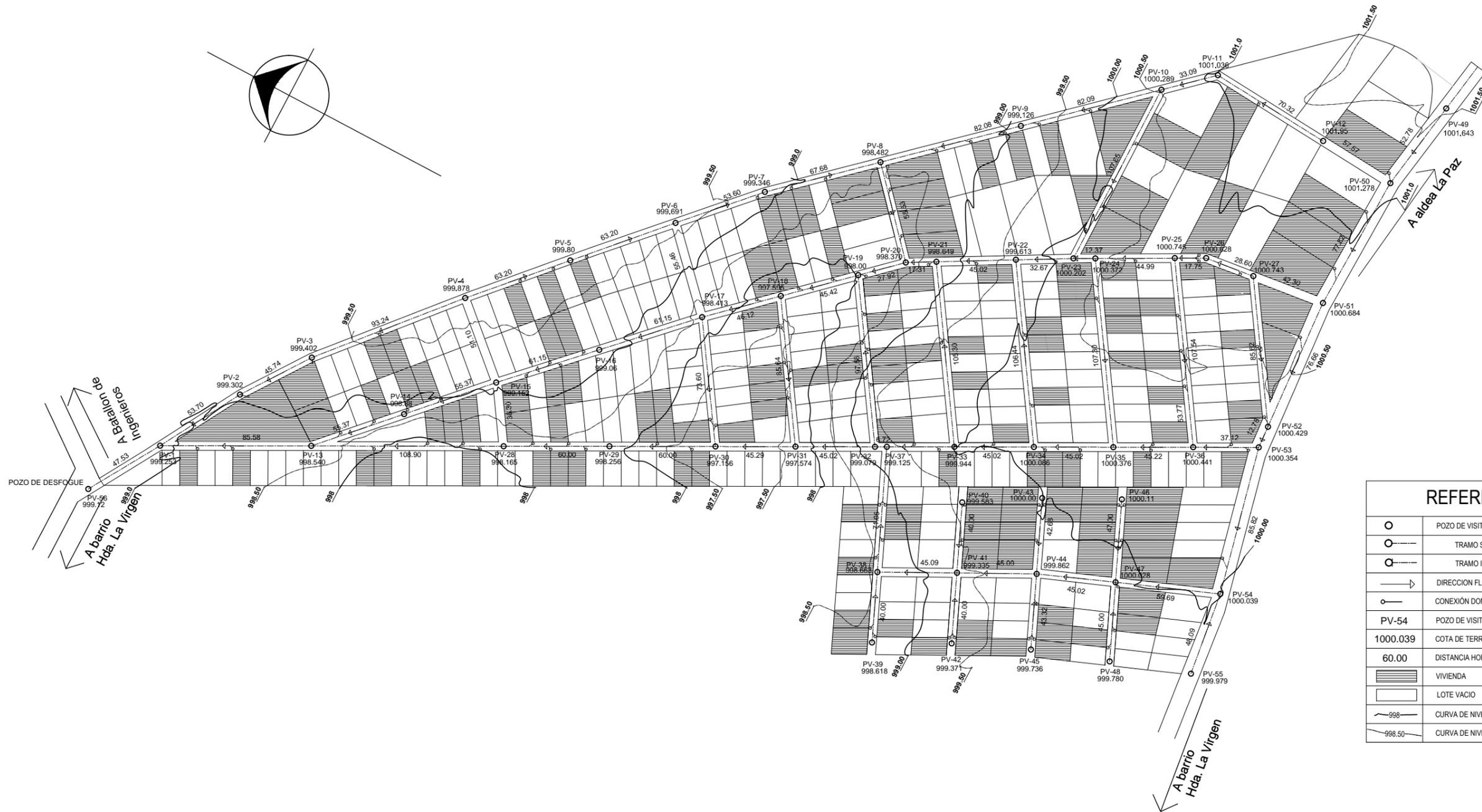
PROYECTO:
DISEÑO DRENAJE SANITARIO
SECTOR VALLE DEL SOL, HACIENDA LAVIRGEN

CONTENIDO:
PLANTA GENERAL Y CURVAS DE NIVEL

ESTUDIANTE:
MOISES JACHAC PU

CARNE:
00-34878
ING. ANGEL R. SIC GARCIA ASESOR
LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL

HOJA
01
09



REFERENCIAS	
○	POZO DE VISITA
○—	TRAMO SEGUIMIENTO
○—	TRAMO INICIAL
→	DIRECCION FLUJO
○—	CONEXIÓN DOMICILIAR
PV-54	POZO DE VISITA
1000.039	COTA DE TERRENO
60.00	DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE POZOS
▨	VIVIENDA
□	LOTE VACIO
—998	CURVA DE NIVEL
—998.50	CURVA DE NIVEL SUPLEMENTARIO

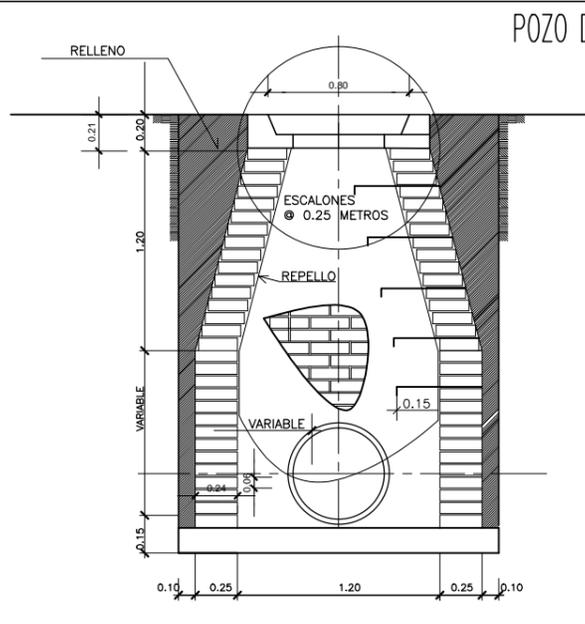


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

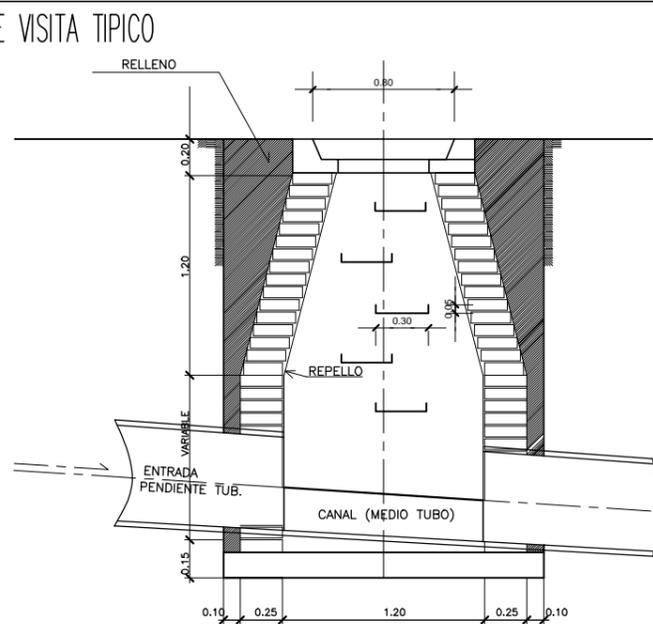
DISEÑO:
Moises Jachac
CÁLCULO:
Moises Jachac
DIBUJO:
Moises Jachac
ESCALA:
1:1250
FECHA:
FEBRERO 2011

MUNICIPALIDAD DE SALAMA
PROYECTO:
DISEÑO DRENAJE SANITARIO
SECTOR VALLE DEL SOL, HACIENDA LAVIRGEN

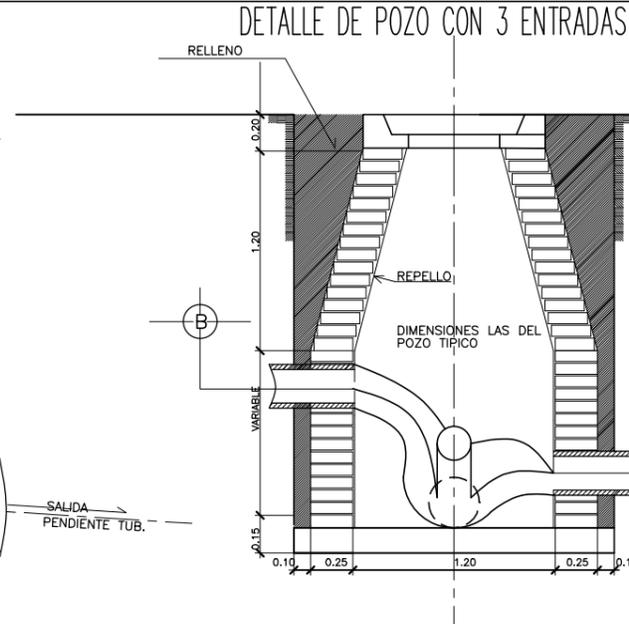
CONTENIDO:
RED GENERAL + TOPOGRAFIA + DENSIDAD DE VIVIENDA
ESTUDIANTE:
MOISES JACHAC PU CARNÉ:
00-34878
Vo.Bo. HOJA
02
09
ING. ANGEL R. SIC GARCIA ASESOR LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL



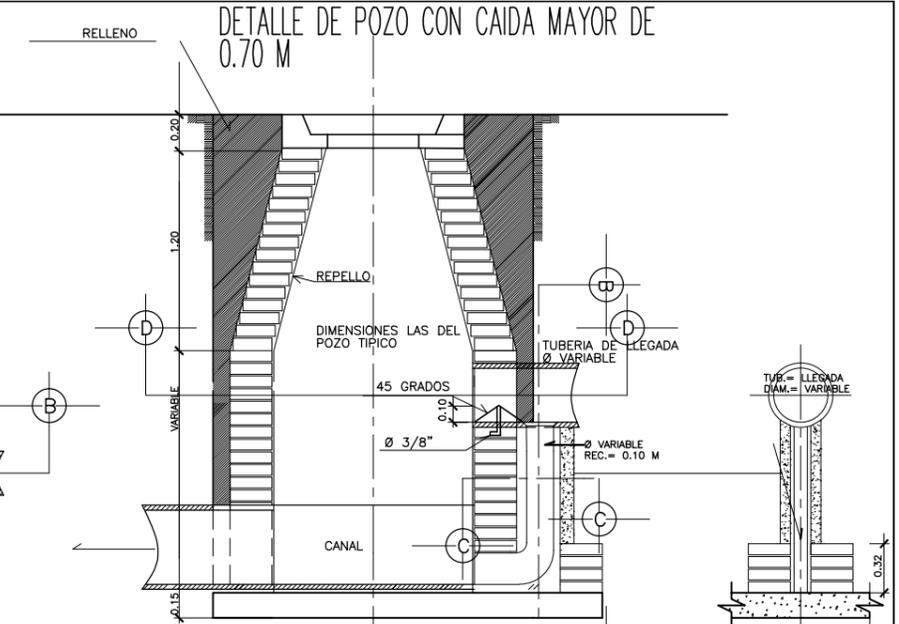
CORTE A-A
ESC. 1: 20



CORTE B-B
ESC. 1: 20

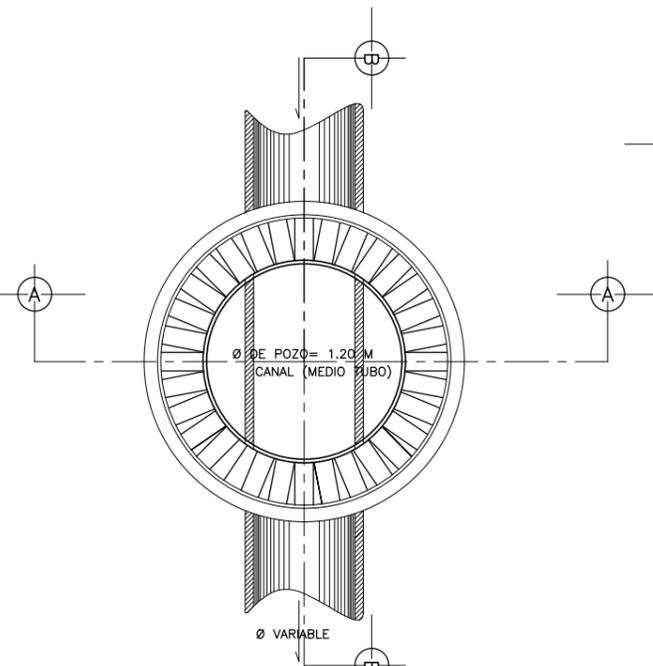


CORTE A-A
ESC. 1: 20

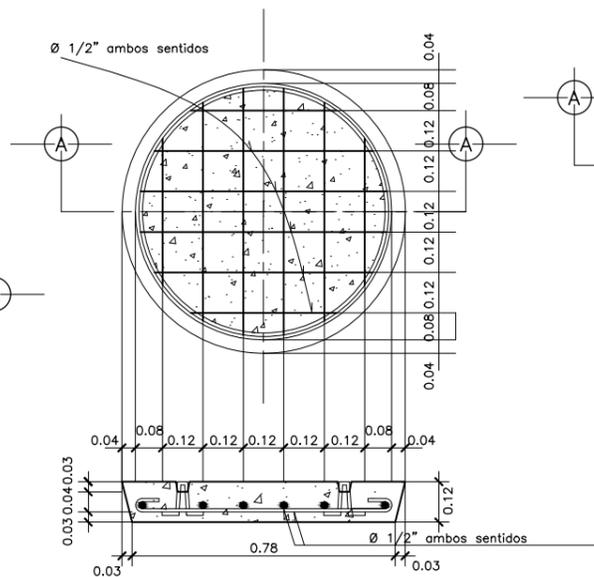


CORTE A-A
ESC. 1: 20

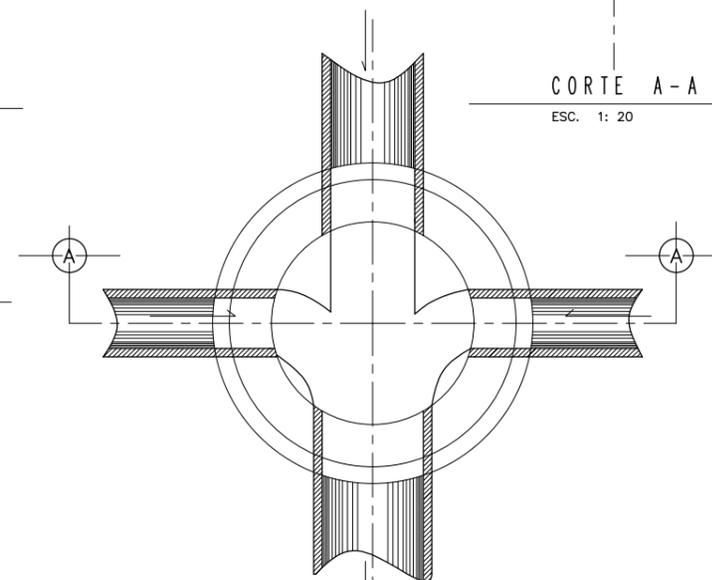
CORTE B-B
ESC. 1: 20



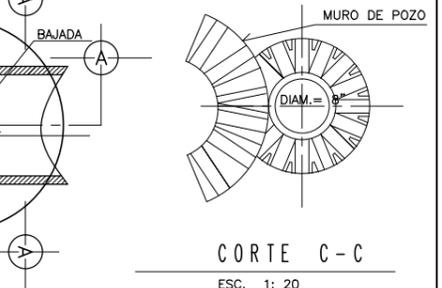
PLANTA
ESC. 1: 20



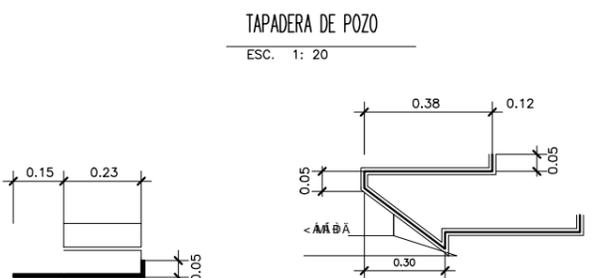
PLANTA DE SECCION B-B
ESC. 1: 20



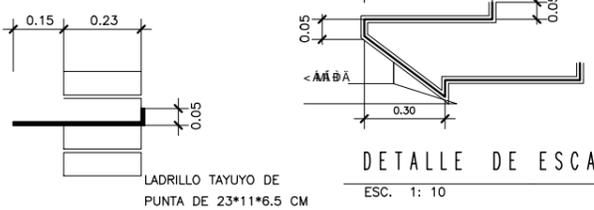
PLANTA DE SECCION D-D
ESC. 1: 20



CORTE C-C
ESC. 1: 20



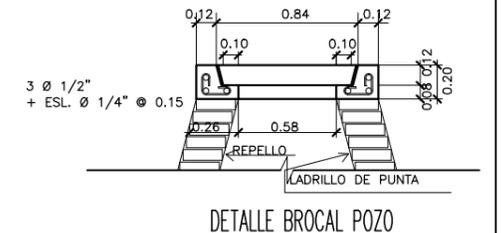
TAPADERA DE POZO
ESC. 1: 20



DETALLE DE ESCALON
ESC. 1: 30

NOTA:

- LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE LA RED GENERAL.
- LA TUBERIA DE CAIDA EN POZOS DE VISITA PARA COLECTORES HASTA DE 24" SERA DE 8". PARA COLECTORES MAYORES DE 24" SERA DE 12"
- LA PROPORCION DE CONCRETO PARA LAS TAPADERAS SERA 1:2:3, LO QUE SIGNIFICA 9.6 SACOS DE CEMENTO, ARENA DE RIO 0.42 M³ (10 CARRETAS) Y 0.77 M³ DE PIEDRIN (18 Y 1/2 CARRETAS). LOS LADRILLOS SERAN TAYUYOS SIN AGUJEROS DE UNA DIMENSION DE 23*11*6.5. LA PROPORCION PARA LA SABIETA SERA DE 1:3, LO CUAL SIGNIFICA 6 BOLSAS DE CEMENTO 1.33 M³ DE ARENA AMARILLA SIN CERINIR (30 Y 1/2 CARRETAS).
- LA PROPORCION DE ALISADO PARA LAS LOS POZOS SERA 1:1:2, LO CUAL SIGNIFICA 13.06 SACOS DE CEMENTO, 3.88 QUINTALES DE CAL Y 0.74 M³ DE ARENA DE RIO (17 Y 1/2 CARRETAS).
- LA PROPORCION DE FONDO DE CONCRETO DE LOS POZOS DE VISITA SERA 1:2:4, LO CUAL SIGNIFICA 8.23 SACOS DE CEMENTO, 0.44 M³ DE ARENA (10 CARRETAS) Y 0.88 M³ DE PIEDRIN (21 CARRETAS).
- EL CONCRETO SERA DE UN f'c = 2400 Kg/cm²
- EL HIERRO DE REFUERZO SERA DE UN Fy = 2810 Kg/cm²



DETALLE BROCAL POZO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SALAMA

PROYECTO: DISEÑO DRENAJE SANITARIO
SECTOR VALLE DEL SOL, HACIENDA LAVIRGEN

CONTENIDO: DETALLES DE POZOS DE VISITA

ESTUDIANTE: MOISES JACHAC PU CARNE: 00-34878

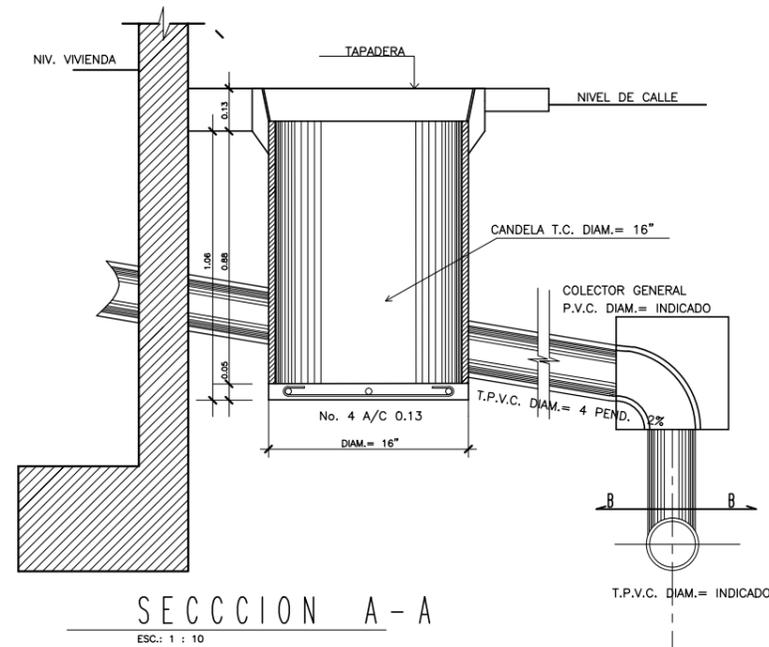
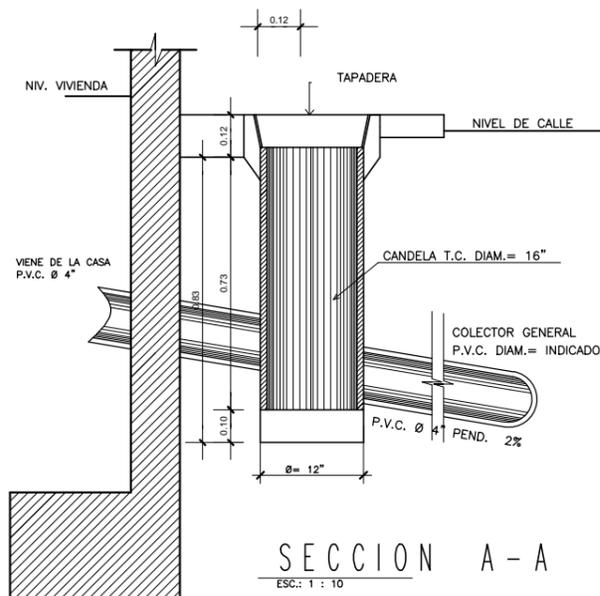
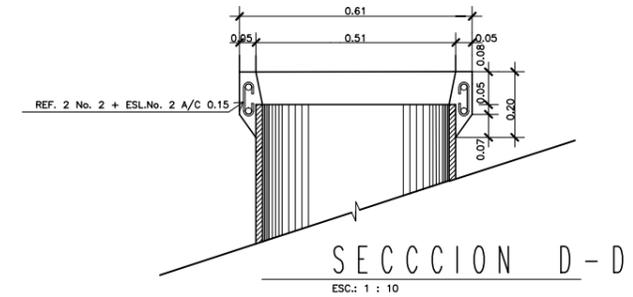
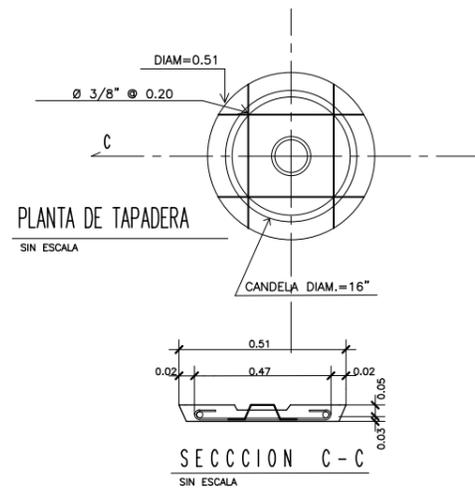
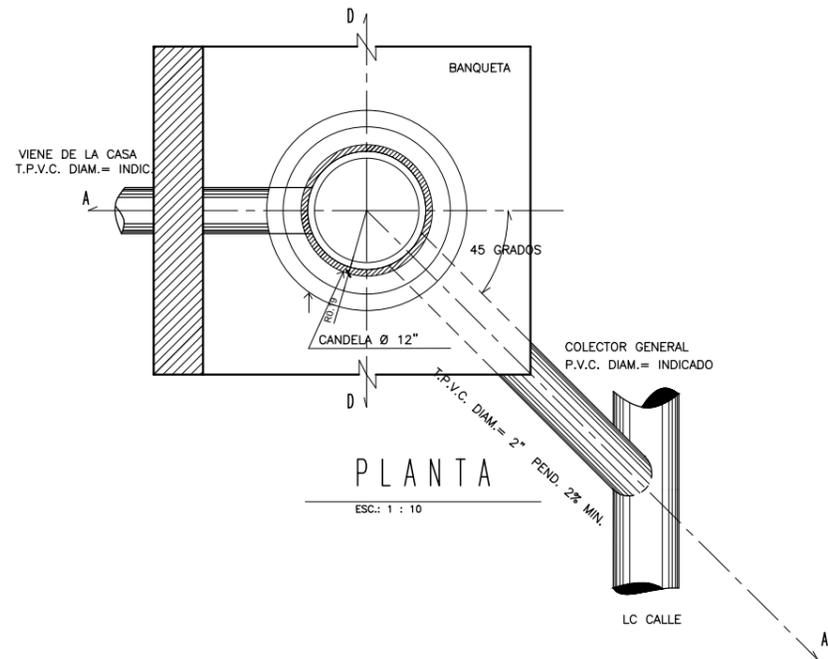
Vo.Bo. HOJA

03

09

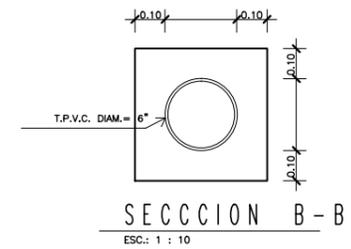
DISEÑO: Moises Jachac
CÁLCULO: Moises Jachac
DIBUJO: Moises Jachac
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEBRERO 2011

ING. ANGEL R. SIC GARCIA ASESOR LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL



NOTA:

- LA TUBERIA PARA LAS CONECCIONES DOMICILIARES SERA DE P.V.C. NORMA 3034 DE UN DIAMETRO DE 4". LOS ACCESORIOS A UTILIZAR SERAN DE P.V.C. NORMA 3034.
- LA PORPORCION DE CONCRETO QUE SE UTILIZARA PARA LAS TAPADERAS SERA 1:2:3, LO CUAL SIGNIFICA 9.6 SACOS DE CEMENTO, 0.51 M3 DE ARENA (12 CARRETAS) Y 0.77 M3 DE PIEDRIN (18 Y 1/2 CARRETAS). PARA LA FUNDICION DE PISOS DE LAS CANDELAS SE UTILIZARA LA MISMA PORPORCION QUE EN LAS TAPADERAS.
- EL CONCRETO SERA DE UN $f'c = 2400 \text{ Kg/cm}^2$
- EL HIERRO DE REFUERZO SERA DE UN $Fy = 2810 \text{ Kg/cm}^2$
- PARA LAS CANDELAS SE UTILIZARA UN TUBO DE CONCRETO DE 16" DIAMETRO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SALAMA

PROYECTO:
DISEÑO DRENAJE SANITARIO
SECTOR VALLE DEL SOL, HACIENDA LAVIRGEN

CONTENIDO:
DETALLES DE CONEXIONES DOMICILIARES

ESTUDIANTE:
MOISES JACHAC PU

CARNE:
00-34878

DISEÑO:
Moises Jachac

CÁLCULO:
Moises Jachac

DIBUJO:
Moises Jachac

ESCALA:
INDICADA

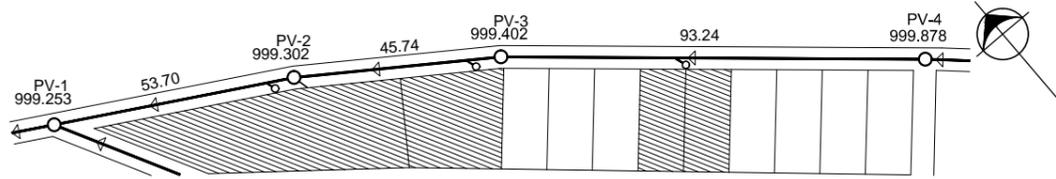
FECHA:
FEBRERO 2011

Vo.Bo. _____

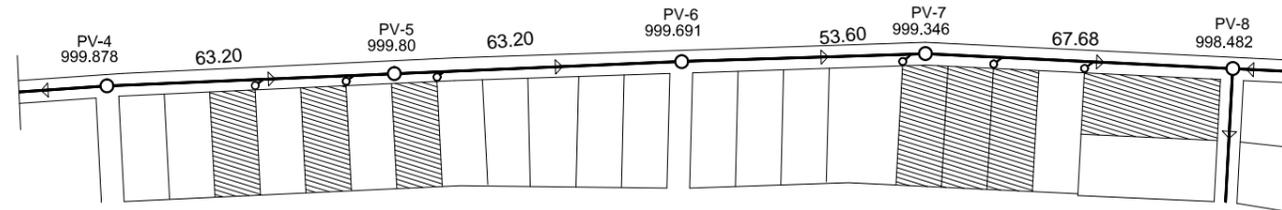
ING. ANGEL R. SUC GARCIA
ASESOR

LIC. JUAN IZAGUIRRE
ALCALDE MUNICIPAL

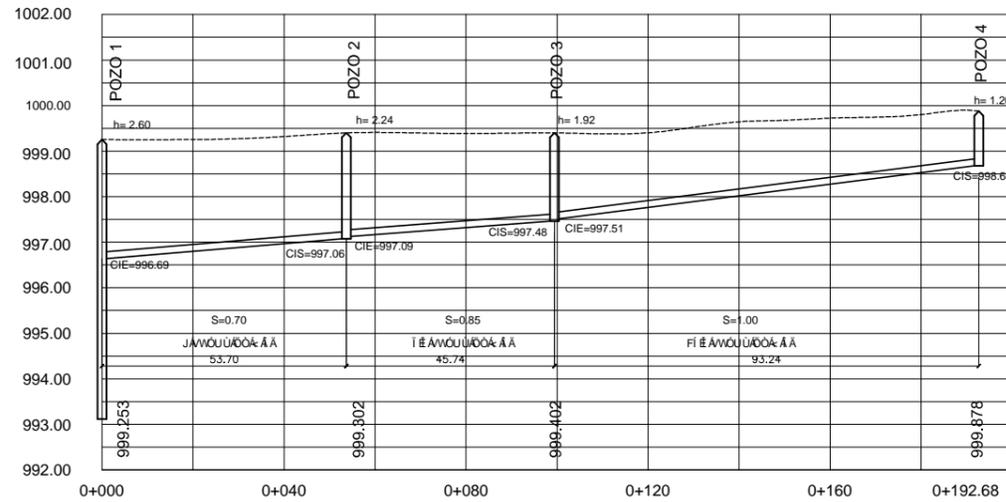
HOJA
04
09



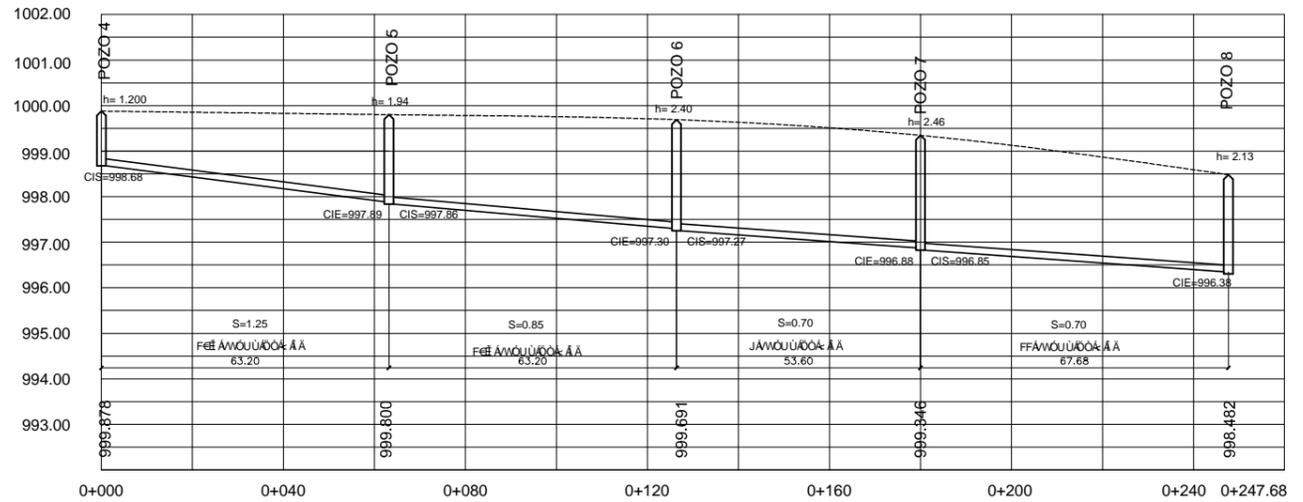
PLANTA DE P.V. 4 a P.V. 1



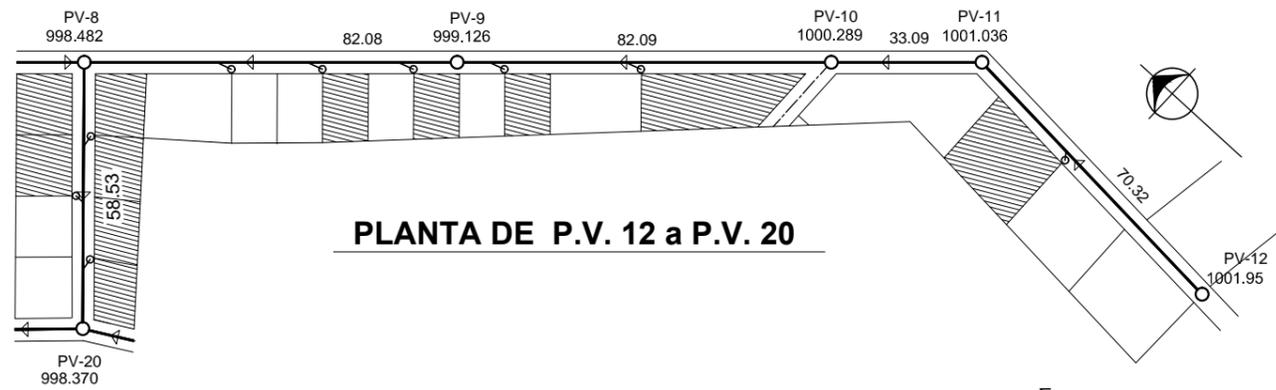
PLANTA DE P.V. 4 a P.V. 8



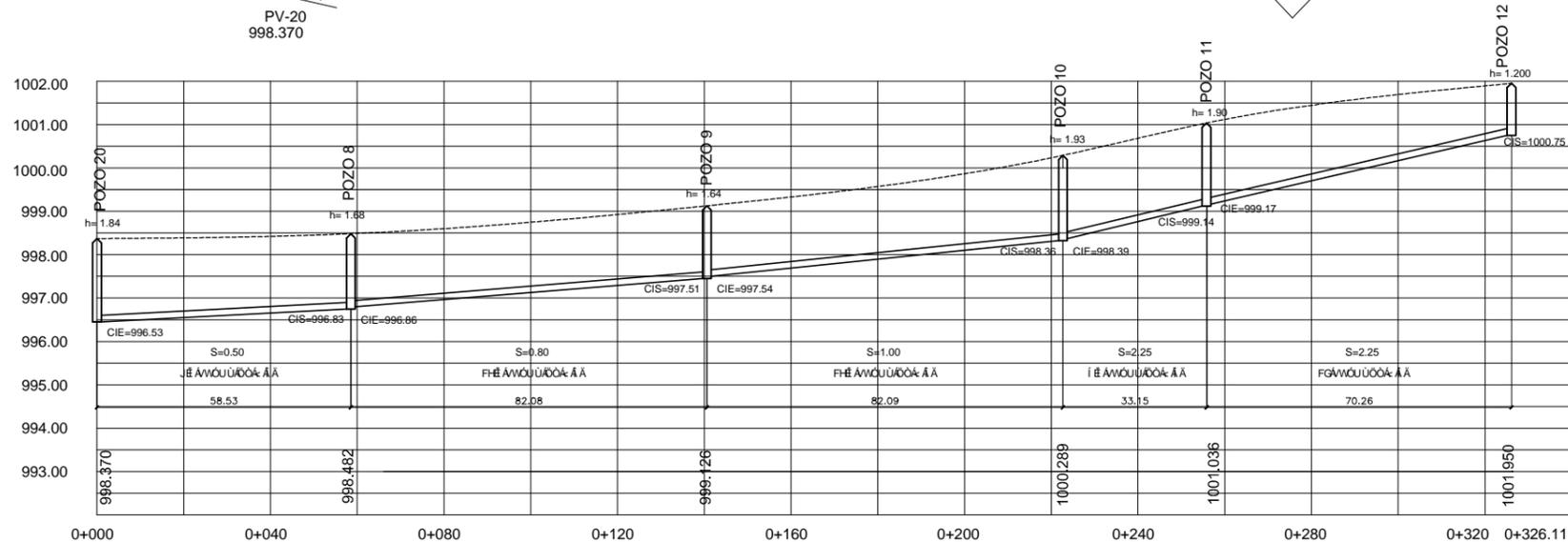
PERFIL DE P.V. 4 a P.V. 1



PERFIL DE P.V. 4 a P.V. 8



PLANTA DE P.V. 12 a P.V. 20



PERFIL DE P.V. 12 a P.V. 20

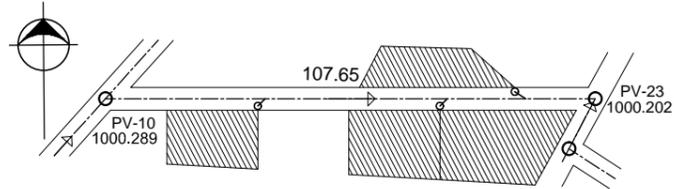
REFERENCIAS	
○	POZO DE VISITA
—	TRAMO SEGUIMIENTO
—	TRAMO INICIAL
→	DIRECCION FLUJO
—	CONEXION DOMICILIAR
PV-54	POZO DE VISITA
1000.039	COTA DE TERRENO
60.00	DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE POZOS
▨	VIVIENDA
□	LOTE VACIO
S =	PENDIENTE DE TUBERIA
CIS =	COTA INVERT DE SALIDA
CIE =	COTA INVERT DE ENTRADA



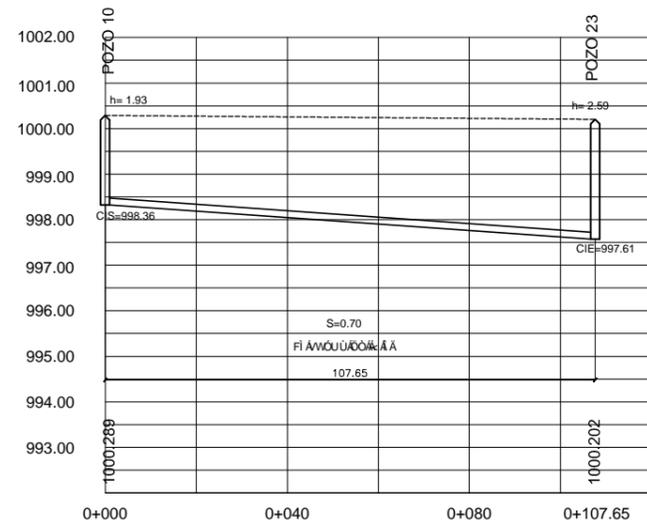
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DISEÑO:
Moises Jachac
CÁLCULO:
Moises Jachac
DIBUJO:
Moises Jachac
ESCALA: H: 750
V: 75
FECHA:
FEBRERO 2011

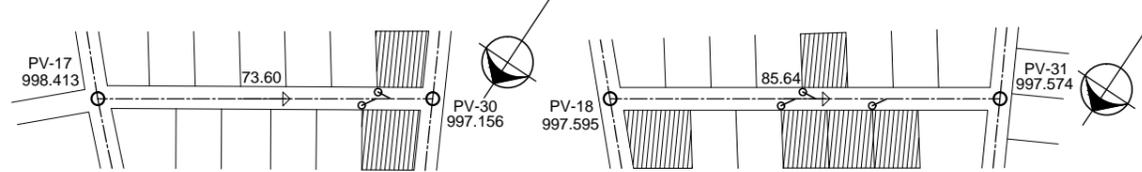
MUNICIPALIDAD DE SALAMA
PROYECTO: DISEÑO DRENAJE SANITARIO
SECTOR VALLE DEL SOL, HACIENDA LAVIRGEN
CONTENIDO: PLANTA PERFIL
ESTUDIANTE: MOISES JACHAC PU CARNÉ: 00-34878
Vo.Bo. HOJA 05/09
ING. ANGEL R. SIC GARCIA ASESOR LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL



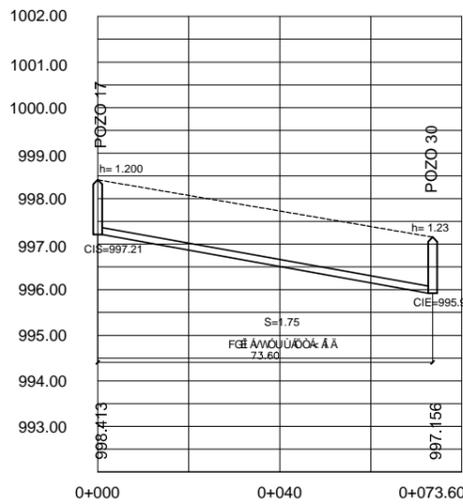
PLANTA DE P.V. 10 a P.V. 23



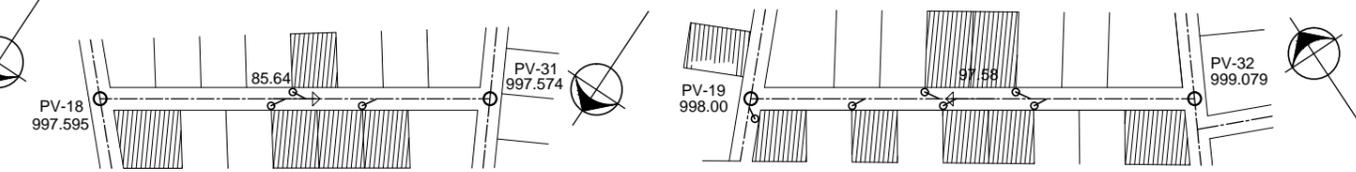
PERFIL DE P.V. 10 a P.V. 23



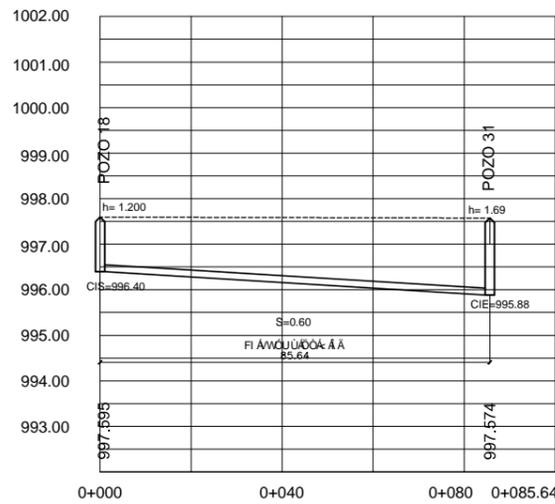
PLANTA DE P.V.17 a P.V.30



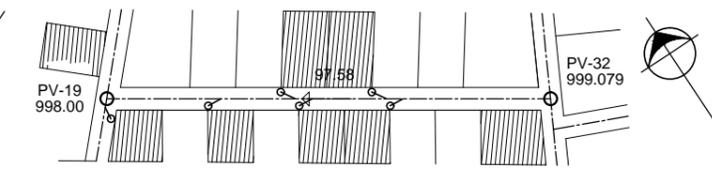
PERFIL DE P.V.17 a P.V.30



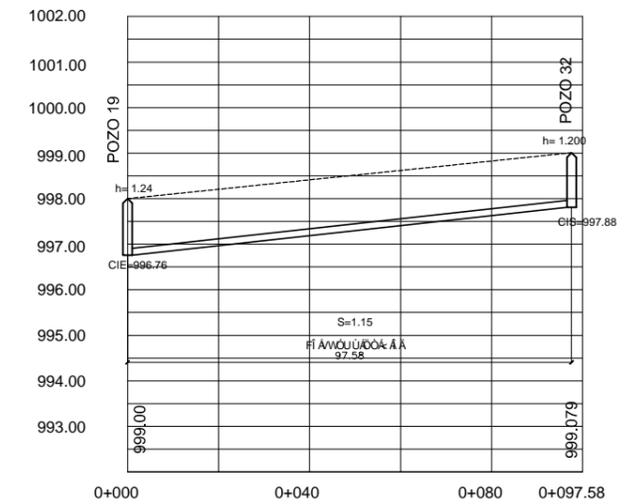
PLANTA DE P.V. 18 a P.V. 31



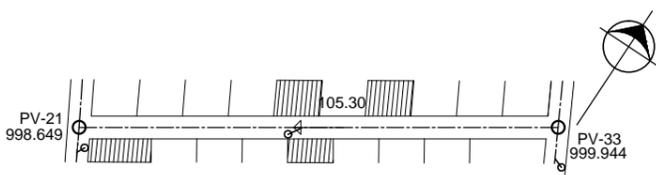
PERFIL DE P.V. 18 a P.V. 31



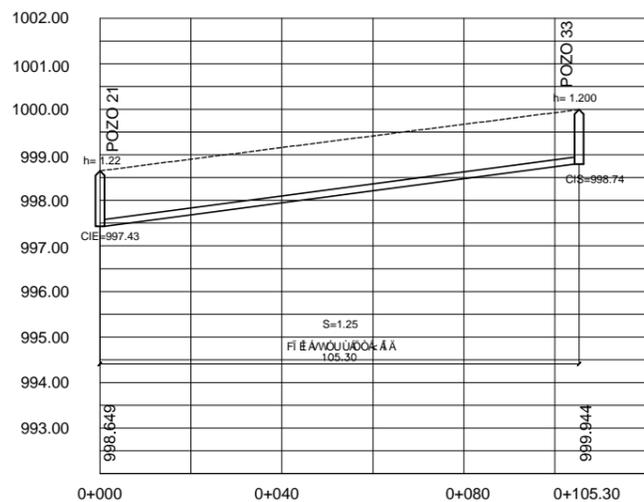
PLANTA DE P.V. 32 a P.V. 19



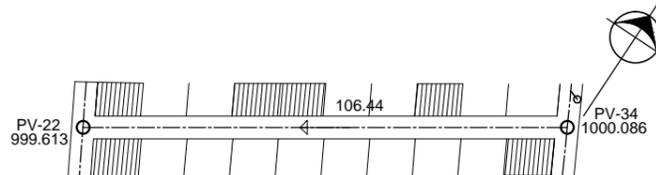
PERFIL DE P.V. 32 a P.V. 19



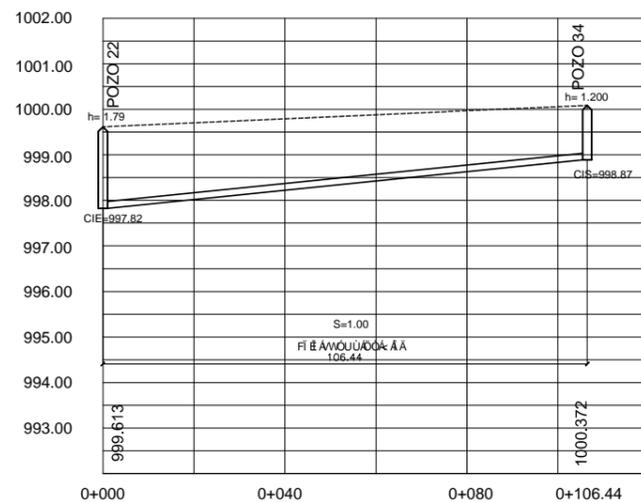
PLANTA DE P.V. 33 a P.V. 21



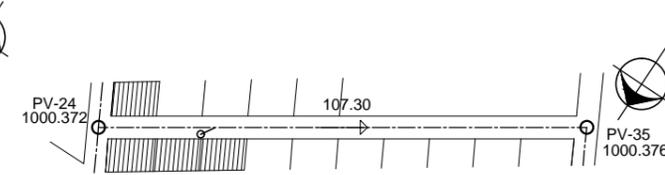
PERFIL DE P.V. 33 a P.V. 21



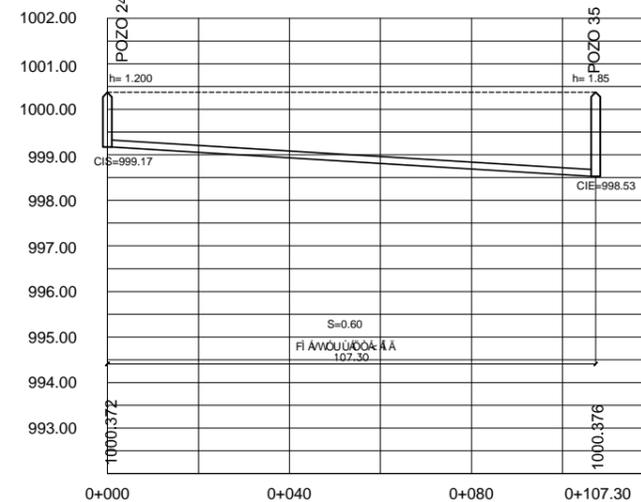
PLANTA DE P.V. 34 a P.V. 22



PERFIL DE P.V. 34 a P.V. 22



PLANTA DE P.V. 24 a P.V. 35



PERFIL DE P.V. 24 a P.V. 35

REFERENCIAS	
○	POZO DE VISITA
—	TRAMO SEGUIMIENTO
—	TRAMO INICIAL
→	DIRECCION FLUJO
—	CONEXION DOMICILIAR
PV-54	POZO DE VISITA
1000.039	COTA DE TERRENO
60.00	DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE POZOS
[Hatched Box]	VIVIENDA
[Empty Box]	LOTE VACIO
S =	PENDIENTE DE TUBERIA
CIS =	COTA INVERT DE SALIDA
CIE =	COTA INVERT DE ENTRADA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DISEÑO:
Moises Jachac
CÁLCULO:
Moises Jachac
DIBUJO:
Moises Jachac
ESCALA: H: 750
V: 75
FECHA:
FEBRERO 2011

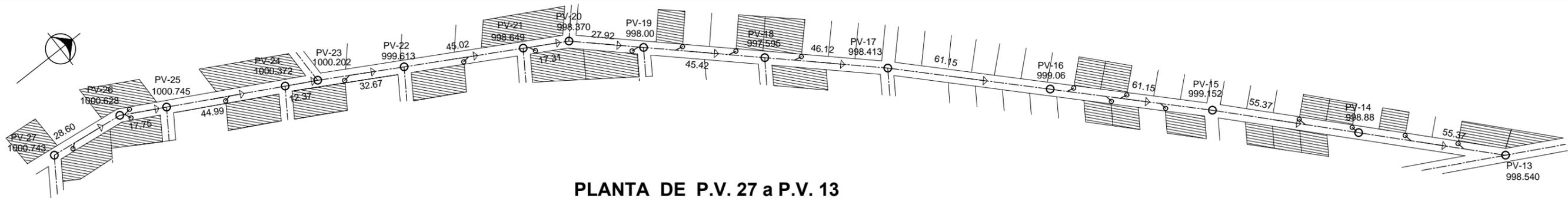
MUNICIPALIDAD DE SALAMA

PROYECTO: DISEÑO DRENAJE SANITARIO
SECTOR VALLE DEL SOL, HACIENDA LAVIRGEN

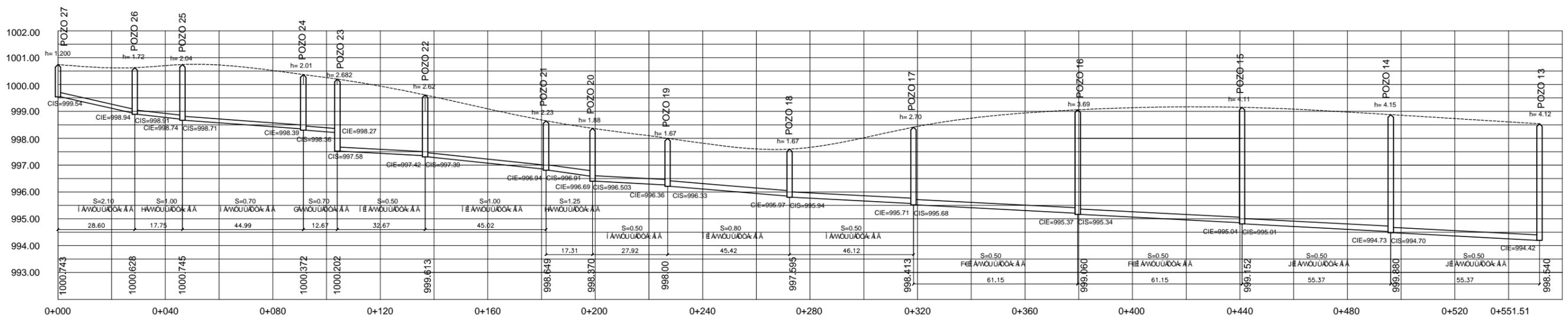
CONTENIDO: PLANTA PERFIL

ESTUDIANTE: MOISES JACHAC PU CARNÉ: 00-34878

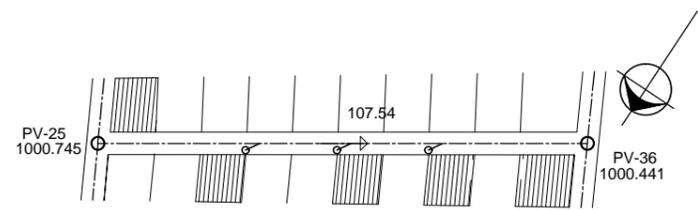
Vo.Bo. HOJA 06/09
ING. ANGEL R. SIEGARCIA ASESOR LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL



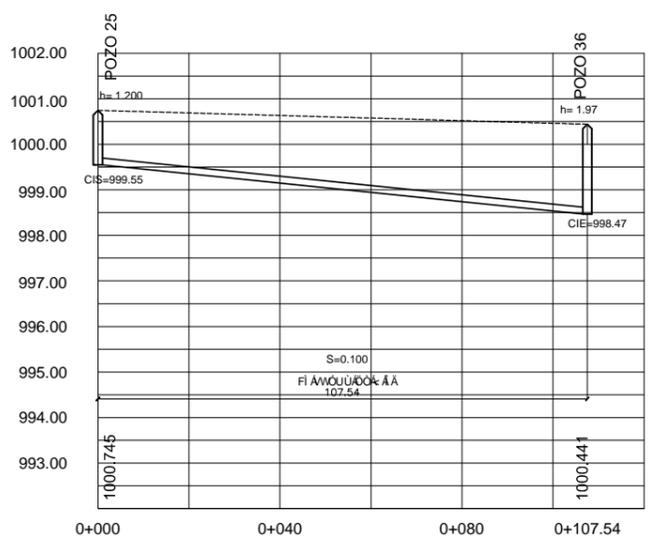
PLANTA DE P.V. 27 a P.V. 13



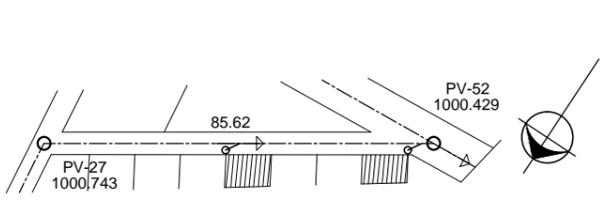
PERFIL DE P.V. 27 a P.V. 13



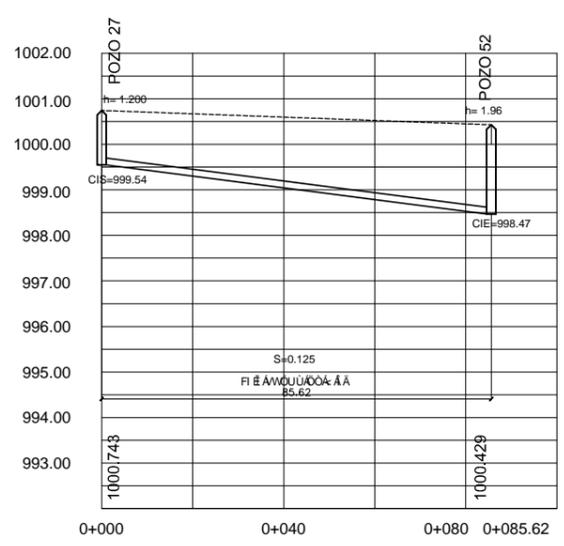
PLANTA DE P.V. 25 a P.V. 36



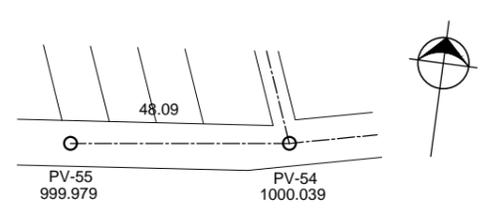
PERFIL DE P.V. 25 a P.V. 36



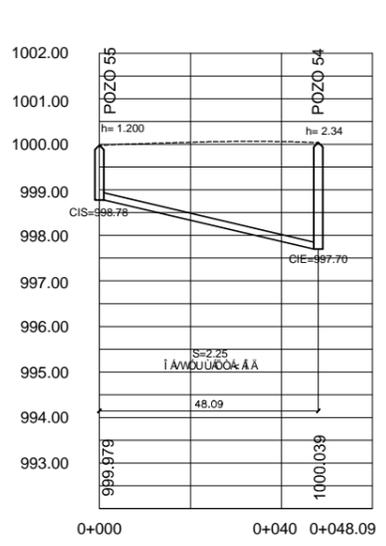
PLANTA DE P.V. 27 a P.V.52



PERFIL DE P.V. 27 a P.V.52



PLANTA DE P.V.55 a P.V.54



PERFIL DE P.V.55 a P.V.54

REFERENCIAS	
○	POZO DE VISITA
—	TRAMO SEGUIMIENTO
—	TRAMO INICIAL
→	DIRECCION FLUJO
—	CONEXION DOMICILIAR
○	POZO DE VISITA
1000.039	COTA DE TERRENO
60.00	DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE POZOS
▨	VIVIENDA
□	LOTE VACIO
S =	PENDIENTE DE TUBERIA
CIS =	COTA INVERT DE SALIDA
CIE =	COTA INVERT DE ENTRADA

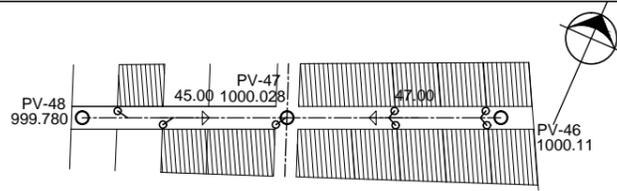


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

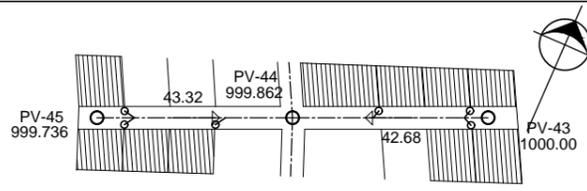
MUNICIPALIDAD DE SALAMA
PROYECTO: DISEÑO DRENAJE SANITARIO
SECTOR VALLE DEL SOL, HACIENDA LAVIRGEN

DISEÑO: Moises Jachac
CÁLCULO: Moises Jachac
DIBUJO: Moises Jachac
ESCALA: H: 750
V: 75
FECHA: FEBRERO 2011

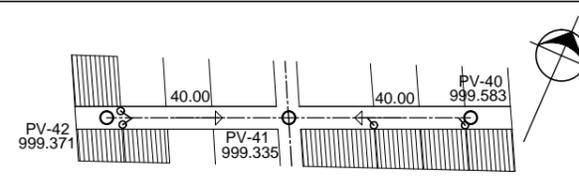
CONTENIDO: PLANTA PERFIL
ESTUDIANTE: MOISES JACHAC PU
CARNÉ: 00-34878
Vo.Bo. HOJA 07/09
ING. ANGEL R. SIEG GARCIA ASESOR
LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL



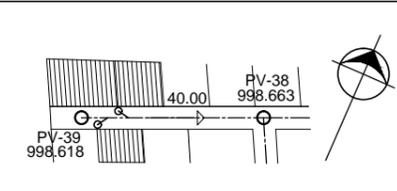
PLANTA DE P.V.48 a P.V.46



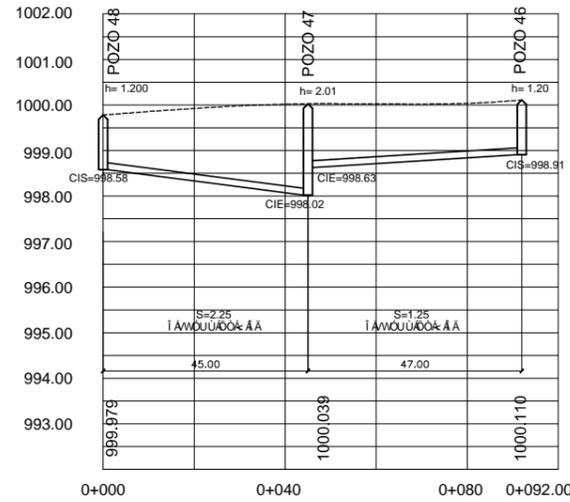
PLANTA DE P.V.45 a P.V.43



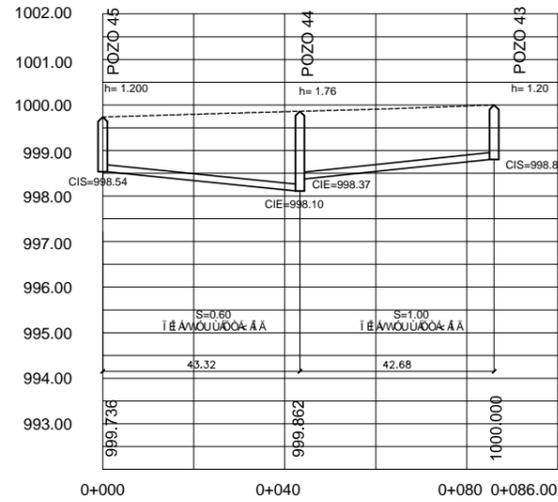
PLANTA DE P.V.42 a P.V.40



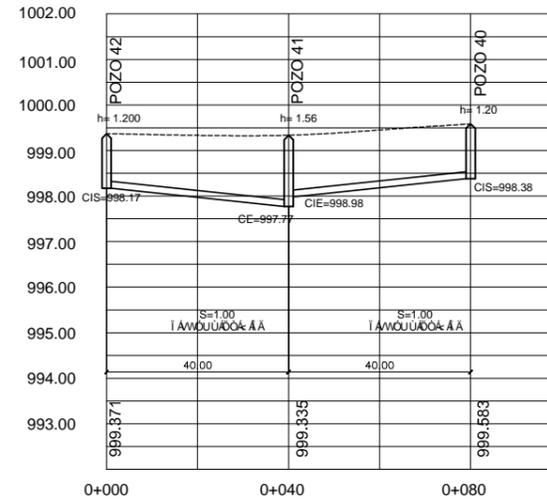
PLANTA DE P.V.39 a P.V.38



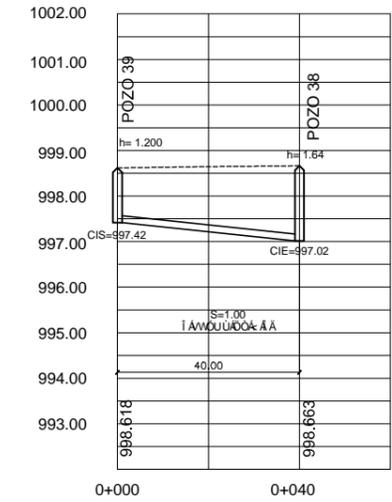
PERFIL DE P.V.48 a P.V.46



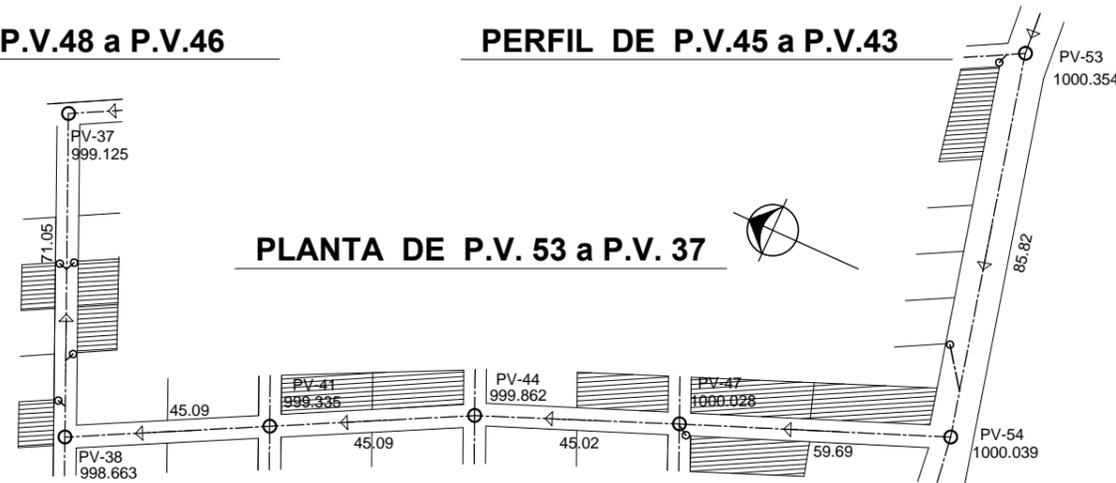
PERFIL DE P.V.45 a P.V.43



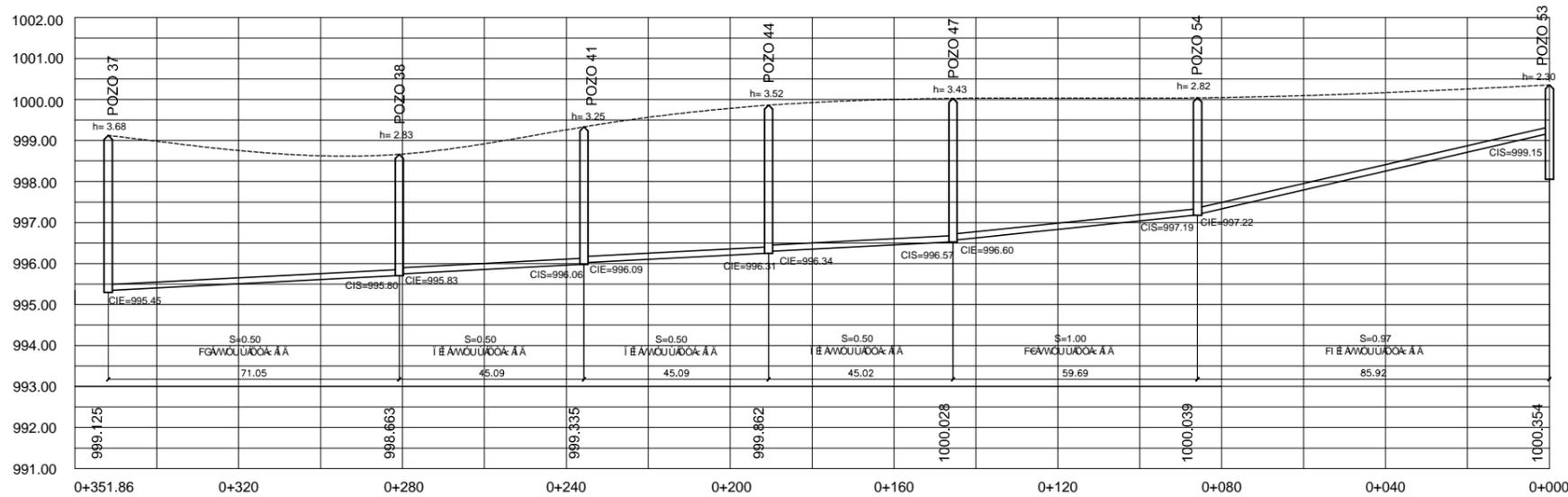
PERFIL DE P.V.42 a P.V.40



PERFIL DE P.V.39 a P.V.38



PLANTA DE P.V. 53 a P.V. 37



PERFIL DE P.V. 53 a P.V. 37

REFERENCIAS	
○	POZO DE VISITA
—	TRAMO SEGUIMIENTO
—	TRAMO INICIAL
→	DIRECCION FLUJO
—	CONEXION DOMICILIAR
PV-54	POZO DE VISITA
1000.039	COTA DE TERRENO
60.00	DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE POZOS
▨	VIVIENDA
□	LOTE VACIO
S =	PENDIENTE DE TUBERIA
CIS =	COTA INVERT DE SALIDA
CIE =	COTA INVERT DE ENTRADA

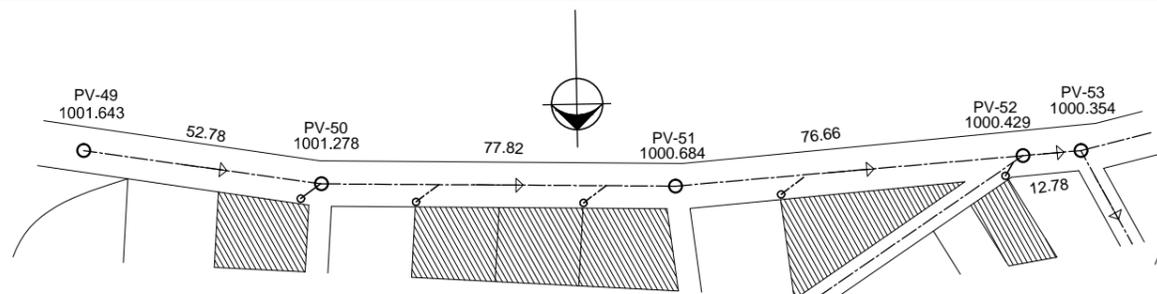


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

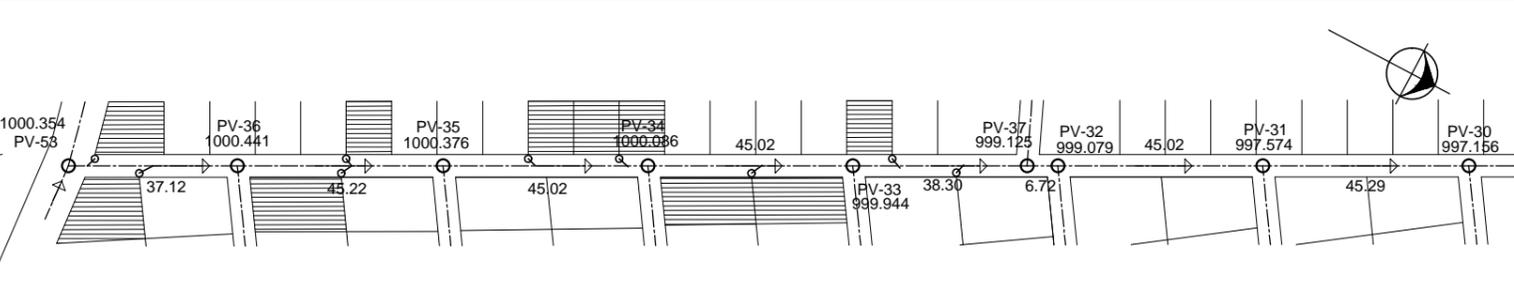
DISEÑO:
Moises Jachac
CÁLCULO:
Moises Jachac
DIBUJO:
Moises Jachac
ESCALA: H: 750
V: 75
FECHA:
FEBRERO 2011

MUNICIPALIDAD DE SALAMA
PROYECTO:
DISEÑO DRENAJE SANITARIO
SECTOR VALLE DEL SOL, HACIENDA LAVIRGEN

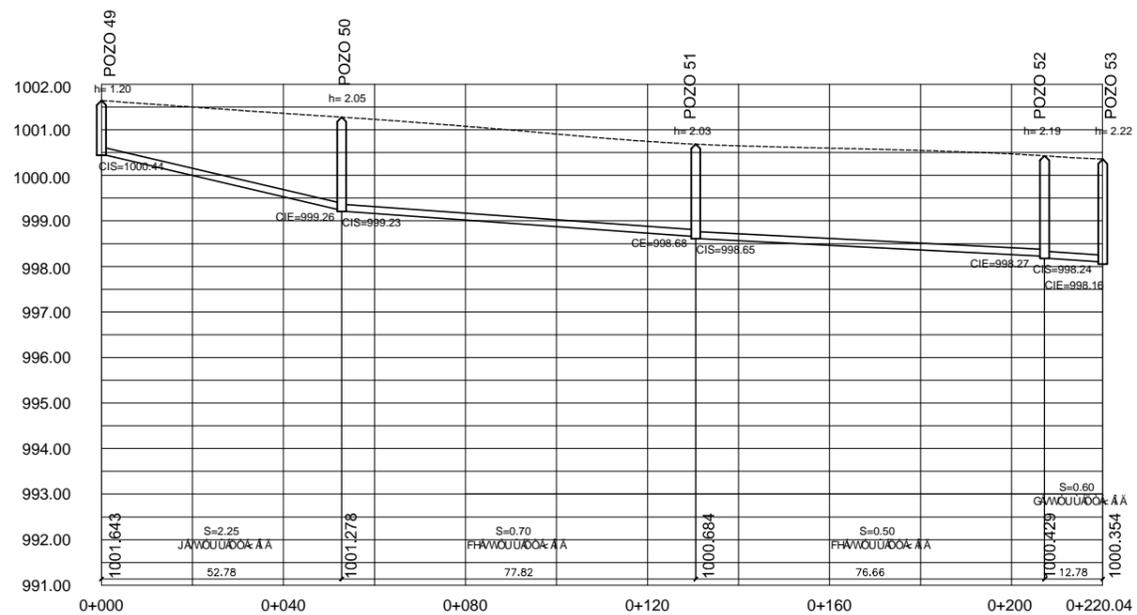
CONTENIDO:
PLANTA PERFIL
ESTUDIANTE:
MOISES JACHAC PU
CARNÉ:
00-34878
Vo.Bo. HOJA
08
09
ING. ANGEL R. SIEG GARCIA
ASESOR
LIC. JUAN IZAGUIRRE
ALCALDE MUNICIPAL



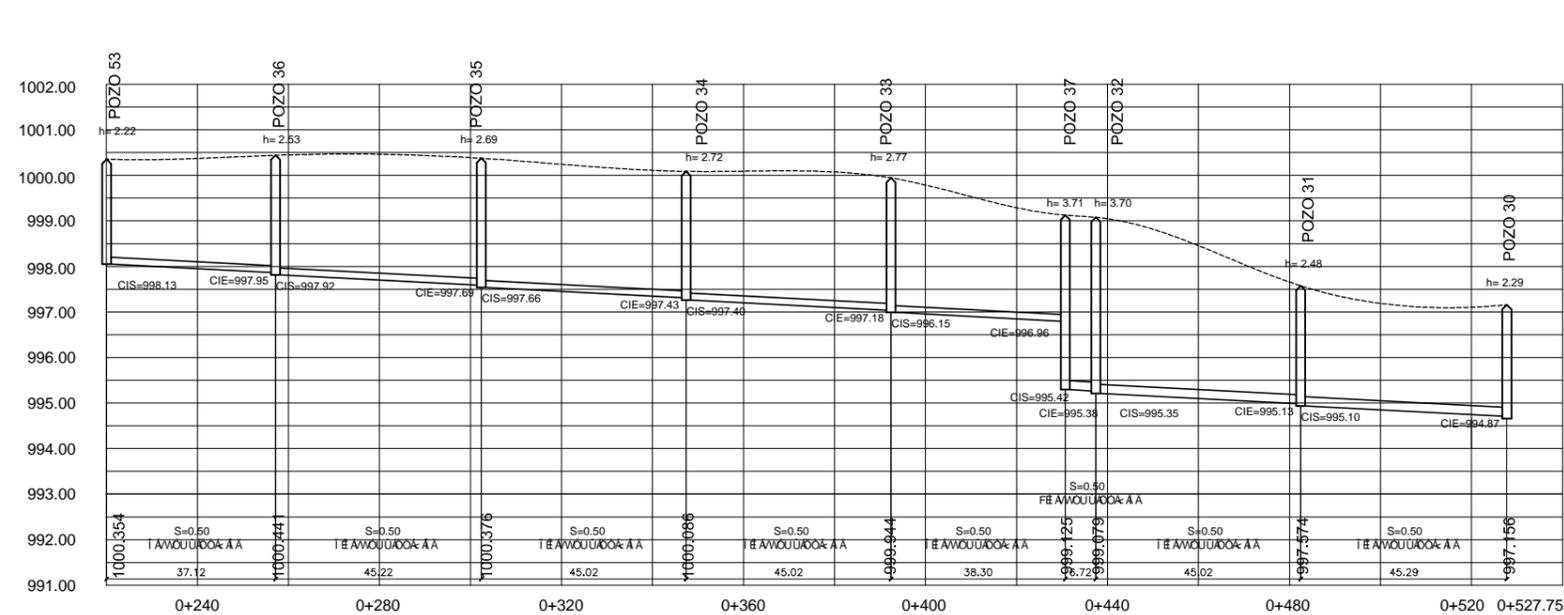
PLANTA DE P.V. 49 a P.V. 53



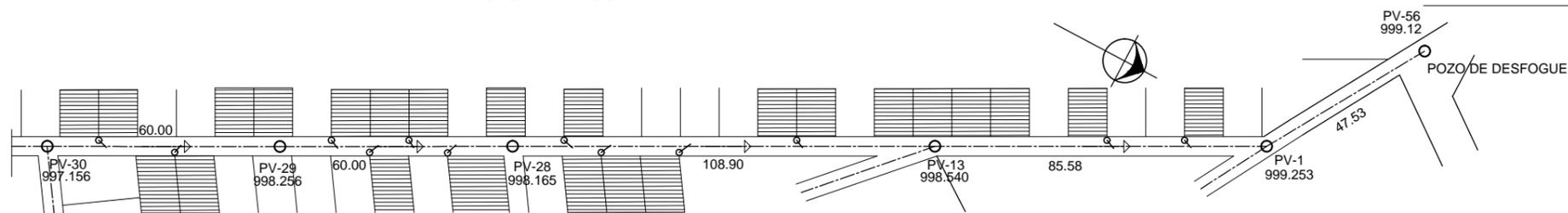
PLANTA DE P.V. 53 a P.V. 30



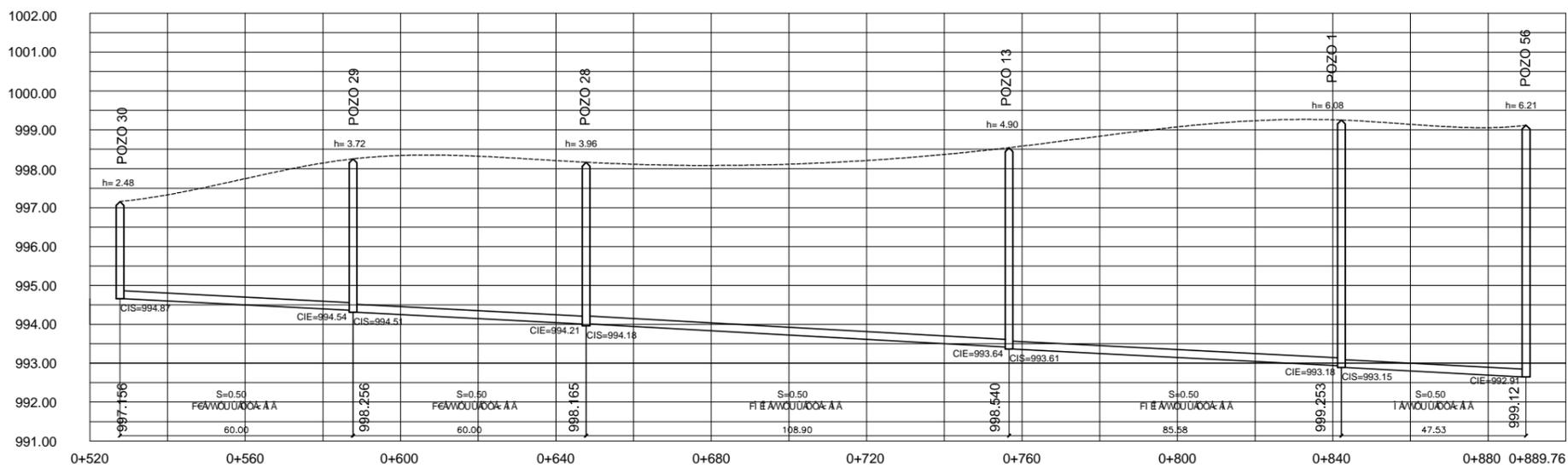
PERFIL DE P.V. 49 a P.V. 53



PERFIL DE P.V. 53 a P.V. 30



PLANTA DE P.V. 30 a P.V. 57



PERFIL DE P.V. 30 a P.V. 57

REFERENCIAS	
	POZO DE VISITA
	TRAMO SEGUIMIENTO
	TRAMO INICIAL
	DIRECCION FLUJO
	CONEXION DOMICILIAR
	POZO DE VISITA
	COTA DE TERRENO
	DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE POZOS
	VIVIENDA
	LOTE VACIO
	PENDIENTE DE TUBERIA
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

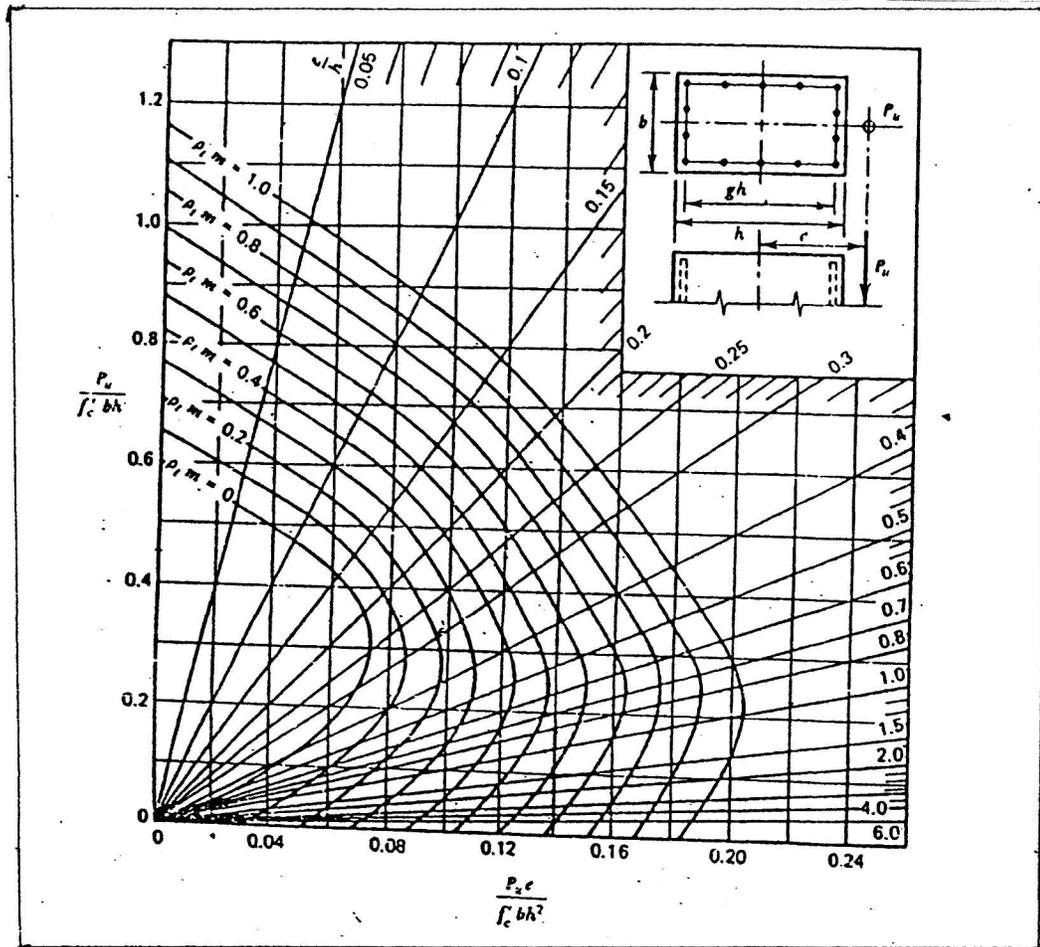
DISEÑO: Moises Jachac
CÁLCULO: Moises Jachac
DIBUJO: Moises Jachac
ESCALA: H: 750 V: 75
FECHA: FEBRERO 2011

MUNICIPALIDAD DE SALAMA
PROYECTO: DISEÑO DRENAJE SANITARIO
SECTOR VALLE DEL SOL, HACIENDA LAVIRGEN

CONTENIDO: PLANTA PERFIL
ESTUDIANTE: MOISES JACHAC PU CARNÉ: 00-34878
Vo.Bo. HOJA 09/09
ING. ANGEL R. SIEGARCIA ASESOR LIC. JUAN IZAGUIRRE ALCALDE MUNICIPAL

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de interacción para columna rectangular



Fuente: Winter, George y Arthur Nilson. Proyecto de Estructuras de Hormigón.

Anexo 2. 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 más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: 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 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>

agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN.		
I. INFORMACION LEGAL		
I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES, SECTOR DE SAN JOSÉ, BARRIO SAN JOSÉ		
I.2. Información legal: A) Nombre del Proponente o Representante Legal: MUNICIPALIDAD DE SALAMÁ		
I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto: SECTOR VALLE DE SAN JOSÉ, BARRIO SAN JOSÉ Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84		Coordenadas Geográficas Datum WGS84
LATITUD 15 GRADOS, 06 MINUTOS, 12 SEGUNDOS NORTE		
LONGITUD 90 GRADOS, 16 MINUTOS, 00 SEGUNDOS OESTE		
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) MUNICIPALIDAD DE SALAMÁ		
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:

Etapa de:

II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Actividades a realizar - Insumos necesarios - Maquinaria - Otros de relevancia <p>** Adjuntar planos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades o procesos - Materia prima e insumos - Maquinaria - Productos y subproductos (bienes o servicios) - Horario de trabajo - Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> - acciones a tomar caso de cierre

II.3 Área

a) Área total de terreno en m². 3 200,00

b) Área de ocupación del proyecto en m²: 351,09

II.4 Actividades colindantes al proyecto:			
NORTE	VIVIENDA	SUR	VIVIENDA
ESTE	VIVIENDA	OESTE	CALLE
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):			
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA SITIO DEL PROYECTO	
Viviendas	Norte	Es colindante	
Viviendas	Sur	Es colindante	
Viviendas	Este	Es colindante	
Calle	Oeste	Es colindante	
II.5 Dirección del viento: De Norte a Sur			
II.7 Datos laborales			
a) Jornada de trabajo:	Diurna	(x)	Nocturna
() Mixta ()	Horas Extras		
b) Número de empleados por jornada	15	Total empleados	15
c) otros datos laborales, especifique			
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	6 Vehiculos		
b) Tipo de vehículo	autos y camión de una tonelada		
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	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Cuando lleguen los camiones con materiales y hasta la obra	En todo el proyecto	Para minimizar la generación de polvo, se

			gris		humedecerá el suelo con agua.
		Ruido	Solo cuando llega transporte con materiales	Lugares cercano a la obra	Observar velocidades minimas y manejo de materiales con mucho cuidado
		Vibraciones	No hay vibraciones		
		Olores	No aplica		
2	Agua	Abastecimiento de agua	Solo del personal de la obra y para el proyecto	En el lugar del proyecto	Se ubicara un lugar donde se pueda abastecer del agua para el uso del

					personal y para el proceso del proyecto
		Aguas residuales	Cantidad: No aplica		
		Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)			
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: No aplica	Descarga:	
		Mezcla de las aguas residuales	Cantidad: No	Descarga:	

		anteriores			
		Agua de lluvia	Captación Suelo	Descarga: colector municipal.	Construc- ción de un sistema recolecto r para llevar el agua de lluvia hacia el colector municipal
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: 2 pies ³ diario	En la calle y/o en área del proyecto.	Colocar recipient es donde colocar la basura.
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: cor rosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No aplica	Disposició n	
		Descarga de aguas	No aplica		

		residuales (si van directo al suelo)			
		Modificación del relieve o topografía del área	Si se modifica.	En todo predio del proyecto.	Se debe contempl abastant e área verde para tener un adecuad o ambiente urbanísti co para uso de los estudiant e y profesore s del centro educativo .
4	Biodiversi- dad	Flora (árboles, plantas)	No aplica		
		Fauna (animales)	No aplica		
		Ecosistema	No aplica		

5	Visual	Modificación del paisaje	La construcción de un edificio educativo.	En todo el predio del proyecto.	La construcción llena todos los requisitos de un edificio escolar y se tendrá mucha área libre para reforestar .
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	Si afecta	Se usa mano de obra para la construcción del proyecto y se contratan maestros para dar clases.	El impacto es positivo porque genera trabajo para la comunidad.
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)	10,1 KW/hr
V. 2 Forma de suministro de energía	
a) DEOCSA 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 (X)	
V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?	
Velar porque las lámparas y tomacorrientes se revisen al terminar la jornada de trabajo y hacer un buen uso de la energía.	
VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD	
VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:	
a) (X) la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio	
b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores	
c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores	
Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuáles serían las actividades riesgosas:	

No hay riesgos, porque es un edificio educativo.

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:

Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores

(X) La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores

La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores

No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información: Por zanjeo, por hacer uso de andamios, pueden caerse y tener algún daño físico.

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

Cinta para señalar peligros

VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de

la población y/o trabajadores?

Tener una planificación detallada del trabajo a desarrollar

Organizar a los trabajadores en equipos de trabajo

Explicar cada etapa de trabajo al jefe del equipo de trabajo

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

