



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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA LOMA LINDA
Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRISAS DE ATULAPA,
MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**

Eddie Fernando Castro Quintero
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, noviembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA LOMA LINDA
Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRISAS DE ATULAPA,
MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
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 DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA LOMA LINDA
Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRISAS DE ATULAPA,
MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**

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



Eddie Fernando Castro Quintero



Guatemala, 28 de agosto de 2012
Ref.EPS.DOC.1163.08.12

Inga. Sigríd Alitza Calderón de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Eddie Fernando Castro Quintero** con carné No. **200611163**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA LOMA LINDA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRISAS DE ATULAPA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA”**.

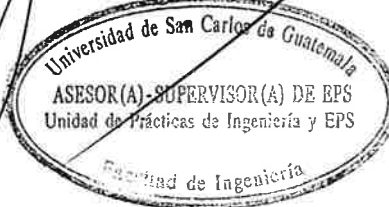
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
JMC/ra



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



Guatemala,
10 de septiembre de 2012

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 DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA LOMA LINDA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRISAS DE ATULAPA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Eddie Fernando Castro Quintero, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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 INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



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



Guatemala,
5 de octubre de 2012

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 DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA LOMA LINDA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRISAS DE ATULAPA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Eddie Fernando Castro Quintero, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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.



Guatemala, 16 de octubre de 2012
Ref.EPS.D.847.10.12

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 DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA LOMA LINDA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRISAS DE ATULAPA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Eddie Fernando Castro Quintero**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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. Sigrid Alitza Calderón de León De de León
Directora Unidad de EPS

SACdL/ra



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. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Eddie Fernando Castro Quintero, titulado **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA LOMA LINDA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRISAS DE ATULAPA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco


Guatemala, noviembre 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 DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA LOMA LINDA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRISAS DE ATULAPA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**, presentado por el estudiante universitario **Eddie Fernando Castro Quintero**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Decano en funciones

Guatemala, 15 de noviembre de 2012



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Porque estoy eternamente agradecido con Él, por llenarme de fuerza. Fuente de inspiración que me guía y da la sabiduría en la realización de todos mis actos. Junto a Él todas mis metas han sido y seguirán siendo posibles.
- Mis padres** Guadalupe Quintero Miranda y Sergio Castro Rafael, por su amor, entrega y dedicación incondicional en mi vida. Los amo, son un gran ejemplo.
- Mis hermanos** Por todo el apoyo brindado en toda mi formación académica.
- Mi familia** Sobrinos, cuñados, tíos, primos y demás familiar, por ese apoyo y sobre todo en los momentos difíciles.
- Mi novia** Carolina Beteta, amiga y compañera, gracias por ese amor y compartir y celebrar cada logro como si fuera propio.
- Mis amigos** Por ser una fuente de inspiración, alegrías, y fuerzas, que me han dado apoyo en esta larga prueba.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Grandiosa casa del saber que me acogió durante mis años de estudio.
Facultad de Ingeniería	Por darme la formación profesional y académica durante estos maravillosos años.
Mis padres	Licda. Guadalupe Quintero de Castro, Sergio Edgardo Castro, en retribución de su amor y todos los sacrificios por ellos realizados. Los amo.
Mis amigos	Mis grandiosos amigos, por su amistad, compañerismo y apoyo durante los años de la carrera. Ustedes han sido vitales para alcanzar esta meta.
Mi familia	En especial a Vilma Castillo y Luis Castillo, a mis sobrinos y a toda mi demás familia, por su ayuda y ánimos para concluir este trabajo.
Mi asesor	Ing. Juan Merck Cos, por su valiosa asesoría y ese gran apoyo para concluir con éxito esta etapa de la carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía	1
1.1.1. Localización del municipio	1
1.1.2. Ubicación geográfica y colindancias.....	1
1.1.3. Clima	2
1.1.4. Turismo.....	2
1.1.5. Situación demográfica	3
1.1.6. Idioma	3
1.1.7. Religión.....	3
1.1.8. Aspectos económicos y actividades productivas	4
1.1.9. Servicios existentes	4
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas Loma Linda y Brisas de Atulapa, municipio de Esquipulas.....	5
1.2.1. Descripción de las necesidades	5
1.2.2. Priorización de las necesidades	6

2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	7
2.1.	Diseño de la edificación escolar de dos niveles para la aldea Loma Linda, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.	7
2.1.1.	Descripción del proyecto	7
2.1.2.	Estudio de suelos	7
2.1.2.1.	Determinación del valor soporte del suelo.....	8
2.1.3.	Diseño arquitectónico	12
2.1.3.1.	Requerimiento de áreas	13
2.1.3.2.	Distribución de espacios.....	13
2.1.3.3.	Alturas y cotas.....	14
2.1.4.	Diseño estructural	14
2.1.4.1.	Selección del sistema estructural a utilizar	14
2.1.4.2.	Análisis estructural	15
2.1.4.2.1.	Predimensionamiento estructural	16
2.1.4.2.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos.....	24
2.1.4.2.3.	Cargas verticales y horizontales aplicadas a marcos dúctiles	25
2.1.4.2.4.	Análisis de marcos dúctiles.....	36
2.1.4.2.5.	Envolvente de momentos	41

	2.1.4.2.6.	Diagrama de corte y momento.....	43
	2.1.4.3.	Diseño estructural.....	46
	2.1.4.3.1.	Diseño de losas	46
	2.1.4.3.2.	Diseño de vigas	55
	2.1.4.3.3.	Diseño de columnas	63
	2.1.4.3.4.	Diseño de cimientos	95
	2.1.4.3.5.	Diseño de gradas	103
	2.1.5.	Instalaciones eléctricas.....	108
	2.1.6.	Instalaciones hidráulicas.....	111
	2.1.7.	Planos constructivos.....	116
	2.1.8.	Presupuesto.....	116
	2.1.9.	Evaluación de impacto ambiental	119
2.2.		Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Brisas de Atulapa del municipio de Esquipulas	122
	2.2.1.	Aspectos preliminares	122
	2.2.2.	Levantamiento topográfico.....	122
	2.2.3.	Diseño del sistema	123
	2.2.3.1.	Descripción del sistema a utilizar.....	123
	2.2.3.2.	Diseño hidráulico	123
	2.2.3.2.1.	Período de diseño	124
	2.2.3.2.2.	Población de diseño ...	125
	2.2.3.2.3.	Dotación	125
	2.2.3.2.4.	Factor de retorno	126
	2.2.3.2.5.	Factor de flujo instantáneo	126
	2.2.3.2.6.	Caudal sanitario.....	127
	2.2.3.2.7.	Factor de caudal medio.....	129

2.2.3.2.8.	Caudal de diseño	130
2.2.3.2.9.	Diseño de secciones y pendientes.....	131
2.2.3.2.10.	Selección del tipo de tubería	131
2.2.3.2.11.	Velocidades.....	132
2.2.3.2.12.	Tirante (profundidad del flujo).....	132
2.2.3.2.13.	Cotas Invert.....	132
2.2.3.2.14.	Diámetro de tuberías...	133
2.2.3.2.15.	Profundidad de tuberías	133
2.2.3.2.16.	Estructuras complementarias	134
2.2.3.2.17.	Volumen de excavación	135
2.2.3.2.18.	Ejemplo de diseño de un tramo	136
2.2.3.2.19.	Propuesta de tratamiento	140
2.2.3.2.20.	Operación y mantenimiento del sistema.....	145
2.2.4.	Elaboración de planos	145
2.2.5.	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario.....	145
2.2.6.	Evaluación socioeconómica	146
2.2.6.1.	Valor presente neto	146
2.2.6.2.	Tasa interna de retorno	148

2.2.7.	Estudio de impacto ambiental.....	149
CONCLUSIONES		151
RECOMENDACIONES		153
BIBLIOGRAFÍA.....		155
APÉNDICES		157

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Áreas tributarias	16
2.	Modelo de la losa para determinar el peralte	17
3.	Criterios para dibujar modelos matemáticos en marcos dúctiles.....	25
4.	Momentos por carga muerta en vigas – Eje Y.....	36
5.	Momentos por carga muerta en columnas – Eje Y.....	37
6.	Momentos por carga viva en vigas – Eje Y	37
7.	Momentos por carga viva en columnas – Eje Y	38
8.	Momentos por carga de sismo en vigas – Eje Y	38
9.	Momentos por carga de sismo en columnas – Eje Y	39
10.	Momentos por carga muerta en vigas y columnas – Eje X	39
11.	Momentos por carga viva en vigas y columnas – Eje X	40
12.	Momentos por carga de sismo en vigas y columnas – Eje X	40
13.	Envolvente de momentos en vigas eje Y	42
14.	Envolvente de momentos en columnas eje Y.....	42
15.	Envolvente de momentos en vigas y columnas eje X	43
16.	Esfuerzo cortante en vigas y columnas, marco 3 sentido X	44
17.	Esfuerzos cortantes en columnas, marco 3 sentido Y.....	45
18.	Esfuerzos cortantes en columnas, marco 3 sentido Y.....	45
19.	Distribución de losas	47
20.	Momentos actuantes en losa.....	51
21.	Momentos actuantes en losa.....	53
22.	Momentos actuantes en losa.....	54
23.	Sección de losa	54

24.	Momentos de viga, marco sentido X.....	55
25.	Esfuerzos de corte en viga, primer nivel, eje X.....	55
26.	Diagrama de corte en diseño de viga	61
27.	Carga resistente, programa JC – diseño concreto.....	78
28.	Carga resistente, programa JC – diseño concreto.....	90
29.	Armado final de la columna.....	94
30.	Corte simple en zapata	98
31.	Corte punzonante en zapata.....	99
32.	Detalle de armado de zapata	102
33.	Tipos de escaleras, con y sin pestaña	103
34.	Esquema del nivel +0,00 al descanso.....	106

TABLAS

I.	Valores de Kpy para distintos ángulos de fricción interna.....	11
II.	Valor soporte permisible, según tipo de suelo	12
III.	Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas.....	26
IV.	Cálculo del peso total de la edificación	31
V.	Unidades de descarga caudales de aparatos sanitarios.....	112
VI.	Unidades de descarga de la edificación	113
VII.	Capacidad de tubería vertical	115
VIII.	Capacidad de tubería horizontal	115
IX.	Presupuesto de edificación.....	117
X.	Profundidades mínimas de las tuberías de drenaje	134
XI.	Parámetros de diseño, alcantarillado sanitario	136
XII.	Presupuesto de alcantarillado aldea Brisas de Atulapa.	146
XIII.	Alteraciones y medidas de mitigación ambiental	150

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
h	Altura
H_v	Altura de la viga
A	Área
A_s	Área de acero
A_smáx	Área de acero máximo permitido
A_smín	Área de acero mínimo permitido
A_v	Área de la varilla
A_g	Área gruesa de una columna
A_t	Área tributaria
CM	Carga muerta
P	Carga puntual
PU	Carga última
CUT	Carga última total
CV	Carga viva
Q	Caudal
CR	Centro de rigidez
c	Coefficiente de escorrentía
K_x	Coefficiente de iteración para el sentido X
K_y	Coefficiente de iteración para el sentido Y
Ψ_a	Coefficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna, en su extremo superior
Ψ_b	Coefficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna, en su extremo inferior

Vmax	Corte máximo actuante
ρ	Cuantía de acero
\varnothing	Diámetro
V	Esfuerzo de corte
Vact	Esfuerzo de corte actuante
Vres	Esfuerzo de corte resistido
Fy	Esfuerzo de fluencia del acero
t	Espesor
e	Excentricidad
Fcu	Factor de carga última
β_d	Factor de flujo plástico del concreto
Fni	Fuerza por nivel, en el nivel i
S	Fuerza por sismo
I	Inercia
I	Intensidad de lluvia
Es	Módulo de elasticidad del acero
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
M	Momento
MB	Momento balanceado
MCM	Momento carga muerta
M(-)	Momento negativo
M(+)	Momento positivo
MCV	Momento por carga viva
Mu	Momento último
psi	Libras por pulgada cuadrada
d	Peralte efectivo
W	Peso
Wc	Peso específico del concreto
γ_s	Peso específico del suelo

q	Presión sobre el suelo por debajo de la zapata
q_{máx}	Presión máxima sobre el suelo
q_{mín}	Presión mínima sobre el suelo
Rec	Recubrimiento
m	Relación entre lado corto y lado largo en losas
f_c	Resistencia última del concreto
Σ	Sumatoria
Ton	Tonelada
V_s	Valor soporte
Vol	Volumen

GLOSARIO

Acero mínimo	Cantidad mínima de refuerzo por flexión.
Análisis estructural	Proceso que se realiza para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla.
Carga axial	Fuerza aplicada a un elemento exactamente en coincidencia con su centroíde o eje principal.
Carga muerta	Peso muerto soportado por un elemento estructural, incluyendo el propio.
Carga ultima	Cargas totales sobre un elemento estructural con factores de incertidumbre.
Carga viva	Peso variable dado por el personal, maquinaria móvil, etc., soportado por un elemento.
Cimentación	Subestructura cuya función principal es transmitir las cargas de la edificación al suelo.
Columna	Miembro que se usa principalmente, para resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de, por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.

Columna esbelta	Aquella en que la carga última también está influida por la esbeltez, lo que produce flexión adicional debido a las deformaciones transversales.
Concreto reforzado	Concreto que contiene refuerzo de acero.
Confinamiento	Separación recomendada entre estribos, para proveer al concreto de una mayor ductilidad.
Consolidación	Proceso de disminución de volumen que tiene lugar en un lapso de tiempo, provocado por un aumento de las cargas sobre el suelo.
Corte basal	Es la fuerza total lateral que se aplica a una edificación, para simular sobre un modelo matemático, los efectos del sismo, en la estructura.
Diseño estructural	Es la actividad que se realiza, por medio de una serie de cálculos, con el fin de definir las características detalladas de los distintos elementos que componen una estructura.
Dúctil	Admite grandes deformaciones sin llegar a romperse.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.

Especificaciones	Normas que rigen el diseño, las cuales son una función del tipo de estructuras para llenar la Finalidad previamente establecida.
Estribo y/o eslabón	Elemento de una estructura que resiste el esfuerzo cortante.
Excentricidad	Es la distancia del centro de masa al centro de rigidez.
Flexión	Momento flector que actúa en la sección de un elemento estructural.
Momento	Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
Rigidez	Capacidad de resistencia de un elemento estructural a la deformación.
SEAOC	Structural Engineers Association of California. (Asociación de Ingenieros Estructurales de California).
Zapata	Elemento estructural el cual transmite las cargas al subsuelo.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es la memoria descriptiva de la realización del Ejercicio Profesional Supervisado en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, su contenido fue dividida en dos fases: la investigación y servicio técnico profesional.

La fase de investigación se realizó a través de un diagnóstico sobre las principales necesidades de los servicios básicos y de infraestructura del municipio. Además, se recabó información de tipo monográfico, esto con el fin de tener antecedentes sobre el desarrollo del municipio.

La fase de servicio técnico profesional, trata sobre el diseño de dos proyectos los cuales fueron seleccionados, con base al diagnóstico practicado. A lo largo de esta fase se describen los criterios, el proceso de la edificación escolar y el alcantarillado sanitario, la cual se complementan con figuras y tablas. También se elaboraron los presupuestos, cronogramas y planos de cada uno de los proyectos.

OBJETIVOS

General

Diseñar la edificación escolar de dos niveles para la aldea Loma Linda y el sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea Brisas de Atulapa, municipio de Esquipulas, Chiquimula.

Específicos

1. Desarrollar una investigación de carácter monográfico y hacer el diagnóstico de servicios básicos e infraestructura de la aldea Brisas de Atulapa y la aldea Loma Linda, Esquipulas.
2. Capacitar a miembros del COCODE de la aldea Brisas de Atulapa sobre aspectos de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Esquipulas, se encuentra localizado a 243 kms de la ciudad capital. En este municipio se realizó una investigación diagnóstica sobre servicios básicos e infraestructura, determinando de esta forma la necesidad de los siguientes proyectos:

Se determinó como prioridad el diseño de la edificación de dos niveles para escuela de la aldea Loma Linda, partiendo desde el predimensionamiento, análisis estructural y diseño de cada uno de los elementos que constituyen el sistema estructural utilizado.

Además se consideró que la salud de los habitantes de la aldea Brisas de Atulapa, está siendo afectada, debido a que no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario. Lo que provoca la concentración de vectores contaminantes, malos olores, que están asociadas con enfermedades infecciosas. Razón por la cual se desarrolla el diseño del sistema que sirve como medio de conducción de las aguas negras hacia un sitio seguro para su tratamiento y disposición final.

Al final del trabajo se presentan las conclusiones, recomendaciones, planos y presupuestos de cada proyecto.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía

La comunicación con Esquipulas, desde la ciudad capital es más rápida y más fácil por la carretera al Atlántico CA-9 norte, pasando por Río Hondo se cruza a la derecha en el kilómetro 136, que se une con la carretera CA-10 con dirección a la entrada de Zacapa se pasa frente a esta ciudad y se pasa también Chiquimula, se sigue en ruta asfaltada a la ciudad de Esquipulas.

1.1.1. Localización del municipio

Esquipulas está situada en la parte suroriental del departamento de Chiquimula, Guatemala, América Central y exactamente en el Trifinio de las líneas divisorias entre El Salvador, Honduras y Guatemala, geográficamente se encuentra situada a una latitud de 14° 33' 48" y a una longitud de 89° 21' 06".

1.1.2. Ubicación geográfica y colindancias

Limitada al norte con Santa María, Olopa; Jocotán y Camotán; al oriente con Copán Ruinas y Ocotepeque de la República de Honduras; al sur con Metapán de El Salvador y al poniente con Concepción Las Minas y parte de Quezaltepeque.

Esquipulas, está ubicada a 222 km de la ciudad capital de Guatemala y a 55 km de la cabecera departamental de Chiquimula.

1.1.3. Clima

El clima es templado y muy húmedo, la temperatura media anual del ambiente es de 21,3 grados centígrados y la humedad relativa está alrededor del 83%, según estación meteorológica INSIVUMEH-ESQUIPULAS, ubicada en el barrio Las Cruces del mismo municipio, con latitud 14° 33'22" y longitud 89° 20'31".

1.1.4. Turismo

Debido a su importancia como centro turístico y religioso, la población de Esquipulas se dedica mayormente al comercio, como también, tiene como su fuerte el cultivo del café, produciendo en sus montañas una de la mejores variedades de más alta calidad de café existente. Actualmente, el turismo religioso y la industria hotelera ha tenido un gran auge, alentado por el gran número de peregrinos que visitan a la Basílica del Señor de Esquipulas, el principal atractivo turístico de la cabecera municipal que cobija la milagrosa imagen del señor de Esquipulas, la cual es visitada por miles de peregrinos, lo que se clasifica como turismo religioso. Ésta es la imagen de mayor veneración en toda el área Centroamericana y México.

Así como estos emblemáticos templos de devoción cristiana, también cuenta con otros tipos de atractivos turísticos, tales como la Cueva de las Minas, en la actualidad dichas cuevas quedaron dentro de terrenos privados, propiedad de una familia de Esquipulas, quienes han aprovechado el valor turístico que las mismas tienen y la afluencia de peregrinos, así como del río que corre por el lugar, para lo cual han instalado el parque ecológico Cueva de Las Minas que cuenta con un zoológico con más de 25 especies de animales, restaurante, cancha de básquet y papi fútbol. Otros atractivos turísticos de la

región son: la piedra de los Compadres, el acueducto Los Arcos, el parque Chatún, así como atractivos bosques, en la parte alta de la Sierra del Merendón.

1.1.5. Situación demográfica

Según datos aportados por el censo de 1994, en el área urbana de la cabecera municipal viven 15 641 habitantes distribuidos en 4 122 viviendas, y en todo el municipio 32 041 habitantes que viven en 7 918 viviendas. La densidad de habitantes por vivienda para la cabecera municipal es de 3,79. De acuerdo al estudio de densidad de habitantes, por medio de encuestas en la aldea de Brisas de Atulapa, se establece un equivalente a 6 habitantes por vivienda.

1.1.6. Idioma

En Esquipulas la totalidad de la población habla el español, pues en la región oriente del país la mayoría de las personas habla español como lengua materna, pero una minoría de personas que se trasladan del occidente del país habla sus idiomas nativos

1.1.7. Religión

- Católica
- Asamblea de Dios
- Iglesia Misión Internacional
- Iglesia de Profecías
- Adventista
- Apostólicos Unidos

1.1.8. Aspectos económicos y actividades productivas

Los habitantes de Esquipulas tienen una diversidad de ocupaciones, gracias a que este lugar cuenta con varios atributos favorables al desarrollo económico. Entre estos atributos se tienen:

- Es un centro de veneración del Cristo Negro y práctica de la fe católica.
- Sus condiciones topográficas y climatológicas son favorables al desarrollo urbano y agrícola.
- Su posición geográfica, ya que forma del Plan Trifiño, que incluye a Guatemala, El Salvador y Honduras.

Estas características generan diversidad de fuentes de trabajo de tipo fabril, industrial y comercial. La actividad comercial se ha incrementado considerablemente en cuanto a los artículos y servicios que se ofrecen a los peregrinos y turistas tales como: servicios de hotelería, servicios bancarios, servicios de entretenimiento (Chatún), medios de transporte, restaurantes, entre otros.

1.1.9. Servicios existentes

La cabecera municipal cuenta con los servicios de energía eléctrica alumbrado público, agua potable, drenajes sanitarios, centro de salud, mercado, escuelas de educación preprimaria y primaria, instituto de educación básica, teléfonos, televisión por cable, servicio de buses urbanos y extraurbanos, taxi motos, seis agencias bancarias, cinco gasolineras, hoteles, tres mercados, bomberos policía.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas Loma Linda y Brisas de Atulapa, municipio de Esquipulas

Entre las necesidades principales que se consideraron en las aldeas según información de la municipalidad son las que a continuación se describen.

1.2.1. Descripción de las necesidades

- Sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Brisas de Atulapa, actualmente las descargas de aguas domésticas se realizan a flor de tierra, lo cual provoca malos olores, proliferación de vectores contaminantes, aumentando los altos índices de enfermedades ocasionadas por la carencia de higiene, como también la contaminación del recurso hídrico.
- Mejoramiento del sistema vial para las aldeas Brisas de Atulapa y Loma Linda: se requiere de una adecuada planificación y readecuación de las entradas a la comunidad, por medio de adoquín o asfalto.
- Construcción de un salón comunal para la aldea Brisas de Atulapa, para que los habitantes de la comunidad cuenten con un lugar destinado al desarrollo sociocultural.
- Infraestructura escolar en la aldea Loma Linda, debido al desarrollo y crecimiento de la población, esta aldea carece de infraestructura adecuada, acorde a las necesidades que demanda el proceso de enseñanza a nivel primario.

1.2.2. Priorización de las necesidades

Al realizar la evaluación de las necesidades, en consenso con autoridades municipales y miembros de los COCODES se determinaron las necesidades prioritarias de las comunidades, de la forma siguiente:

- Edificación escolar de dos niveles en la aldea Loma Linda.
- Alcantarillado sanitario para la aldea Brisas de Atulapa.
- Mejoramiento del sistema vial para las aldeas Brisas de Atulapa y Loma Linda.
- Construcción del salón comunal para la aldea Brisas de Atulapa.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la edificación escolar de dos niveles para la aldea Loma Linda, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar una edificación escolar de dos niveles, el principal objetivo es proporcionar la infraestructura adecuada, acorde a las necesidades que presenta el proceso de enseñanza del nivel primario de la comunidad.

La estructura estará formada por marcos dúctiles con nudos rígidos, cimentación y losas planas de concreto reforzado, muros tabiques de mampostería de block con acabados; pisos de granito en los ambientes inferiores y concreto alisado en las áreas de servicio; artefactos sanitarios, ventanería de vidrio con marcos de aluminio y puertas de metal.

2.1.2. Estudio de suelos

La capacidad soporte del suelo o valor soporte, es la capacidad de un suelo de soportar una carga, sin que se produzcan fallas dentro de su masa, se mide en fuerzas por unidad de área.

Con el propósito de conocer las características del suelo se realizó una exploración obteniendo una muestra del suelo a una profundidad de 1,50

metros, el cual permitió ver el suelo en su estado natural, esta muestra fue analizada en laboratorio para conocer sus características. Los datos necesarios para calcular el valor soporte del suelo son:

- Ángulo de fricción interna
- Peso específico del suelo
- Cohesión

2.1.2.1. Determinación del valor soporte del suelo

El ensayo que se realizó fue de compresión triaxial, efectuado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).

- Esfuerzo límite

El valor del esfuerzo límite, se determinó por medio de la fórmula del Dr. Karl Terzagui.

$$q_o = 0,4 * \gamma_s * B * N_\gamma + 1,3 * C_u * N_c + \gamma_s * D * N_q$$

Donde:

γ_s = peso específico del suelo

B = base de la zapata

N_q = factor de flujo de carga

N_c = factor de carga última

N_γ = factor de flujo del suelo

- Datos obtenidos del ensayo (Ver apéndice A)

Tipo de ensayo:	no consolidado y no drenado
Descripción del suelo:	limo arenoso color café
Dimensión y tipo de la probeta:	2,5" x 5,0"
Ángulo de fricción interna (θ):	28,65°
Cohesión (Cu):	18,25 ton/m ²
Peso específico (γ_s):	1,51 ton/m ²

Debido a que durante el ensayo del laboratorio de compresión triaxial no se tiene certeza de varios factores, tales como que el equipo no se encuentre perfectamente calibrado, y en la exactitud de la toma de medición, razón por la cual se considera utilizar un porcentaje de exactitud del 50% sobre los datos originales, el fin será cubrir todas esas incertezas y errores que se tuvieron en la realización del ensayo.

Peso específico (γ_s)	0,755 ton/m ³
Ángulo de fricción interna (θ)	14,325°
Cohesión (Cu)	9,125 ton/m ²
Base	1,35 m
Desplante	1,5 m

Se traslada el ángulo de fricción interna a radianes

$$\theta_{\text{rad}} = \frac{\theta \pi}{180} = \frac{14,325 * \pi}{180} = 0,250$$

Los valores de factores de capacidad, son los siguientes:

- Factor de flujo de carga (N_q)
- Factor de carga última (N_c)
- Factor de flujo del suelo (N_γ)

Factor de flujo de carga (N_q)

$$N_q = \frac{e^{(\frac{3}{2}\pi - \phi_{\text{rad}}) \tan \phi}}{2\cos^2(45 + \frac{\phi}{2})}$$

$$N_q = 4,15$$

Factor de carga última (N_c)

$$N_c = \cot \phi * (N_q - 1)$$

$$N_c = 12,35$$

Factor de flujo del suelo (N_γ)

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{p\gamma}}{2\cos^2\phi} - 1 \right) * \tan \phi$$

Donde:

$K_{p\gamma}$ = coeficiente de empuje pasivo

Los valores de K_{py} se obtienen interpolando los distintos ángulos de fricción interna según la siguiente tabla.

Tabla I. **Valores de K_{py} para distintos ángulos de fricción interna**

φ	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
K_{py}	10,8	12,2	14,7	18,6	25	35	52	82	141	298	800

Fuente: CRESPO VILLALAZ, C. Mecánica de suelos y cimentaciones. p. 280.

$$N\gamma = 1,41$$

Determinando el esfuerzo límite

$$q_o = 0,4 * \gamma_s * B * N\gamma + 1,3 * C_u * N_c + \gamma_s * D * N_q$$

$$q_o = 0,4 * 0,755 * 1,35 * 1,41 + 1,3 * 9,125 * 12,35 + 0,755 * 1,5 * 4,15$$

$$q_o = 151,73 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte

$$V_s = \frac{q_o}{F_s}$$

$$V_s = \frac{151,73}{4}$$

$$V_s = 37,65 \text{ ton/m}^2$$

El valor soporte resultante se compara con la tabla II, que muestra el valor soporte permisible, según el tipo suelo.

Tabla II. **Valor soporte permisible, según tipo de suelo**

Material del suelo	Ton/m²	Observaciones
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
suelo gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
suelo arenosos	32-64	Densos
arena fina	22-43	Densa
suelo arcillosos	53	Duros
suelo arcillosos	22	Solidez mediana
suelos limosos	32	Densos
suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: CRESPO VILLALAZ, C. Mecánica de suelos y cimentaciones. p. 193.

2.1.3. Diseño arquitectónico

El proyectar y construir edificios perdurables siguiendo determinadas reglas, con objeto de crear obras adecuadas a su propósito, es el diseño arquitectónico. Esto se hace para tener un lugar funcional y una estructura con resistencia. Para lograrlos, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios arquitectónicos y normas.

El edificio escolar se diseñó considerando la capacidad de alumnos y el área óptima por cada uno, tomando un parámetro de 1,30 m² por alumno, por lo que los salones de clase son de 7,50 m x 6,00 m, se buscó el aprovechamiento de la luz natural para una buena iluminación.

2.1.3.1. Requerimiento de áreas

Se determinó un número de 30 estudiantes por aula, y por cada alumno un espacio promedio de 1,30 m².

La iluminación, sea natural o artificial, debe ser abundante y uniformemente distribuida, debiendo evitarse la proyección de sombras y contrastes muy marcados, estudiando la relación entre las fuentes de iluminación y las posiciones de los alumnos, sobre todo en razón de que éstas pueden variar por el carácter flexible de las actividades.

La ventilación debe ser alta, constante, cruzada y sin corrientes de aire. La cantidad disponible de aire en el ambiente tiene gran importancia en el desarrollo de la educación. La dirección de los vientos en Guatemala es de norte a sur y viceversa, por lo que el área de ventilación debe estar orientada en este sentido, para lograr así proveer la ventilación cruzada.

2.1.3.2. Distribución de espacios

El edificio se plantea de la siguiente manera: en el primer nivel se distribuyeron tres aulas, oficina administrativa y servicios sanitarios tanto para hombres como para mujeres, en la planta alta se ubican cuatro aulas y servicios sanitarios, pasillo y módulo de gradas.

2.1.3.3. Alturas y cotas

Se elige un edificio de dos niveles debido al área del predio disponible para la construcción del edificio, y para cumplir con el principio de emplazamiento propuesto por las normas del Ministerio de Educación, en las cuales se menciona que el área del conjunto arquitectónico en el terreno se logra cuando el área construida en la planta baja no excede el 40% del área total del terreno.

La altura promedio de las aulas será de 3,00 m de piso a cielo, cada salón con un ancho de 6,00 m x 7,50 m de largo. El corredor o pasillo contará con una longitud de 30,00 m y ancho 2,00 m. Las ventanas se situarán a una altura adecuada sobre el nivel de piso, para proporcionar la mejor iluminación y ventilación al ambiente.

La altura designada se determinó tomando en cuenta que las edificaciones en el oriente del país se hacen altas, por el intenso calor que afecta la zona, y lograr de esta manera espacios con mayor ventilación e iluminación.

2.1.4. Diseño estructural

Es la actividad que se realiza, por medio de una serie de cálculos, con el fin de definir las características detalladas de los distintos elementos que componen una estructura.

2.1.4.1. Selección del sistema estructural a utilizar

El sistema propuesto de la estructura, es el descrito a continuación:

- Marcos dúctiles con nudos rígidos
- Muros divisorios de mampostería de block (tabiques)
- Losas planas de concreto reforzado

Hay que tomar en cuenta que es una construcción permanente, Se tomará un período de diseño de 30 años.

2.1.4.2. Análisis estructural

Proceso para determinar la respuesta de la estructura, ante las acciones exteriores que puedan afectarla; en otras palabras, 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 puedan soportar dichas fuerzas.

Las partes que componen el sistema estructural deben ser de un material tal que impida la rotura o el deterioro de estas. Además, el tipo de material a utilizar no deberá ser llevado más allá de su resistencia límite cuando actúen las diferentes fuerzas sobre el sistema.

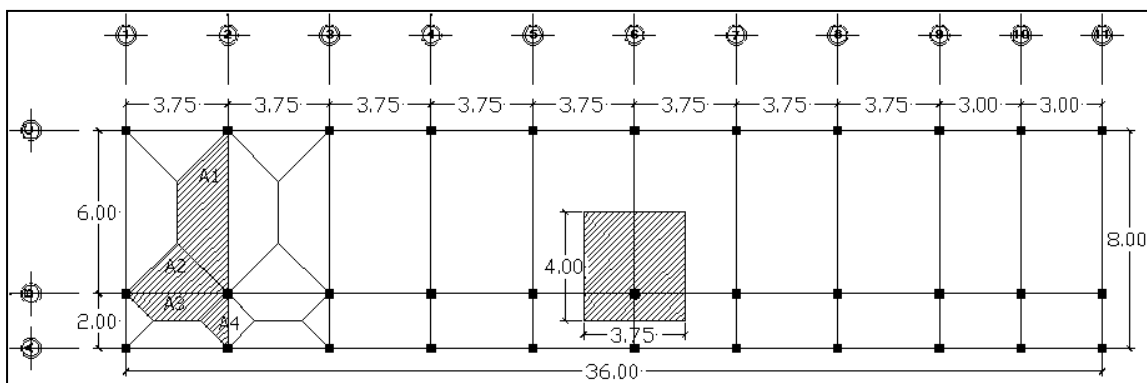
Lo anterior induce a concluir que el equilibrio en el que se encuentre el sistema estructural debe ser estable, dando lugar a un estudio que involucre tanto procedimientos matemáticos como métodos derivados de ensayos de laboratorio. Para este proyecto se utilizó el método de Kani, haciéndose una comprobación con ETABS 9.5®, para la realización del análisis estructural.

2.1.4.2.1. Predimensionamiento estructural

Para realizar una integración de cargas y por consiguiente un análisis estructural, es necesario conocer desde un principio las dimensiones de la sección transversal de los elementos, en especial sus rigideces relativas.

El predimensionamiento es un proceso subjetivo, en el cual el diseñador podrá emplear cualquier criterio para predimensionar los elementos; ya que en la parte final el diseño verificará si las secciones propuestas satisfacen las condiciones establecidas por el o los reglamentos que se utilicen. Para esto se puede recurrir a la experiencia en obras similares y utilizar métodos analíticos cortos. A continuación, se presenta una planta del edificio, que muestra las dimensiones a ejes y áreas tributarias para los marcos críticos, así también para la columna crítica.

Figura 1. Áreas tributarias



Fuente: elaboración propia.

- Losas

El método para calcular el espesor de la losa utiliza las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyo con que cuenta la losa, en este caso la losa plana estará apoyada en los bordes de la viga. La Clasificación está en función de la relación que existe entre el lado corto con el lado largo (m):

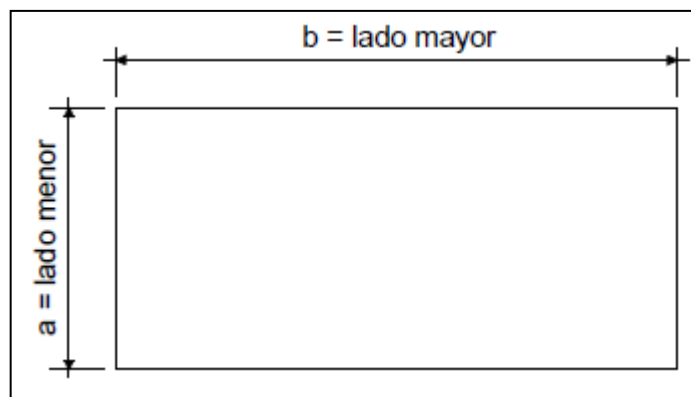
$$m = \frac{a}{b}$$

Donde:

a = lado corto de la losa

b = lado largo de la losa

Figura 2. **Modelo de la losa para determinar el peralte**



Fuente: elaboración propia.

Si $m < 0,5$ es una losa armada en una dirección

Si $m \geq 0,5$ es una losa armada en dos direcciones

El edificio contiene 4 losas con diferentes dimensiones, determinando el tipo de armado según el parámetro m .

$$\text{Losa}_1 = \frac{3,75 \text{ m}}{6,00 \text{ m}} = 0,63$$

$$\text{Losa}_2 = \frac{3,00 \text{ m}}{6,00 \text{ m}} = 0,50$$

$$\text{Losa}_3 = \frac{2,00 \text{ m}}{3,75 \text{ m}} = 0,53$$

$$\text{Losa}_4 = \frac{2,00 \text{ m}}{3,00 \text{ m}} = 0,66$$

Todas las losas se armarán en dos sentidos, ya que: $m \geq 0,50$. Luego se determina el espesor (t) de la losa.

$$t_{\text{losa}} = \frac{\text{perímetro de losa}}{180}$$

La losa más crítica es la de mayor dimensión, por lo tanto, la losa de mayores dimensiones es: 6,00 m x 3,75 m.

$$t_{\text{losa}} = \frac{19,50 \text{ m}}{180}$$

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

Todas las losas serán armadas en ambos sentidos y contarán con un espesor de 11,00 cm.

- Vigas

Para predimensionar vigas, el método utilizado calcula la altura de la viga, dependiendo ésta de la luz que cubre. La base de la viga queda a criterio del diseñador, usando aquí el ancho de las columnas. Según Código ACI, el espesor mínimo de vigas no pretensadas con un extremo continuo es $L/24$, donde L es la luz máxima. Se tomará el criterio de seis a ocho centímetros de peralte por cada metro de luz. En este caso sólo se calcula la viga crítica, o sea la de mayor longitud, quedando las otras con igual sección.

$$t_{\text{viga}} = \text{luz libre de viga} * (6\% - 8\%)$$

Un rango de 6cm a 8cm de peralte por cada metro de luz.

$$t_{\text{viga}} = 6,00 \text{ m} * 0,07 = 42 \text{ cm}$$

Debido al criterio utilizado, se establecen las dimensiones siguientes; $b=0,30 \text{ m}$ y $h=0,40 \text{ m}$.

- Columnas

Según la tesis: Diseño de un modelo estructural con el programa ETABS®; elaborada por Kenny Rolando Corzo Véliz, se puede calcular el área gruesa de columnas a través de la relación:

$$P_{\text{act}} = \sum (P_{\text{cubierta}} + P_{\text{vigas}} + P_{\text{entrepiso}} + P_{\text{col.sup}})$$

$$A_g = \frac{P_{\text{act}}}{0,17 * f'_c}$$

Donde:

P = carga axial por área tributaria

f'c = resistencia especificada a la compresión del concreto

Ag = área total de sección de columna

Ast = área total de refuerzo longitudinal, $1\% Ag \leq Ast \leq 6\% Ag$

fy = resistencia especificada a la fluencia del refuerzo no pretensado

Cargas para el área tributaria de la columna del segundo nivel

Cargas muertas

Área tributaria para columna antes de calcular las cargas

$$AT_{col} = b * h$$

$$AT_{col} = 3,75 * 4,00$$

$$AT_{col} = 15,50 \text{ m}^2$$

$$W_{losa} = A_{tributaria} * t_{losa} * W_{concreto}$$

$$W_{losa} = 15,50 * 0,11 * 2\,400,00$$

$$W_{losa} = 4\,092,00 \text{ kg}$$

$$W_{viga} = L_{viga \text{ en área tributaria}} * A_{sección \text{ de viga}} * W_{concreto}$$

$$W_{viga} = 7,75 * 0,12 * 2\,400,00$$

$$W_{viga} = 2\,232,00 \text{ kg}$$

$$W_{sobre \text{ carga}} = sobre \text{ carga} * A_{tributaria}$$

$$W_{sobre \text{ carga}} = 20,00 * 15,50$$

$$W_{sobre \text{ carga}} = 310,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = \text{acabados} * A_{\text{tributaria}}$$

$$W_{\text{acabados}} = 60,00 * 15,50$$

$$W_{\text{acabados}} = 930 \text{ kg}$$

$$\text{Total}_{\text{carga muertas}} = 7\,564,00 \text{ kg}$$

Cargas vivas

$$W_{\text{viva}} = CV_{\text{techo}} * A_{\text{tributaria}}$$

$$W_{\text{viva}} = 100,00 * 15,50$$

$$W_{\text{viva}} = 1\,550,00 \text{ kg}$$

$$\text{Total}_{\text{carga viva}} = 1\,550,00 \text{ kg}$$

Carga axial para área tributaria

$$P = \text{Total}_{\text{carga muertas}} + \text{Total}_{\text{carga viva}}$$

$$P = 1,2 * 7\,564,00 + 1,6 * 1\,550,00$$

$$P = 11\,556,80 \text{ kg}$$

Cargas para el área tributaria de la columna del primer nivel

Cargas muertas

Área tributaria para columna antes de calcular las cargas

$$AT_{\text{col}} = b * h$$

$$AT_{\text{col}} = 3,75 * 4,00$$

$$AT_{\text{col}} = 15,50 \text{ m}^2$$

$$W_{\text{losa}} = A_{\text{tributaria}} * t_{\text{losa}} * W_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{losa}} = 15,50 * 0,11 * 2\,400,00$$

$$W_{\text{losa}} = 4\,092,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro}} = A_{\text{tributaria del muro}} * W_{\text{muro}}$$

$$W_{\text{muro}} = (8,00 * 3,00) * 80,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro}} = 1\,920,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = L_{\text{viga en área tributaria}} * A_{\text{sección de viga}} * W_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{viga}} = 7,75 * 0,12 * 2\,400,00$$

$$W_{\text{viga}} = 2\,232,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{sobre carga}} = \text{sobre carga} * A_{\text{tributaria}}$$

$$W_{\text{sobre carga}} = 20,00 * 15,50$$

$$W_{\text{sobre carga}} = 310,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{piso}} = \text{acabados} * A_{\text{tributaria}}$$

$$W_{\text{piso}} = 100,00 * 15,50$$

$$W_{\text{piso}} = 1\,550 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columna 2do piso}} = A_{\text{columna}} * \text{altura} * W_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{columna 2do piso}} = 0,09 * 3,00 * 2\,400,00$$

$$W_{\text{columna 2do piso}} = 648,00 \text{ kg}$$

$$\text{Total}_{\text{carga muertas}} = 11\,372,00 \text{ kg}$$

Cargas vivas

$$W_{viva} = CV_{techo} * A_{tributaria}$$

$$W_{viva} = 250,00 * 15,50$$

$$W_{viva} = 3\,875,00 \text{ kg}$$

$$\text{Total}_{carga\ viva} = 3\,875,00 \text{ kg}$$

Carga axial para área tributaria

$$P = \text{Total}_{carga\ muertas} + \text{Total}_{carga\ viva}$$

$$P = 1,2 * 11\,372,00 \text{ kg} + 1,6 * 3\,875,00 \text{ kg}$$

$$P = 19\,846,40 \text{ kg}$$

$$P_{total} = CM_{1ro\ y\ 2do} + CV_{1ro\ y\ 2do}$$

$$P_{total} = 19\,846,40 \text{ kg} + 11\,556,8 \text{ kg}$$

$$P_{total} = 31\,403,20 \text{ kg}$$

- Determinando área de columna

Para la determinación del área bruta de la sección de la columna se necesita conocer la resistencia máxima del concreto, por lo que se utilizará una resistencia de $f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$.

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

$$A_g = \frac{31\,403,20 \text{ kg}}{0,17 * 281 \text{ kg/cm}^2} = 657 \text{ cm}^2$$

Se utiliza una columna de sección cuadrada, bastará con hallarle la raíz cuadrada al área bruta A_g

$$\text{Lado de la columna} = (\sqrt{657 \text{ cm}^2}) = 25,63 \text{ cm}$$

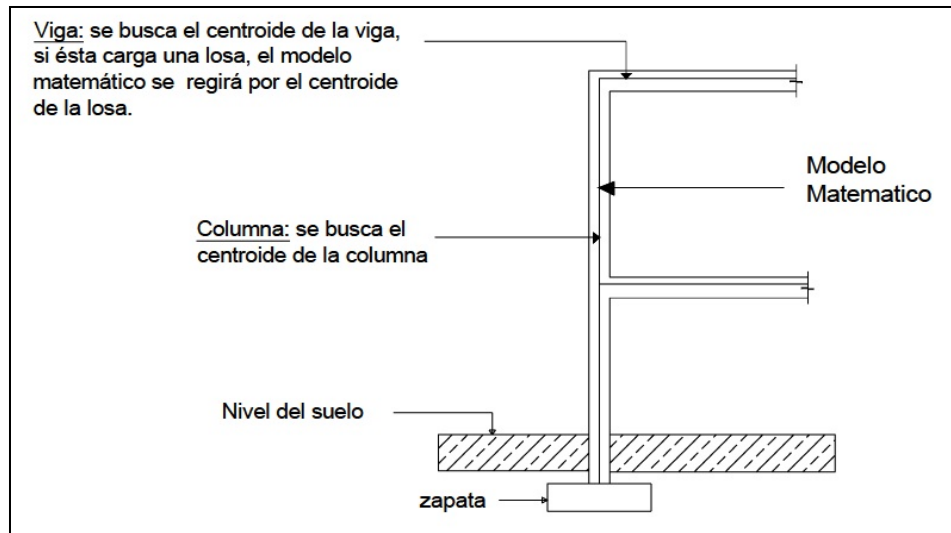
Área de sección mínima = 900 cm^2 , para ambos niveles, por lo que se propone una sección mínima de $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} > A_g$ determinada.

2.1.4.2.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos

El primer paso para analizar una estructura es su idealización, que consiste en reducirla a un modelo matemático que la represente y permita estudiar analíticamente su comportamiento ante la acción de las cargas.

Esta idealización de la estructura se hace mediante líneas rectas que por lo general son coincidentes con los ejes centroidales reales del elemento ver (figura 3). A esta idealización se le aplica la integración de cargas (puntuales o distribuidas) y se procede a realizar el análisis estructural, ya sea por métodos aproximados o métodos de análisis elásticos. Para estructuras aporricadas el análisis se limita comúnmente a pórticos planos, cada uno de los cuales se supone que opera de manera independiente.

Figura 3. **Criterios para dibujar modelos matemáticos en marcos dúctiles**



Fuente: elaboración propia.

2.1.4.2.3. Cargas verticales y horizontales aplicadas a marcos dúctiles

Existen varios tipos de cargas a las que son sometidas las estructuras, por lo cual se utilizan distintos métodos para su clasificación. Dependiendo de la manera de cómo las cargas sean aplicadas, estas tienden a deformar la estructura y sus componentes.

Las cargas que actúan sobre la estructura, dependiendo de la dirección de la aplicación, son las siguientes: verticales y horizontales.

- Cargas verticales

También llamadas cargas gravitacionales, ya que son producto de la fuerza que ejerce la gravedad sobre la estructura y los cuerpos que permanecen en ella. Este tipo de cargas se clasifica de la siguiente manera: cargas vivas y cargas muertas.

- Cargas vivas

Son las cargas de ocupación y equipos móviles. Pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar su ubicación.

La tabla III muestra los valores de carga viva para diferentes clasificaciones de ocupación, según la Norma AGIES NS2-10.

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

TIPO DE OCUPACIÓN O USO	Wv (kg/m ²)	Pv (kg)
VIVIENDA		
Balcones	500	
Habitaciones y pasillos	200	
Escaleras	300	
OFICINAS		
Pasillos y escaleras	300	
Oficinas	250	800
Áreas de cafeterías	500	
HOSPITALES		
Pasillos	500	450
Clínicas y encamamientos	250	

Continuación de la tabla III.

Servicios médicos y laboratorio	350	800
Farmacia	500	
Cafetería y cocina	500	
HOTELES		
Habitaciones	200	
Servicios y áreas públicas	500	
EDUCATIVOS		
Escuelas	200	400
Escaleras publicas	500	
Salones de lectura de biblioteca	200	400
Área de estanterías de bibliotecas	700	800
REUNIÓN		
Balcones	500	
Vestíbulos públicos	500	
Plazas a nivel de la calle	500	800
Salones con asiento fijo	300	
Salones sin asiento fijo	500	800
Escenarios y circulaciones	500	
GARAJES		
Garajes para automóviles de pasajeros	250	Ver 3,3 (c)
Garajes para vehículos de carga (2 000kg)	500	Ver 3,3 (c)
Rampas de uso colectivo	750	Ver 3,3 (c)
Corredores de circulación	500	Ver 3,3 (c)
Servicio y reparación	500	Ver 3,3 (c)
INSTALACIONES DEPORTIVAS PÚBLICAS		
Zonas de circulación	500	
Zonas de asientos	400	
Zonas sin asientos	800	

Continuación de la tabla III.

ALMACENES			
Minoristas	500	800	
Mayoristas	600	1 200	
BODEGAS			
Cargas livianas	600	800	
Cargas pesadas	1 200	1 200	
FÁBRICAS			
Industrias livianas	500	800	
Industrias pesadas	1 000	1 200	

Fuente. Norma AGIES NS2-10, tabla 3-1 p.6.

Las cargas vivas utilizadas para el diseño del edificio son:

- Carga viva pasillos = 500 kg/m²
- Carga viva salones = 250 kg/m²
- Carga viva cubierta de techo = 100 kg/m²
- Carga viva escaleras = 500 kg/m²

○ Cargas muertas

Son las que se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición durante la vida de la estructura. Generalmente, la mayor parte de la carga muerta es el peso propio de la estructura. Ésta puede calcularse con buena aproximación a partir de la configuración de diseño, de las dimensiones de la estructura y del peso específico de los materiales.

Los pesos unitarios y pesos por unidad de área utilizados para la determinación de la carga muerta, son los siguientes:

- Concreto = 2 400 kg/m³
- Muros de mampostería = 80 kg/m²
- Cubierta de techo = 20 kg/m²
- Acabados = 60 kg/m²
- Piso + mezcla = 100 kg/m²

- Cargas horizontales

Definidas como las cargas producidas por el ambiente, viento, impacto, presión o por sismo. Son dinámicas. Guatemala está en una zona de gran actividad sísmica; por lo tanto, se tomó en cuenta este fenómeno para el diseño del edificio. Utilizando el método estático equivalente SEAOC, se encontraron las fuerzas sísmicas o laterales aplicadas al edificio de aulas.

- El corte basal (V)

Es la fuerza sísmica que transmite el suelo a la base de la estructura, la fórmula propuesta por SEAOC, para obtener la fuerza horizontal total o cortante básico V es:

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

Donde:

Z = se le denomina coeficiente de riesgo sísmico, varía según la zona sísmica del globo terráqueo (para Guatemala Z = 1, ya que pertenece a la zona sísmica número 4).

I = depende de la importancia o la utilidad que se le vaya a dar a la estructura, después del sismo. En viviendas unifamiliares va a ser menor su coeficiente y para estructuras de uso público como hospitales, centros de comunicación, etc. el coeficiente será mayor, su rango estará comprendido entre:

$$1,0 \leq I \leq 1,5$$

Para una escuela el coeficiente tomado es: 1,3.

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

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

$$t = \frac{0,09h}{\sqrt{b}}$$

Donde:

h = altura del edificio

b = dimensión del edificio paralela a la acción del sismo considerado
dimensiones en metros.

$$C = \frac{1}{15\sqrt{t}} \leq 0,12$$

S = depende del tipo de suelo a cimentar (resonancia del suelo), este coeficiente oscila dentro del siguiente rango: $1,0 \leq S \leq 1,5$ teniendo la limitación:

$$CS \leq 0,14$$

Si $C \cdot S$ es mayor que 0,14, entonces usar 0,14

W = es la carga muerta total de la estructura más un 25% de la carga viva.

Tabla IV. **Cálculo del peso total de la edificación**

Peso segundo nivel		Peso primer nivel	
Wlosa	76 032,00	Wlosa	76 032,00
Wviga	56 448,00	Wviga	56 448,00
Wcol	10 692,00	Wcol	32 076,00
Wacabados	17 280,00	Wacabados	17 280,00
Wsobrecarga	5 760,00	Wpiso	28 800,00
Wmuro	00,00	Wmuro	25 920,00
CV	7 200,00	CV1	22 500,00
Wn₂	173 412,00	Wn₁	259 056,00
WT =	432 468,00		

Fuente: elaboración propia.

Para estructuras de un nivel o livianas, el coeficiente ZIKCS es igual a 0,10 lo que definiría el corte basal como $V = 0,10W$. Por otro lado, cabe destacar que entre mayor sea el peso de la estructura, mayor será la magnitud de la fuerza estática equivalente. Como el sismo actúa en distintas direcciones, es necesario evaluar el corte basal en las direcciones X y Y así como también determinar a través de la excentricidad del centro de masa y al centro de rigidez, si existe algún tipo de torsión inducida sobre la estructura.

Para este proyecto, los valores determinados basándose en el tipo de estructura, suelo, zona sísmica y ocupación, son los siguientes:

$$Z = 1 \text{ (zona sísmica número 4)}$$

$$I = 1,30 \text{ (se utilizará el valor promedio, ya que la escuela será utilizada como albergue en caso de desastre natural)}$$

$$K = 0,67 \text{ (marcos dúctiles)}$$

$$S = 1,5 \text{ (se adopta el valor más grande del intervalo permitido, porque no se conoce el exactamente el valor S del suelo). Si } C \cdot S \text{ es mayor que } 0,14 \text{ entonces usar } 0,14$$

$$W = 432\,468 \text{ kg}$$

Determinando el coeficiente C

$$t_x = \frac{0,09 * 7}{\sqrt{36}} = 0,11$$

$$t_y = \frac{0,09 * 7}{\sqrt{8}} = 0,22$$

$$C_x = \frac{1}{15 * \sqrt{0,11}} = 0,20$$

$$C_y = \frac{1}{15 * \sqrt{0,22}} = 0,15$$

Chequeando si $C \cdot S > 0,14$ entonces utilizar $C \cdot S = 0,14$

$$C_x \cdot S_x = 0,20 \cdot 1,5 = 0,30 > 0,14 \gg 0,14$$

$$C_y \cdot S_y = 0,15 \cdot 1,5 = 0,23 > 0,14 \gg 0,14$$

Puesto que el corte basal (V) = $V_x = V_y$, entonces

$$V = ZIKCSW = 1 \cdot 1,30 \cdot 0,67 \cdot 0,14 \cdot W$$

$$V = ZIKCSW = 1 \cdot 1,30 \cdot 0,67 \cdot 0,14 \cdot 432\,468 \text{ kg} = 52\,735,15 \text{ kg}$$

- Fuerzas por nivel

Según el método SEAOC, la fuerza lateral total, puede ser distribuida en toda la estructura por medio de la siguiente fórmula:

$$F_i = \frac{(V - F_t) \cdot W_i H_i}{\sum W_i H_i}$$

Donde:

F_i = fuerza por nivel

V = corte basal en la dirección del análisis

F_t = fuerza adicional en la cúspide

W_i = peso del nivel analizado

H_i = distancia medida desde nivel de piso a cada nivel

La determinación del cortante de piso de diseño V_x , es igual a la suma de las fuerzas F_t y F_i por encima del piso en análisis. Las fuerzas por marco se distribuyen de forma proporcional a la rigidez de los elementos sísmos resistentes.

- Fuerza concentrada aplicada en la cúspide de la estructura F_t

Si el período fundamental de vibración “ t ” es mayor a 25 segundos, la fuerza concentrada aplicada en la parte superior de la estructura o cúspide, se calcula de la siguiente manera:

$$F_t = 0,07 * t * V, \text{ para } t \geq 25 \text{ seg}$$

Por el contrario, si el período fundamental de vibración “ t ” es menor a 25 segundos:

$$F_t = 0, \text{ para } "t" \leq 25 \text{ seg}$$

- Proceso de cálculo para la distribución de las fuerzas por nivel:

Se empieza por comparar los períodos de vibración obtenidos en la determinación del corte basal, para encontrar los valores de F_t en cada sentido:

$$t_x = 0,09 \text{ (período de vibración en X).}$$

$$t_y = 0,19 \text{ (período de vibración en Y).}$$

Ambos períodos de vibración son menores a 25 segundos, por lo tanto la fuerza aplicada en la cúspide es igual a cero.

($F_t = 0$) para ambos sentidos, la fórmula queda de la siguiente manera:

$$F_i = \frac{(V) * W_i H_i}{\sum W_i H_i}$$

Por lo tanto las fuerzas por nivel serán las siguientes.

Segundo piso:

$$F_2 = \frac{(52\,735,15 \text{ kg}) * 173\,412 \text{ kg} * 7 \text{ m}}{2\,250\,108 \text{ kg} * \text{m}} = 28\,449,46 \text{ kg}$$

Primer piso:

$$F_1 = \frac{(52\,735,15 \text{ kg}) * 259\,056 \text{ kg} * 4 \text{ m}}{2\,250\,108 \text{ kg} * \text{m}} = 24\,285,69 \text{ kg}$$

Como comprobación $V = F_t + F_2 + F_1$

$$V = 0 + 28\,449,46 + 24\,285,69 = 52\,735,15$$

- Fuerzas por marco

La distribución de cargas sísmicas dependerá de la simetría estructural, ya que de existir excentricidades entre el centro de rigidez y el centro de masa, la capacidad torsional del edificio se verá afectada haciendo que los marcos que tengan una mayor excentricidad; experimenten una fuerza de marco (F_m)

mayor que la que experimenten los marcos que posean menor excentricidad. Por lo tanto, deberán ser diseñados para soportar mayores cargas sísmicas.

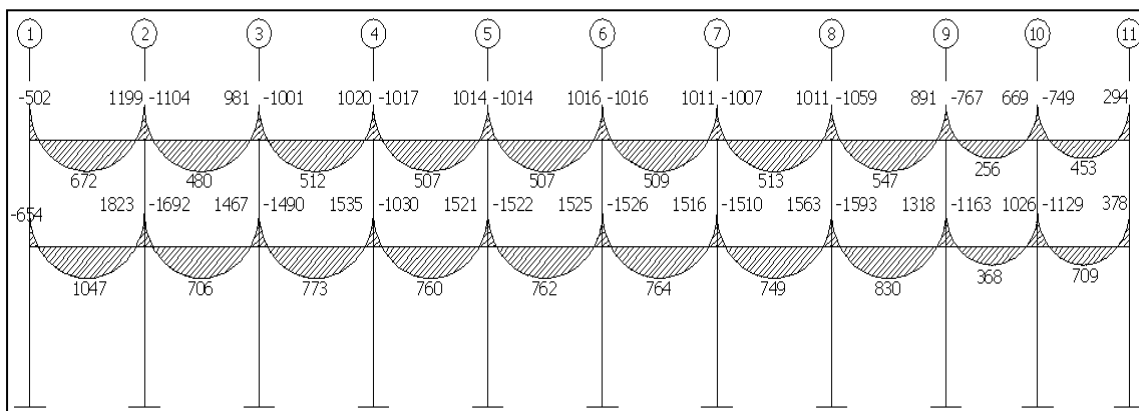
2.1.4.2.4. Análisis de marcos dúctiles

Para el desarrollo del análisis estructural, se utilizó el Software ETABS, por medio del cual se determinaron los momentos en cada elemento de la estructura, luego se comprobó por el método numérico de Kani, el cual tuvo una variación mínima comparado con los valores del Software, para el diseño se tomaron los resultados del método numérico de Kani, esto por ser un método más conservador.

Los análisis se realizaron para los marcos críticos de ambos sentidos.

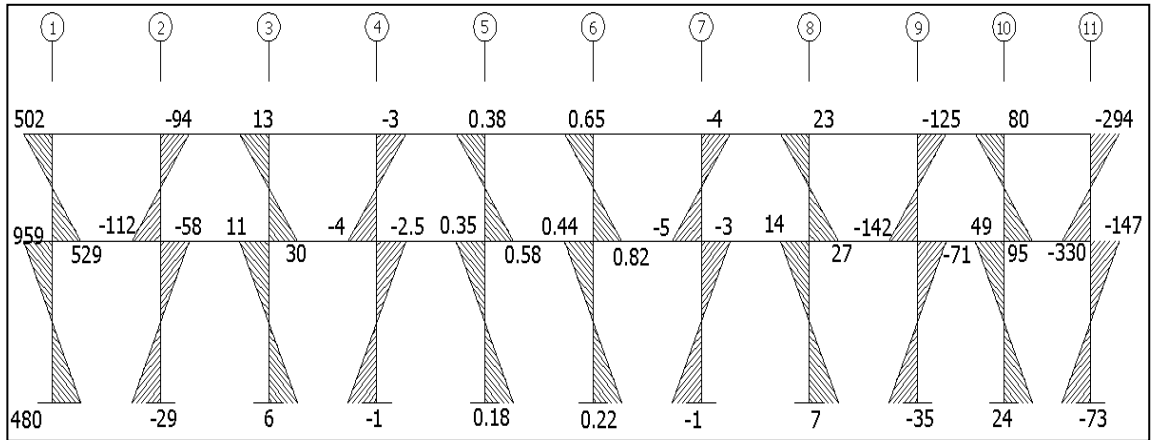
A continuación se muestran las gráficas de cargas distribuidas, momentos para carga muerta, momentos para carga viva y momentos provocados para sismos.

Figura 4. Momentos por carga muerta en vigas – Eje Y



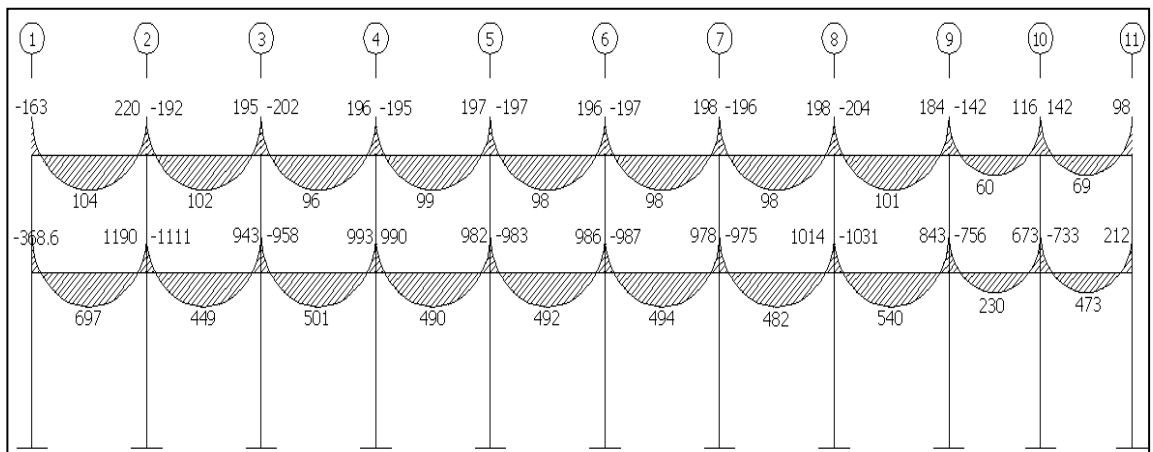
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Momentos por carga muerta en columnas – Eje Y**



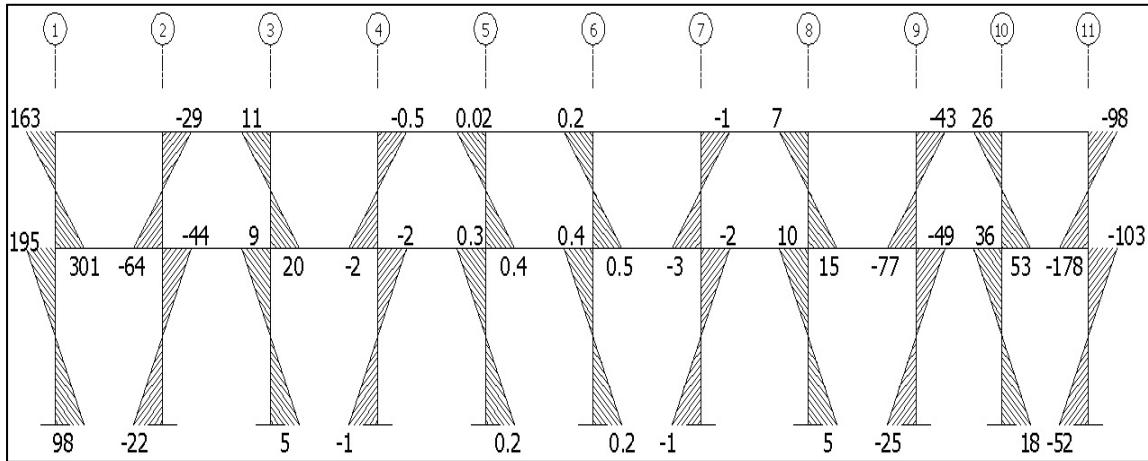
Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Momentos por carga viva en vigas – Eje Y**



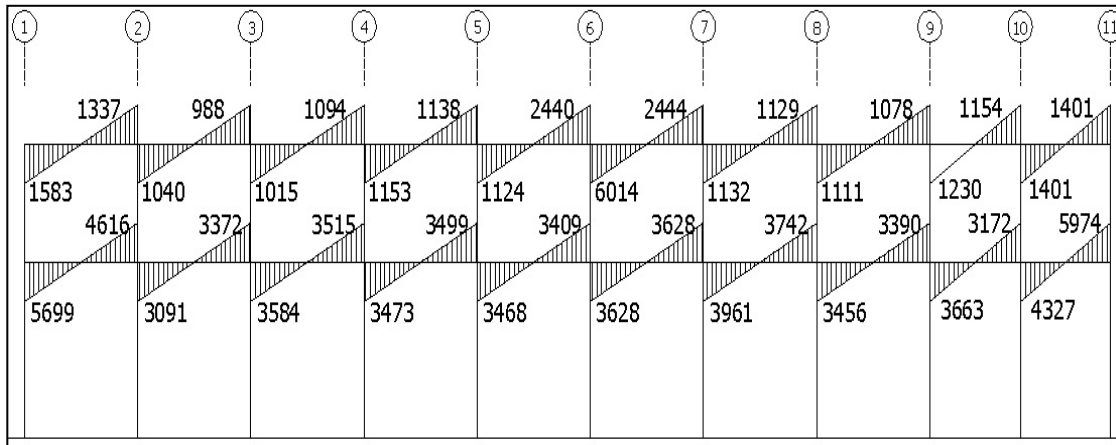
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Momentos por carga viva en columnas – Eje Y**



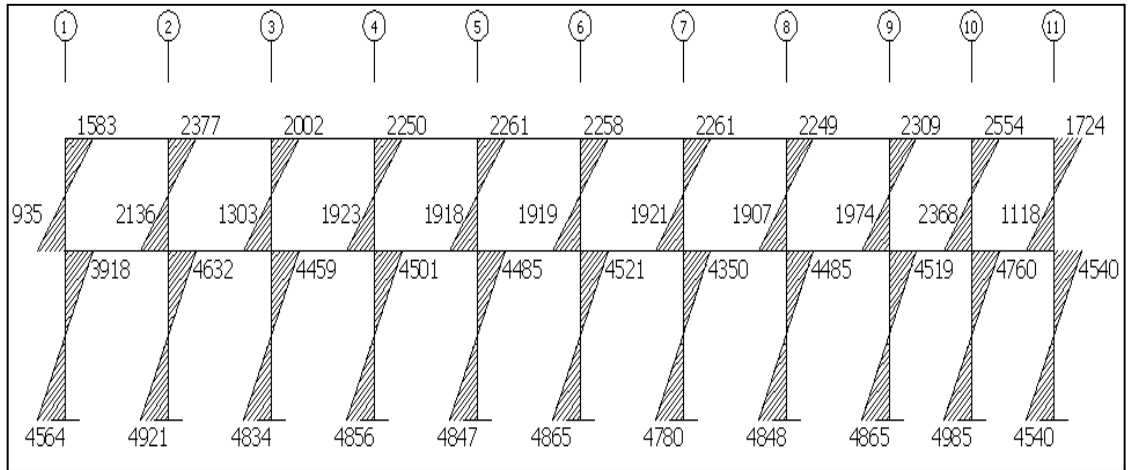
Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Momentos por carga de sismo en vigas – Eje Y**



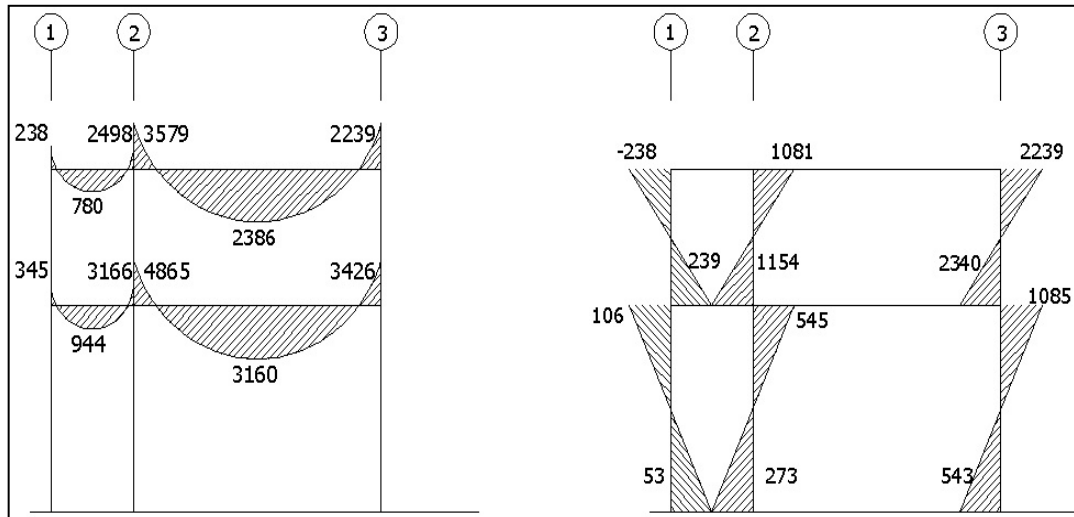
Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Momentos por carga de sismo en columnas – Eje Y**



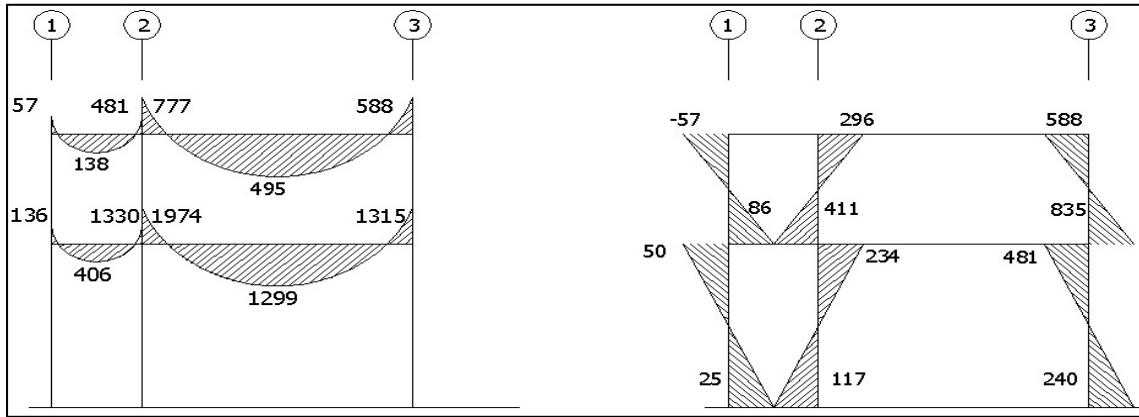
Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Momentos por carga muerta en vigas y columnas – Eje X**



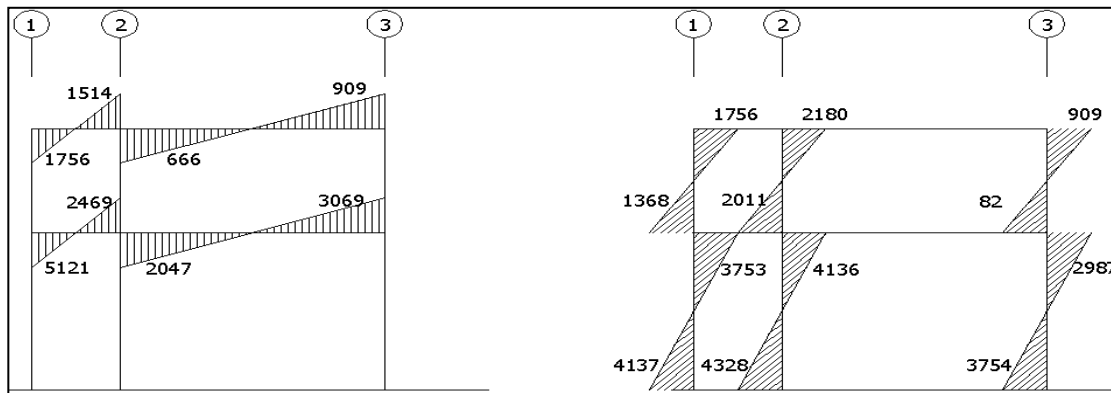
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Momentos por carga viva en vigas y columnas – Eje X



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Momentos por carga de sismo en vigas y columnas – Eje X



Fuente: elaboración propia.

2.1.4.2.5. Envolvente de momentos

Es la representación de los esfuerzos máximos que pueden ocurrir al superponer los efectos de la carga muerta, viva y sísmica. Para considerar la superposición de los efectos, el Código ACI 318R-2005 apéndice C, propone las siguientes combinaciones, donde M son los momentos finales encontrados en el análisis estructural.

Para los momentos últimos negativos en vigas y columnas

$$M = 0,75 * (1,4M_{CM} + 1,7M_{CV}) \pm 1,0M_S$$

Para los momentos últimos de inversión en vigas

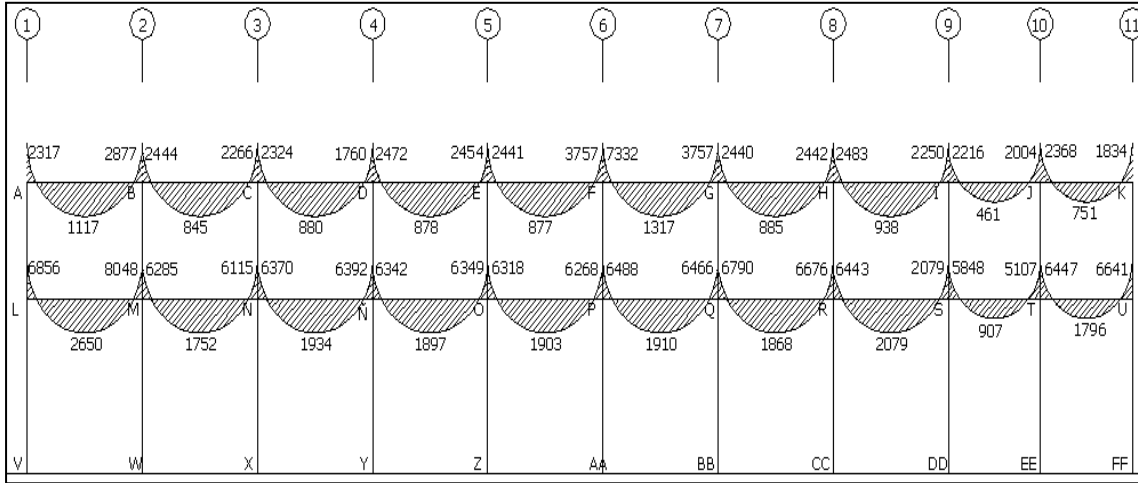
$$M = 0,90M_{CM} \pm 1,0M_S$$

Para los momentos últimos positivos en vigas

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

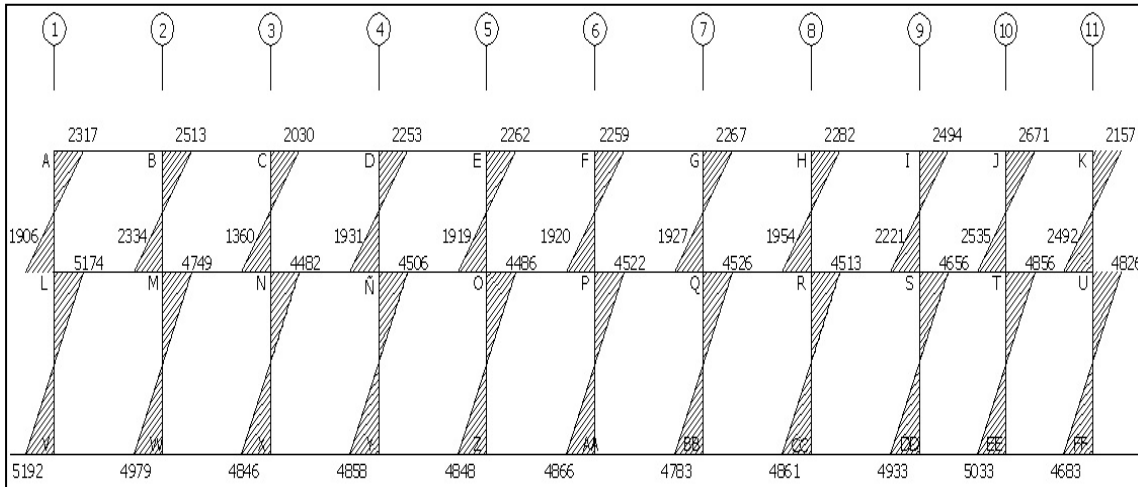
A continuación se muestran las gráficas de momentos últimos por envolvente de momento.

Figura 13. **Envolvente de momentos en vigas eje Y**



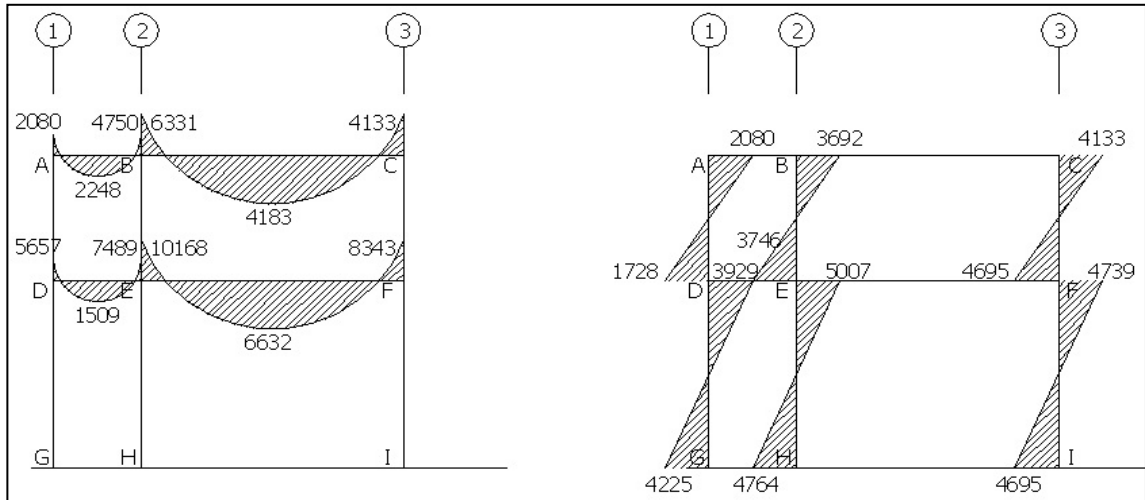
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Envolvente de momentos en columnas eje Y**



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Envolvente de momentos en vigas y columnas eje X**



Fuente: elaboración propia.

2.1.4.2.6. **Diagrama de corte y momento**

Los esfuerzos cortantes en los elementos estructurales de los marcos se obtienen de las siguientes ecuaciones:

- Corte en vigas

$$V_{(V)} = 0,75 * \left[\frac{1,4(W_{CM} * L)}{2} + \frac{1,7W_{CM} * L}{2} + \frac{\sum W_S}{L} \right]$$

- Corte en columnas

$$V_C = \frac{\sum M_{Col}}{L}$$

Corte en marco crítico

Para la viga E-F del primer nivel, eje X, marco 3

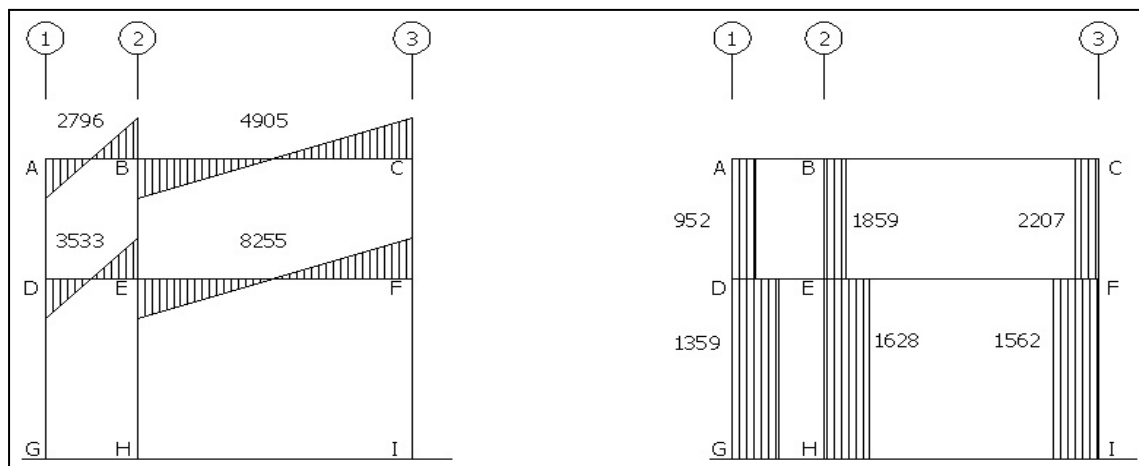
$$V = 0,75 * \left[\frac{1,4(1\ 623,33 * 6)}{2} + \frac{1,7(654 * 6)}{2} + \frac{(2\ 047,49 + 3\ 069,04)}{6} \right] = 8\ 255,26 \text{ kg}$$

Para la columna H del primer nivel, eje X, marco 3

$$V = \frac{5\ 006 + 4\ 763,75}{4,5} = 2\ 171,21 \text{ kg}$$

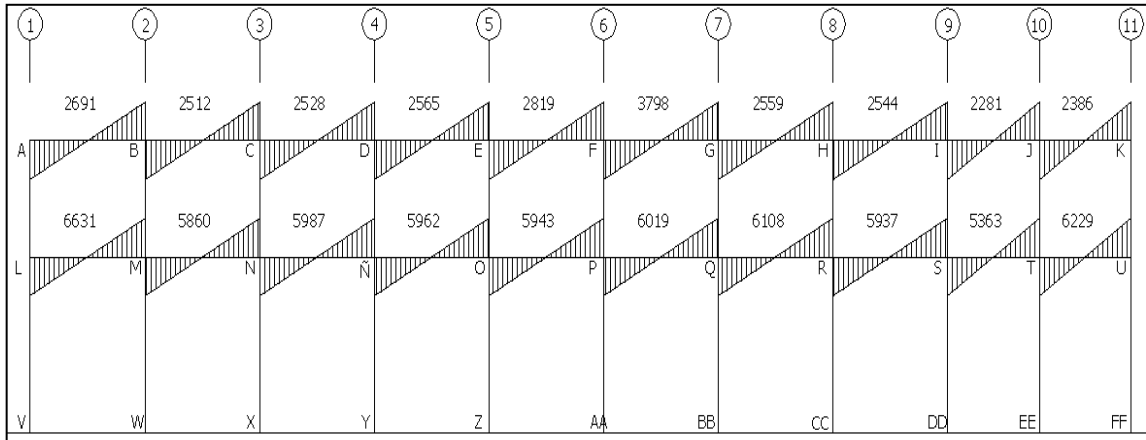
El procedimiento para los demás elementos fue el mismo, a continuación los diagramas de corte para los marcos críticos.

Figura 16. **Esfuerzo cortante en vigas y columnas, marco 3 sentido X**



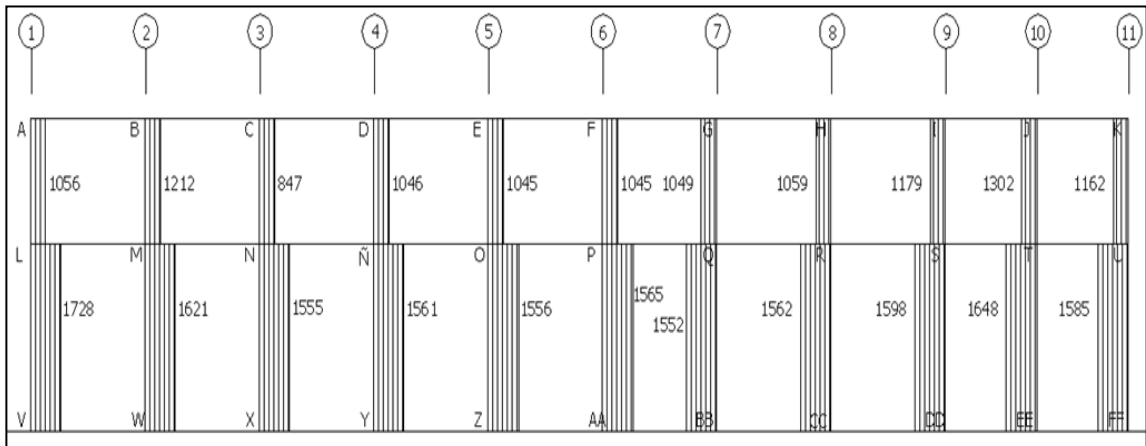
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Esfuerzos cortantes en columnas, marco 3 sentido Y



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Esfuerzos cortantes en columnas, marco 3 sentido Y



Fuente: elaboración propia.

2.1.4.3. Diseño estructural

El diseño estructural consiste en determinar las características de los elementos que forman la estructura siendo éstas; dimensión, cantidad de refuerzo de acero, forma, etc. necesario para que sean resistentes a las cargas analizadas, proporcionando seguridad y una vida útil considerable.

Para el diseño estructural se utilizaron las siguientes especificaciones:

$$\begin{aligned}f_y &= 4\,200 \text{ kg/cm}^2 \\E_s &= 2,1 * 10^6 \text{ kg/cm}^2 \\E_c &= 15\,100 \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2 \\W_c &= 2\,400 \text{ kg/cm}^2 \\V_s &= 130 \text{ ton/m}^2 \\f'_c &= 281 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

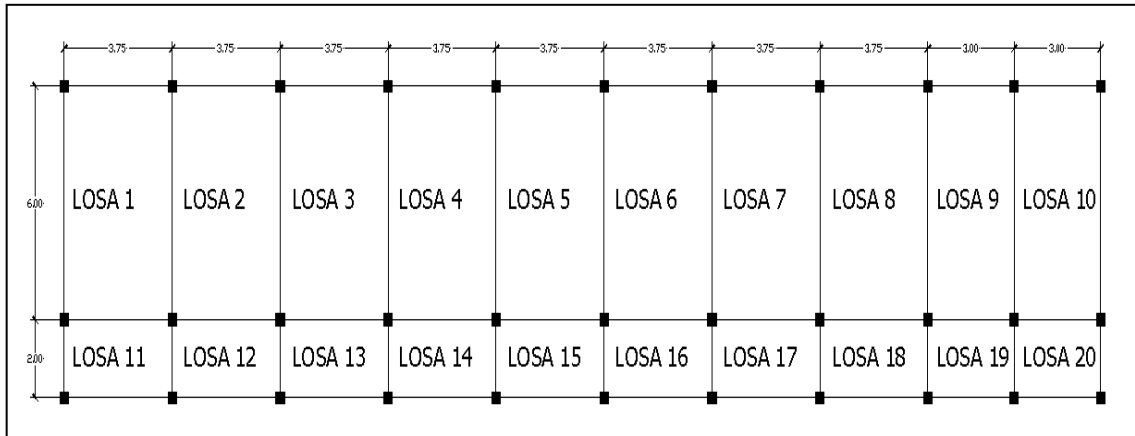
2.1.4.3.1. Diseño de losas

Las losas son elementos estructurales que funcionan como cubiertas o techos, pudiendo trabajar en uno o dos sentidos, esto se determina dividiendo el lado corto entre el lado largo, cuyo resultado si es mayor de 0,5 se trabajará en dos sentidos, en el caso contrario trabajarlo en un sentido.

El procedimiento para calcular el espesor de la losa, se detalla en la sección de predimensionamiento estructural.

A continuación se identifican las losas de ambos niveles.

Figura 19. Distribución de losas



Fuente: elaboración propia.

Para el diseño de las losas de la edificación escolar, se aplicó el método III del ACI.

En la figura 19 se muestra el caso que corresponde a cada losa.

Caso 4 = 1, 10, 11 y 20

Caso 8 = 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19

Caso 9 = 2, 3, 4, 5, 7, 8, y 9

Para determinar los coeficientes, se deberá calcular la siguiente relación

$$m = \frac{a}{b}$$

Donde:

a = lado corto de la losa

b = lado largo de la losa

Los momentos actuantes en las losas, se determinarán por medio de las siguientes ecuaciones.

- Momentos negativos

$$M_a = C_{a-} * CU * a^2$$

$$M_b = C_{b-} * CU * b^2$$

- Momentos positivos

$$M_a = C_{am-} * CMU * a^2 + C_{av-} * CVU * a^2$$

$$M_b = C_{bm-} * CMU * b^2 + C_{bv-} * CVU * b^2$$

Donde:

C_{a-} = coeficiente para momento negativo

C_{b-} = coeficiente para momento negativo

C_{am-} = coeficiente para momento positivo debido a carga muerta

C_{bv-} = coeficiente para momento positivo debido a carga viva

- Integración de cargas (Primer nivel)

Carga muerta última

$CMU = 1,4 * (\text{peso de la losa} + \text{sobre carga} + \text{acabados}) * \text{franja unitaria}$

$CMU = 1,4 * ((2\ 400\ \text{kg/cm}^2 * 0,11\ \text{cm}^2) + 20\ \text{kg/cm}^2 + 60\ \text{kg/cm}^2) * 1\ \text{m}$

$CMU = 481,6\ \text{kg/m}$

Carga viva última de aulas

$$CVU_{aulas} = 1,7 * (\text{carga viva de aula}) * \text{franja unitaria}$$

$$CVU_{aulas} = 1,7 * (250 \text{ kg/cm}^2) * 1 \text{ m}$$

$$CVU_{aulas} = 425 \text{ kg/m}$$

Carga viva última de pasillos

$$CVU_{pasillo} = 1,7 * (\text{carga viva de pasillo}) * \text{franja unitaria}$$

$$CVU_{pasillo} = 1,7 * (500 \text{ kg/cm}^2) * 1 \text{ m}$$

$$CVU_{pasillo} = 850 \text{ kg/m}$$

Carga última de aulas

$$CUA = CMU + CVU_{aulas}$$

$$CUA = 481,6 \text{ kg/m} + 425 \text{ kg/m}$$

$$CUA = 906,6 \text{ kg/m}$$

Carga última de pasillos

$$CUA = CMU + CVU_{pasillo}$$

$$CUA = 481,6 \text{ kg/m} + 850 \text{ kg/m}$$

$$CUA = 1\,331,6 \text{ kg/m}$$

Determinación de momentos para losa 12 del primer nivel, caso número 8.

Relación

$$m = \frac{a}{b}$$

$$m = \frac{2,00}{3,75}$$

$$m = 0,53$$

○ Momentos negativos

$$M_a = C_{a-} * CU * a^2$$

$$M_a = 0,085 * 1\,331,60 \text{ kg/m} * 2,00^2$$

$$M_a = 452,70 \text{ kg} * \text{m}$$

$$M_b = C_{b-} * CU * b^2$$

$$M_b = 0,014 * 1\,331,60 \text{ kg/m} * 3,75^2$$

$$M_b = 262,20 \text{ kg} * \text{m}$$

○ Momentos positivos

$$M_a = C_{am-} * CMU * a^2 + C_{av-} * CVU * a^2$$

$$M_a = 0,052 * 481,60 \text{ kg/m} * 2,00^2 + 0,070 * 850 \text{ kg/m} * 2,00^2$$

$$M_a = 338,17 \text{ kg} * \text{m}$$

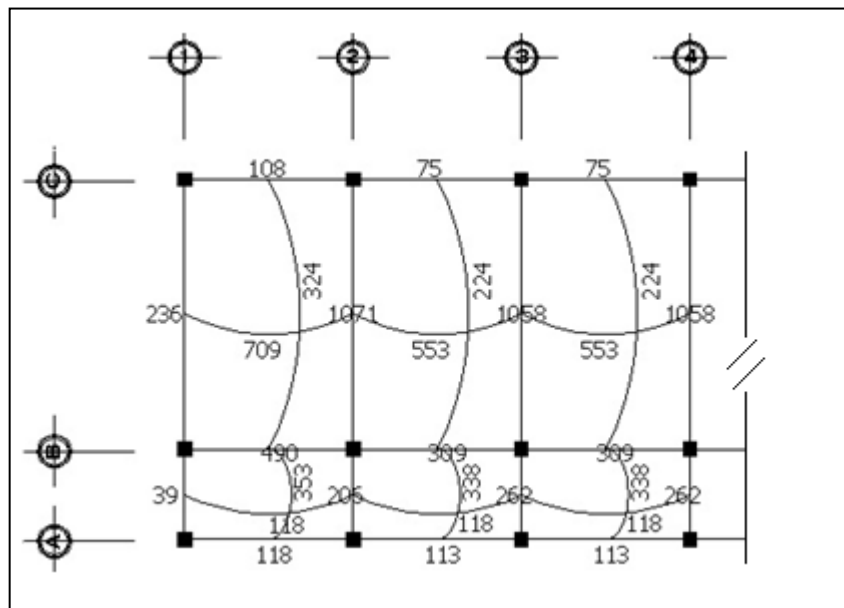
$$M_b = C_{bm-} * CMU * b^2 + C_{bv-} * CVU * b^2$$

$$M_b = 0,005 * 481,60 \text{ kg/m} * 3,75^2 + 0,007 * 850 \text{ kg/m} * 3,75^2$$

$$M_b = 118 \text{ kg} * \text{m}$$

De la misma manera se calcularon los momentos para todas las losas, únicamente varían los coeficientes y las cargas, dependiendo si las áreas son de aula o pasillo.

Figura 20. **Momentos actuantes en losa**



Fuente: elaboración propia.

Para el armado de la losa se considerará como una viga con un ancho unitario de 1,00 m, recubrimiento de 2,5 cm, y espesor de 11 cm, según el predimensionamiento.

El f_y del acero para el diseño de la losa se utilizará un $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$, se utilizará varilla legítima No. 3

Peralte efectivo

$$d = \text{espesor} - \text{recubrimiento} - \frac{1}{2} * \varnothing$$

$$d = 11,00 - 2,5 - 0,48$$

$$d = 8,02 \text{ cm}$$

Área de acero mínima

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2810,00} * 100,00 * 8,02$$

$$A_{s_{\min}} = 4,02 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

$$S = \text{Área de acero No. 3} * \frac{\text{Franja unitaria}}{\text{Área de acero mínimo}}$$

$$S = 0,71 * \frac{100,00}{4,02}$$

$$S = 17,66 \text{ cm}$$

Espaciamiento máximo

$$S_{\text{máx}} = 2 * t$$

$$S_{\text{máx}} = 2 * 11,00$$

$$S_{\text{máx}} = 22,00 \text{ cm}$$

Momento que resiste el área de acero

$$M_{Asmín} = \phi \left[A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1,7 \cdot f_c \cdot b} \right) \right]$$

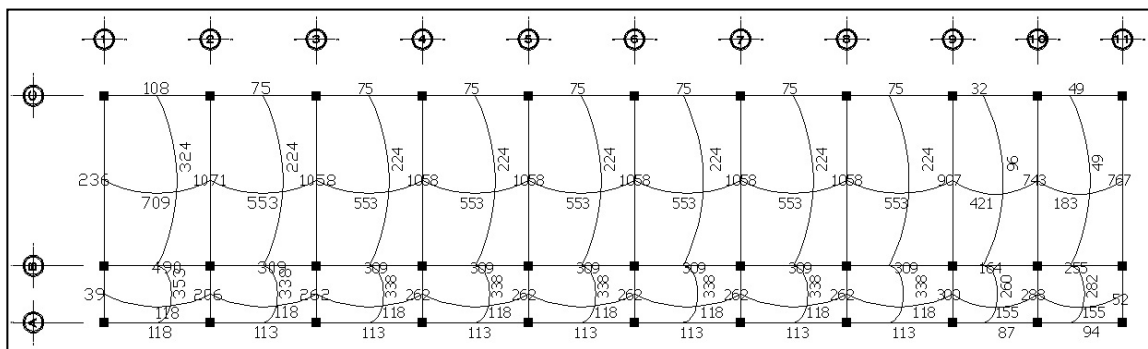
$$M_{Asmín} = 0,9 \left[4,27 \cdot 2\,810 \cdot \left(8,056 - \frac{4,02 \cdot 2\,810}{1,7 \cdot 281 \cdot 100} \right) \right] = 84\,098,50 \text{ kg-cm}$$

El momento que resiste $A_{smín} = 840,99 \text{ kg-m}$

Las losas del primer y segundo nivel serán armadas con varillas No. 3 @ 0,17m y se hará uso de bastón intercalado entre tensión y riel en los puntos donde el momento actuante es mayor al momento que resiste el área de acero mínimo.

- Losas nivel 1

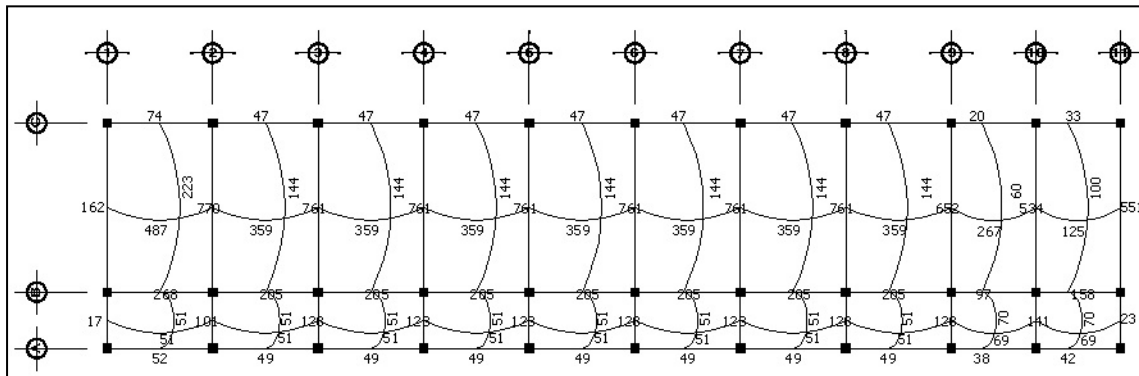
Figura 21. Momentos actuantes en losa



Fuente: elaboración propia.

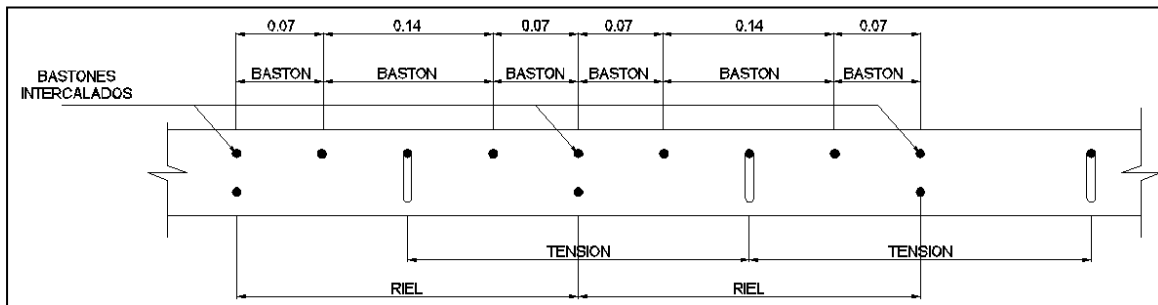
- Losas nivel 2

Figura 22. **Momentos actuantes en losa**



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Sección de losa**



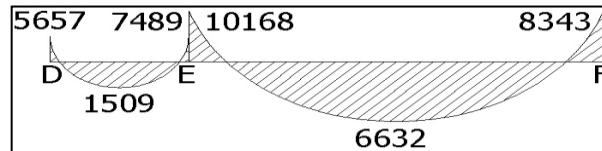
Fuente: elaboración propia.

2.1.4.3.2. Diseño de vigas

Las vigas son los elementos horizontales que reciben las cargas de las losas y las transmiten a las columnas, éstas trabajan fundamentalmente a flexión, serán diseñadas por el método de resistencia última, que se basa en la suposición de que los elementos fallan cuando alcanzan su resistencia última, utilizando cargas factorizadas y reduciendo la resistencia de los materiales por medio del factor de reducción Φ .

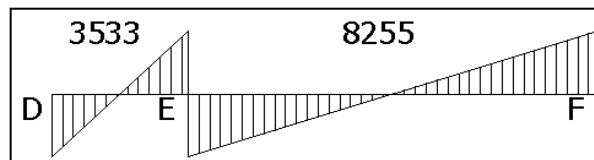
La viga que se diseña a continuación, está ubicada en el segundo nivel del marco típico en el sentido X. Los datos tomados del análisis estructural, se muestran en la figura 23 y 24. En esta gráfica se incluyen los momentos positivos, negativos, así también los cortes últimos.

Figura 24. **Momentos de viga, marco sentido X**



Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Esfuerzos de corte en viga, primer nivel, eje X**



Fuente: elaboración propia.

- Peralte efectivo

$d = \text{altura} - \text{recubrimiento} - \frac{1}{2} \varnothing$

$d = 40,00 - 4,00 - 0,80$

$d = 35,00 \text{ cm}$

- Área de acero mínima

$$A_{s_{\text{mín}}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\text{mín}}} = \frac{14,1}{4\ 200,00 \text{ kg/cm}^2} * 30 * 35$$

$$A_{s_{\text{mín}}} = 3,53 \text{ cm}^2$$

- Área de acero máxima

$$A_{s_{\text{máx}}} = \rho_{\text{máx}} * b * d$$

- Cuantilla balanceada de acero (ρ_{bal})

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{\beta_1 * 0,85 * f'_c}{f_y} * \frac{6\ 115}{6\ 115 + f_y}$$

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{0,85 * 0,85 * 281 \text{ kg/cm}^2}{4\ 200,00 \text{ kg/cm}^2} * \frac{6\ 115}{6\ 115 + 4\ 200,00 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\rho_{\text{bal}} = 0,029$$

- Cuantilla máxima de acero ($\rho_{\text{máx}}$)

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

$$\rho_{\text{máx}} = 0,5 * 0,029$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,0143$$

- Calculando el área de acero máxima

$$As_{\text{máx}} = \rho_{\text{máx}} * b * d$$

$$As_{\text{máx}} = 0,0143 * 30,0 \text{ cm} * 35,00 \text{ cm}$$

$$As_{\text{máx}} = 15,02 \text{ cm}^2$$

- Acero longitudinal

Con los momentos dados, se determinan las áreas de acero, utilizando la siguiente ecuación.

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

Calculando As para $M(-)_1 = 10\ 168 \text{ kg-m}$

$$As = \left[30 * 35 - \sqrt{(30 * 35)^2 - \frac{10\ 168 * 30}{0,003825 * 281}} \right] * \frac{0,85 * 281}{4\ 200} = 8,26 \text{ cm}^2$$

Calculando A_s para $M(-)_2 = 8\,343 \text{ Kg-m}$

$$A_s = \left[30 * 35 - \sqrt{(30 * 35)^2 - \frac{8\,343 * 30}{0,003825 * 281}} \right] * \frac{0,85 * 281}{4\,200} = 6,68 \text{ cm}^2$$

Calculando A_s para $M(+) = 6\,631 \text{ Kg-m}$

$$A_s = \left[30 * 35 - \sqrt{(30 * 35)^2 - \frac{6\,631 * 30}{0,003825 * 281}} \right] * \frac{0,85 * 281}{4\,200} = 5,24 \text{ cm}^2$$

Para el armado final de la viga, se deben cumplir los siguientes requisitos sísmicos, según el Código ACI-318 Cap. 21.

- Cama superior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

- $A_{s_{\min}} = 3,53 \text{ cm}^2$
- 33% $A_s(-)$ mayor = $2,72 \text{ cm}^2$

Para este caso colocar $A_{s_{\min}}$, equivalente a 2 varillas # 5 corridas, $A_s = 3,96 \text{ cm}^2$.

Para cubrir los momentos negativos en viga, se completa el A_s requerido colocando bastones, la diferencia de diámetros entre las barras no puede ser 2 números consecutivos.

- $M(-)_1 = 10\,168 \text{ Kg-m}$, demanda $8,26\text{cm}^2$, las barras corridas equivalen a $3,96\text{cm}^2$; la diferencia es $4,30 \text{ cm}^2$, equivalente a 2 bastones # 5 + 1 #3, $A_s=4,67 \text{ cm}^2$.
- $M(-)_2 = 8\,343 \text{ Kg-m}$, demanda $6,68\text{cm}^2$, las barras corridas equivalen a $3,96 \text{ cm}^2$; la diferencia es $2,72\text{cm}^2$, equivalente a 2 bastones 2 # 5, $A_s=3,96 \text{ cm}^2$.

- Cama inferior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

- $A_{s_{\text{mín}}}$ = $3,53 \text{ cm}^2$
- $50\%A_s(+)$ = $2,62 \text{ cm}^2$
- $50\%A_s(-)$ mayor = $3,64 \text{ cm}^2$

Se utilizará el área mayor siendo ésta el área de acero mínima.

Armado propuesto y área de acero equivalente

- Armado = 2 # 5, $A_s = 3,96\text{cm}^2$

- Acero transversal

Luego de calcular el armado por flexión, se calcula el refuerzo para resistir los esfuerzos de corte sobre la viga (estribos), para lo cual se recurre al diagrama de corte de la viga.

- Corte resistente

$$V = \phi * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Donde:

Φ = factor de reducción de resistencia

$f'c$ = resistencia del concreto

b = base de la viga

d = peralte efectivo de la viga

Si $V_{res} > V_{act}$, la viga necesita estribos sólo por armado, a $S_{m\acute{a}x} = d/2 < 30cm$

Si $V_{res} < V_{act}$, se diseñan estribos por corte, por medio de las expresiones:

$$S = \frac{2 * Av * fy * d}{V_{act}}$$

$$S_{max} = \frac{d}{2}$$

Determinando acero transversal de la viga E-F eje X

Cálculo de corte resistente

$$V_{res} = \phi * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

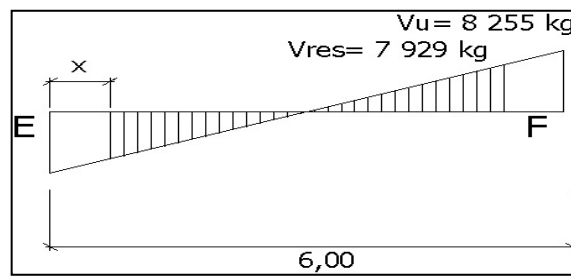
$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281,00} * 30,00 * 35,00$$

$$V_{res} = 7\,929,34 \text{ kg}$$

- Corte actuante

$V_{act} = 8\ 255,00$ kg. El esfuerzo actuante es mayor que el resistente, necesita reforzar a corte.

Figura 26. **Diagrama de corte en diseño de viga**



Fuente: elaboración propia.

$$X = \frac{6}{2} - \left(\frac{6}{2} * \frac{7\ 929}{8\ 255} \right) = 12\text{cm}$$

Como $V_{act} > V_{res}$, se deben diseñar los estribos por corte.

$$S = \frac{2 * A_v * f_y * d}{V_{act}} = \frac{2 * 0,71 * 4\ 200 * 35}{8\ 255} = 25,30\text{ cm}$$

Espaciamiento máximo

$$S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$S_{max} = \frac{35,00\text{ cm}}{2} = 17,50\text{ cm}$$

Según ACI artículo 21.3.3, deben colocarse estribos en una longitud igual a $2d$ (70 cm para este caso), medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión. El primer estribo debe estar situado a no más de 5 cm, de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento máximo de los estribos no debe exceder a:

- a. $d/4$
- b. Ocho veces el diámetro de las barra longitudinal
- c. 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento
- d. 300 mm

$$L_{\text{confinamiento}} = 2 * d$$

Según los criterios anteriores

Inciso a

$$S = \frac{d}{4}$$

$$S = \frac{35,00\text{cm}}{4} = 8,75\text{cm}$$

Inciso b

$$S = 8 * \phi_{\text{barra longitudinal menor}}$$

$$S = 8 * 1,59$$

$$S = 12,72 \text{ cm}$$

Inciso c

$$S = 24 * \phi_{\text{barra de estribo}}$$

$$S = 24 * 0,95$$

$$S = 22,86 \text{ cm}$$

Inciso d

$$S = 30,00 \text{ cm}$$

Longitud de confinamiento

$$L_{\text{confinamiento}} = 2 * 35,00 \text{ cm}$$

$$L_{\text{confinamiento}} = 70,00 \text{ cm}$$

Se determina utilizar estribo No. 3 @ 0,08 m, medidos desde ambos extremos, hasta una longitud de 70,00 cm, luego se colocará estribo No. 3 @ 0,17 m.

El resumen del armado en vigas se detalla en el apéndice B.

2.1.4.3.3. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por el área tributaria. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural. Para diseñar la columna, se toma el mayor de los dos momentos actuantes en extremos de ésta. Para este caso, se diseñan por cada

nivel únicamente las columnas críticas, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna, es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo. En esta sección se describe el procedimiento que se sigue para diseñar las columnas típicas de la edificación escolar, el cual se aplica en la columna del nivel 1 y 2.

- Diseño de columna del segundo nivel.

Sección de columna

$$b = 30,00 \text{ cm}$$

$$h = 30,00 \text{ cm}$$

Sección de viga

$$b = 30,00 \text{ cm}$$

$$h = 40,00 \text{ cm}$$

Área tributaria

$$A = 15,00 \text{ m}^2$$

Longitud de viga en área tributaria

$$L = 7,15 \text{ m}$$

Momentos máximos

$$M_x = 4\,133,00 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_y = 2\,671,33 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Cortantes máximos

$$V_x = 2\,942,95 \text{ kg}$$

$$V_y = 1\,730,00 \text{ kg}$$

Carga muerta última

$$\text{CMU} = 1,4 * (\text{Peso de losa} + \text{sobre carga} + \text{acabados})$$

$$\text{CMU} = 1,4 * (2\,400,00 \text{ kg/cm}^3 * 0,11 \text{ cm}^2 + 20,00 \text{ kg/cm}^2 + 60,00 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\text{CMU} = 481,60 \text{ kg/cm}^2$$

Carga viva última

$$\text{CVU} = 1,7 * (\text{carga viva de techo})$$

$$\text{CVU} = 1,7 * (100 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\text{CVU} = 170,00 \text{ kg/cm}^2$$

Carga última

$$\text{CU} = \text{CMU} + \text{CVU}$$

$$\text{CU} = 481,60 \text{ kg/cm}^2 + 170,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{CU} = 651,60 \text{ kg/cm}^2$$

Factor de carga última

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

$$FCU = \frac{651,60 \text{ kg/cm}^2}{\frac{481,60 \text{ kg/cm}^2}{1,4} + \frac{170,00 \text{ kg/cm}^2}{1,7}} = 1,44$$

Carga axial última

$$P_{\text{última}} = A_{\text{losa}} * CU + \text{Peso}_{\text{viga}} * FCU$$

$$P_{\text{última}} = 15,00 \text{ m}^2 * 651,60 \text{ kg/cm}^2 + 0,30 \text{ cm} * 0,40 \text{ cm} * 2\,400,00 \text{ kg/cm}^3 * 1,44$$

$$P_{\text{última}} = 12\,729,45 \text{ kg}$$

$$P_{\text{última}} = 12,73 \text{ ton}$$

Las columnas se clasifican según su esbeltez, con el objetivo de ubicarlas en un rango, y determinar su comportamiento bajo cargas sometidas y diseñarlas con base a esto.

- Columnas cortas ($E < 22$): diseñarlas con los datos originales del diseño estructural
- Columnas intermedias ($22 > E > 100$): diseñarlas magnificando los momentos actuantes
- Columnas largas ($E > 100$): no construirlas

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

- Esbeltez en columna, Sentido X

$$I_{col} = \frac{1}{12} * b * h^3$$

$$I_{col} = \frac{1}{12} * 0,30 * 0,30^3$$

$$I_{col} = 0,000675$$

$$I_{viga} = \frac{1}{12} * b * h^3$$

$$I_{viga} = \frac{1}{12} * 0,30 * 0,40^3$$

$$I_{viga} = 0,0016$$

$$k_{col} = \frac{I_{col}}{L}$$

$$k_{col} = \frac{0,000675}{2,60}$$

$$k_{col} = 0,00026$$

$$k_{col} = \frac{I_{col}}{L}$$

$$k_{col} = \frac{0,000675}{4,20}$$

$$k_{col} = 0,00016$$

$$k_{viga-izq} = \frac{l_{viga}}{L_{viga-izq}}$$

$$k_{viga-izq} = \frac{0,0016}{5,7}$$

$$k_{viga-izq} = 0,00028$$

$$k_{viga-derecha} = \frac{l_{viga}}{L_{viga-derecha}}$$

$$k_{viga-derecha} = \frac{0,0016}{1,70}$$

$$k_{viga-derecha} = 0,00094$$

Extremo superior

$$\Psi_a = \frac{\sum k_{col}}{\sum k_{vig}}$$

$$\Psi_a = \frac{0,00026}{0,00028 + 0,00094}$$

$$\Psi_a = 0,212$$

Extremo inferior

$$\Psi_b = \frac{\sum k_{col}}{\sum k_{vig}}$$

$$\Psi_b = \frac{0,00026 + 0,00016}{0,00028 + 0,00094}$$

$$\Psi_b = 0,344$$

Promedio

$$\Psi_p = \frac{\Psi_a + \Psi_b}{2}$$

$$\Psi_p = \frac{0,212 + 0,344}{2}$$

$$\Psi_p = 0,384$$

Factor de longitud efectiva para $\Psi_p < 2$

$$k = \frac{(20 + \Psi_b)}{20} * \sqrt{1 + \Psi_b}$$

Factor de longitud efectiva para $\Psi_p > 2$

$$k = 0,9 * \sqrt{1 + \Psi_b}$$

Debido a que $\Psi_p < 2$

$$k = \frac{(20 + \Psi_b)}{20} * \sqrt{1 + \Psi_b}$$

$$k = \frac{(20 + 0,384)}{20} * \sqrt{1 + 0,384}$$

$$k = 1,154$$

Esbeltez en columna

$$E = \frac{k * L_u}{0,3 * lado}$$

$$E = \frac{1,154 * 2,60}{0,30 * 0,30}$$

$E = 33,34$ se clasifica como columna intermedia

- Esbeltez en columna, Sentido Y

$$I_{col} = \frac{1}{12} * b * h^3$$

$$I_{col} = \frac{1}{12} * 0,30 * 0,30^3$$

$$I_{col} = 0,000675$$

$$I_{\text{viga}} = \frac{1}{12} * b * h^3$$

$$I_{\text{viga}} = \frac{1}{12} * 0,30 * 0,40^3$$

$$I_{\text{viga}} = 0,0016$$

$$k_{\text{col}} = \frac{I_{\text{col}}}{L}$$

$$k_{\text{col}} = \frac{0,000675}{2,60}$$

$$k_{\text{col}} = 0,00026$$

$$k_{\text{col}} = \frac{I_{\text{col}}}{L}$$

$$k_{\text{col}} = \frac{0,000675}{4,20}$$

$$k_{\text{col}} = 0,00016$$

$$k_{\text{viga-izq}} = \frac{I_{\text{viga}}}{L_{\text{viga-izq}}}$$

$$k_{\text{viga-izq}} = \frac{0,0016}{3,45}$$

$$k_{\text{viga-izq}} = 0,00046$$

$$k_{\text{viga-derecha}} = \frac{l_{\text{viga}}}{L_{\text{viga-derecha}}}$$

$$k_{\text{viga-derecha}} = \frac{0,0016}{3,45}$$

$$k_{\text{viga-derecha}} = 0,00046$$

Extremo superior

$$\Psi_a = \frac{\sum k_{\text{col}}}{\sum k_{\text{vig}}}$$

$$\Psi_a = \frac{0,00026}{0,00046 + 0,00046}$$

$$\Psi_a = 0,2799$$

Extremo inferior

$$\Psi_b = \frac{\sum k_{\text{col}}}{\sum k_{\text{vig}}}$$

$$\Psi_b = \frac{0,00026 + 0,00016}{0,00046 + 0,00046}$$

$$\Psi_b = 0,453$$

Promedio

$$\Psi_p = \frac{\Psi_a + \Psi_b}{2}$$

$$\Psi_p = \frac{0,2799 + 0,506}{2}$$

$$\Psi_p = 0,0506$$

Factor de longitud efectiva para $\Psi_p < 2$

$$k = \frac{(20 + \Psi_b)}{20} * \sqrt{1 + \Psi_b}$$

Factor de longitud efectiva para $\Psi_p > 2$

$$k = 0,9 * \sqrt{1 + \Psi_b}$$

Debido a que $\Psi_p < 2$

$$k = \frac{(20 + \Psi_b)}{20} * \sqrt{1 + \Psi_b}$$

$$k = \frac{(20 + 0,506)}{20} * \sqrt{1 + 0,506}$$

$$k = 1,196$$

Esbeltez en columna

$$E = \frac{k * L_u}{0,3 * lado}$$

$$E = \frac{1,196 * 2,60}{0,30 * 0,30}$$

$E = 34,56$ se clasifica como columna intermedia

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

- Magnificación de momentos

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones, los efectos de la duración de la carga y cuyo factor principal a incluir es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados. Por otro lado, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamientos lateral de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el método ACI de magnificación de momentos.

Sentido X

Factor de flujo plástico del concreto

$$\beta_d = \frac{CMU}{C_u} = \frac{481,60}{651,60} = 0,74$$

Cálculo del el total del material

$$E_c = 15\,100\sqrt{f'_c}$$

$$EI = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5(1+\beta_d)} = \frac{15\,100\sqrt{281} \cdot \left(\frac{1}{12}\right) \cdot 30^4}{2,5(1+0,74)} = 392,98 \text{ ton-m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(kLu)^2} = \frac{3,1415^2 \cdot 392,98}{(1,154 \cdot 2,60)^2} = 430,82 \text{ ton}$$

Magnificador de momentos

$\delta > 1$ y $\phi = 0,70$ si se usan estribos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi \cdot P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{12,73}{0,7 \cdot 430,82}} = 1,04$$

Momento de diseño sentido X

$$M_{dx} = \delta * M_u = 1,04 * 4\ 133,00 \text{ kg-m} = 4\ 315,15 \text{ kg-m}$$

Momento de diseño sentido Y

$$\beta_d = 0,74$$

$$EI = 392,98 \text{ ton-m}^2$$

$$P_{cr} = 400,90 \text{ ton}$$

$$\delta = 1,50$$

$$M_{dy} = \delta * M_u = 1,05 * 2\ 671,33 \text{ kg-m} = 2\ 798,30 \text{ kg-m}$$

- Acero longitudinal por el método BRESLER

Este método es una aproximación al perfil de la superficie de la falla, siendo un procedimiento sencillo y que produce resultados satisfactorios. El método Bresler consiste en aproximar el valor $1/P'u$, a través de un punto del plano, determinado por tres valores: carga axial pura ($P'o$), carga de falla para una excentricidad e_x ($P'ux$) y carga de falla para una excentricidad e_y ($P'uy$).

Límites de acero

Según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites $1\% A_g < A_s < 6\% A_g$, en zona sísmica.

$$A_{s\text{mín}} = 0,01 (30*30) = 9,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,06 (30*30) = 54,00 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado, se aconseja iniciar con un valor cerca de Asmín.
Armado propuesto 4 No. 6 + 4 No. 5 = 4*(2,84) + 4*(1,98) = 19,27 cm²

Para este método se uso el programa JC-diseño de concreto, versión 1.0.1. por Julio Corado Franco.

Los valores a utilizar en los diagramas son

$$\text{Valor de la gráfica } Y = X = d/h = (30-2(2,5))/30 = 0,83$$

Valores de la curva

$$P_{tu} = \frac{A_s * f_y}{0,85 f'_c * A_g}$$

$$P_{tu} = \frac{19,27 * 4 200}{0,85 * 281 * 30 * 30} = 0,376$$

Excentricidades

$$e_x = M_{dx}/P_u = 4 315,15 / 12 729,45 = 0,34$$

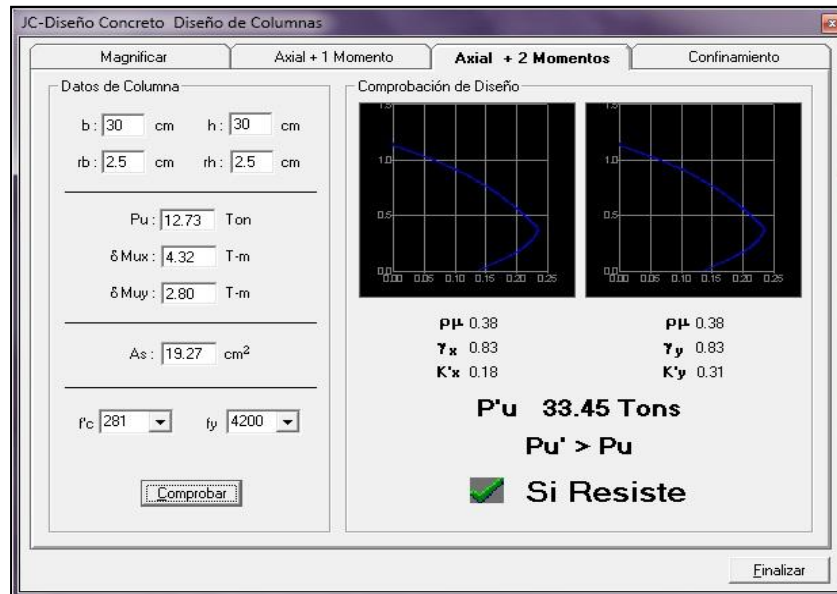
$$e_y = M_{dy}/P_u = 2 798,30 / 12 729,45 = 0,22$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0,34/0,30 = 1,13$$

$$e_y/h_y = 0,22/0,30 = 0,73$$

Figura 27. Carga resistente, programa JC – diseño concreto



Fuente: JC - diseño concreto, versión 1.0.1.

Se obtuvieron los siguientes valores: $K_x=0,18$ y $K_y=0,31$

- Cargas

Carga resistente de la columna a una excentricidad e_x

$$P'_{ux} = K_x * f'c * b * h = (0,18)(281)(30 * 30) = 45 522 \text{ Kg}$$

Carga resistente de la columna a una excentricidad e_y

$$P'_{uy} = K_y * f'c * b * h = (0,31)(281)(35 * 35) = 78 399 \text{ Kg}$$

Carga axial resistente de la columna

$$P'o = \phi * (0,85 * f'c(Ag - As) + As * fy)$$

$$P'o = 0,70 (0,85 * 281(900 - 19,27) + 19,27 * 4 200)$$

$$P'o = 203 907,45 \text{ Kg}$$

Carga resistente de la columna

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'ux} + \frac{1}{P'uy} - \frac{1}{P'o}}$$

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{45 522} + \frac{1}{78 399} - \frac{1}{203 907,45}} = 33 536,25 \text{ kg}$$

Se compara el valor P'u con la carga última actuante.

$$P'u > \frac{Pu}{0,7}$$

$$33 536,25 > \frac{12 729,45}{0,7}$$

$$33 536,25 > 18 184,93$$

Ya que $P'u > Pu/0,7$ el armado de la columna propuesta es adecuado. Caso contrario sería necesario aumentar el acero por debajo del $As_{m\acute{a}x}$, en caso de requerir mayor refuerzo que el permitido por $As_{m\acute{a}x}$ será necesario aumentar la sección propuesta.

- Cálculo del acero transversal (estribos)

Además de diseñar las columnas para resistir flexocompresión, es necesario dotarlas con suficiente ductibilidad, con el objetivo de que absorban parte de la energía de sismo, esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos. Se ha determinado que si las columnas se confinan su capacidad de carga es mucho mayor y mejora notablemente la ductilidad de la columna. El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

$$V_{res} = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

Donde:

Φ = factor de reducción de resistencia

f'_c = resistencia del concreto

b = base de la viga

d = peralte efectivo de la viga

Si $V_{res} > V_{act}$, se colocan estribos solo por armado, a $S_{m\acute{a}x.} = d//2$

Si $V_{res} < V_{act}$, se diseñan estribos por corte, por medio de las expresiones

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

$$S_{max} = \frac{d}{2}$$

Cálculo de corte resistente

$$V_{res} = \phi * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281,00} * 30,00 * 27,50$$

$$V_{res} = 6\,230,20 \text{ kg}$$

Corte actuante

$$V_{act} = 2\,942,95 \text{ kg}$$

El esfuerzo resistente es mayor que el actuante

$$S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$S_{max} = \frac{27,50}{2} = 13,75$$

Refuerzo por confinamiento

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones.

- Luz / 6 = 2,60 / 6 = 0,43 m
- Lado mayor de la columna = 0,35 m
- 45 cm
- 16 veces el diámetro de la varilla longitudinal = 30,48
- 48 veces el diámetro de la varilla transversal = 45,72

La longitud de confinamiento propuesta es 0,45 m, en ambos extremos.

Cálculo de la relación volumétrica.

$$\rho_s = 0,45((A_g / A_{ch}) - 1)(0,85 * f'_c / f_y)$$

$$\rho_s = 0,45((30^2 / 25^2) - 1)(0,85 * 281 / 4 200) = 0,0113$$

Es necesario chequear que $\rho_s > 0,12 * f'_c / f_y$

$$\rho_s > 0,12 * 281 / 4 200 = 0,008, \text{ chequea}$$

Calculando el espaciamiento en función de la cuantía volumétrica, utilizando varillas # 3.

$$S = \frac{4A_v}{\rho_s * L_n} = \frac{2 * 0,71}{0,0113 * 25} = 10,08 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocan estribos # 3 @ 10 cm en la zona de confinamiento.

Por tener varillas en las caras de la columna, se colocará estribos rotados a 45°, según ACI. Por tener doble estribo en zona confinada, el espaciamiento se adopta de 10 cm.

Por lo tanto, el armado de las columnas del segundo nivel: refuerzo longitudinal de 4 # 6 + 4 # 5 y un refuerzo transversal # 3 @ 10 cm en la zona de confinamiento y @ 13cm en el resto.

- Diseño de columna del primer nivel

Tanto la sección de la columna, la sección de la viga, la longitud de la viga y el área tributaria de la columna es la misma que la del segundo nivel.

Momentos máximos

$$M_x = 5\,006,69 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_y = 5\,174,49 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Cortantes máximos

$$V_x = 2\,171,21 \text{ kg}$$

$$V_y = 2\,300,00 \text{ kg}$$

Factor de carga última del primer nivel

Carga muerta última

$$CMU = 1,4 \cdot (\text{Peso de losa} + \text{sobre carga} + \text{acabados} + \text{muros})$$

$$CMU = 1,4 \cdot \left(2\,400,00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \cdot 0,11 \text{ cm}^2 + 20,00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} + 60,00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} + 80,00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$CMU = 593,60 \text{ kg/cm}^2$$

Carga viva última

$$CVU = 1,7 \cdot (\text{carga viva de techo})$$

$$CVU = 1,7 \cdot (250 \text{ kg/cm}^2)$$

$$CVU = 425,00 \text{ kg/cm}^2$$

Carga última

$$CU = CMU + CVU$$

$$CU = 593,60 \text{ kg/cm}^2 + 425,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$CU = 1\,018,60 \text{ kg/cm}^2$$

Factor de carga última

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

$$FCU = \frac{1\,018,60 \text{ kg/cm}^2}{\frac{593,60 \text{ kg/cm}^2}{1,4} + \frac{425,00 \text{ kg/cm}^2}{1,7}} = 1,47$$

Carga axial última

$$P_{\text{última}} = A_{\text{losa}} * CU + \text{Peso}_{\text{viga}} * FCU$$

$$P_{\text{última}} = 15,00 \text{ m}^2 * 1\,018,60 \text{ kg/cm}^2 + 0,12 \text{ cm}^2 * 2\,400,00 \text{ kg/cm}^3 * 1,47$$

$$P_{\text{última}} = 18\,301,34 \text{ kg}$$

$$P_{\text{última}} = 18,30 \text{ ton}$$

Carga axial total primer nivel

Carga axial total = carga axial del segundo nivel + carga axial del primer nivel

$$\text{Carga axial total} = 12\,729,45 \text{ kg} + 18\,301,34 \text{ kg}$$

$$\text{Carga axial total} = 31\,030,79 \text{ kg}$$

$$P_{\text{Total}} = 31,03 \text{ ton}$$

- Esbeltez

Esbeltez en columna, Sentido X

$$I_{col} = 0,000675$$

$$I_{viga} = 0,0016$$

$$k_{col} = 0,00016$$

$$k_{viga-izq} = 0,00028$$

$$k_{viga-derecha} = 0,00094$$

Extremo superior

$$\Psi_a = \frac{\sum k_{col}}{\sum k_{vig}}$$

$$\Psi_a = \frac{0,00016}{0,00028 + 0,00094}$$

$$\Psi_a = 0,132$$

Extremo inferior

$$\Psi_b = 0 \text{ (extremo inferior empotrado)}$$

Promedio

$$\Psi_p = \frac{\Psi_a + \Psi_b}{2}$$

$$\Psi_p = \frac{0,132 + 0,00}{2} = 0,066$$

Factor de longitud efectiva para $\Psi_p < 2$

$$k = \frac{(20 + \Psi_b)}{20} * \sqrt{1 + \Psi_b}$$

Factor de longitud efectiva para $\Psi_p > 2$

$$k = 0,9 * \sqrt{1 + \Psi_b}$$

Debido a que $\Psi_p < 2$

$$k = \frac{(20 + \Psi_b)}{20} * \sqrt{1 + \Psi_b}$$

$$k = \frac{(20 + 0,066)}{20} * \sqrt{1 + 0,066}$$

$$k = 1,029$$

Esbeltez en columna

$$E = \frac{k * L_u}{0,3 * lado}$$

$$E = \frac{1,029 * 4,20}{0,30 * 0,30}$$

$E = 48,02$ se clasifica como columna intermedia

Esbeltez en columna, Sentido Y

$$\begin{aligned}I_{col} &= 0,000675 \\I_{viga} &= 0,0016 \\k_{col} &= 0,00016 \\k_{viga-izq} &= 0,00046 \\k_{viga-derecha} &= 0,00046 \\ \Psi_a &= 0,173 \\ \Psi_b &= 0 \text{ (Extremo inferior empotrado)} \\ \Psi_p &= 0,0866\end{aligned}$$

Factor de longitud efectiva

Debido a que $\Psi_p < 2$

$$k = 1,038$$

Esbeltez en columna

$$E = \frac{k * L_u}{0,3 * lado}$$

$$E = \frac{1,038 * 4,20}{0,30 * 0,30}$$

$E = 48,44$ se clasifica como columna intermedia

- Magnificación de momentos

Momento de diseño sentido X

$$Bd = 0,64$$

$$EI = 415,77 \text{ ton-m}^2$$

$$Pcr = 219,70 \text{ ton}$$

$$\delta = 1,25$$

$$Mdx = \delta * Mu$$

$$Mdx = 1,25 * 5\,006,69 \text{ kg-m} = 6\,272,17 \text{ kg-m}$$

Momento de diseño sentido Y

$$\beta d = 0,64$$

$$EI = 415,77 \text{ Ton-m}^2$$

$$Pcr = 215,95 \text{ Ton}$$

$$\delta = 1,26$$

$$Mdy = \delta * Mu$$

$$Mdy = 1,26 * 5\,174,49 \text{ kg-m} = 6\,511,10 \text{ kg-m}$$

- Acero longitudinal por el método BRESLER

Límites de acero

$$As_{\text{mín}} = 0,01 (30*30) = 9,00 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{máx}} = 0,06 (30*30) = 54,00 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado, se aconseja iniciar con un valor cerca de Asmín.
Armado propuesto 6 No. 6 + 2 No. 5 = 6*(2,839) + 2*(1,98) = 21 cm².

Los valores a utilizar en los diagramas son

$$\text{Valor de la gráfica } Y = X = d/h = (30-2(2,5))/30 = 0,80$$

Valores de la curva

$$P_{tu} = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 f'_c \cdot A_g}$$

$$P_{tu} = \frac{21 \cdot 4200}{0,85 \cdot 281 \cdot 30 \cdot 30} = 0,41$$

Excentricidades

$$e_x = M_{dx}/P_u = 6272,17 \text{ kg-m} / 31030,79 \text{ kg} = 0,20$$

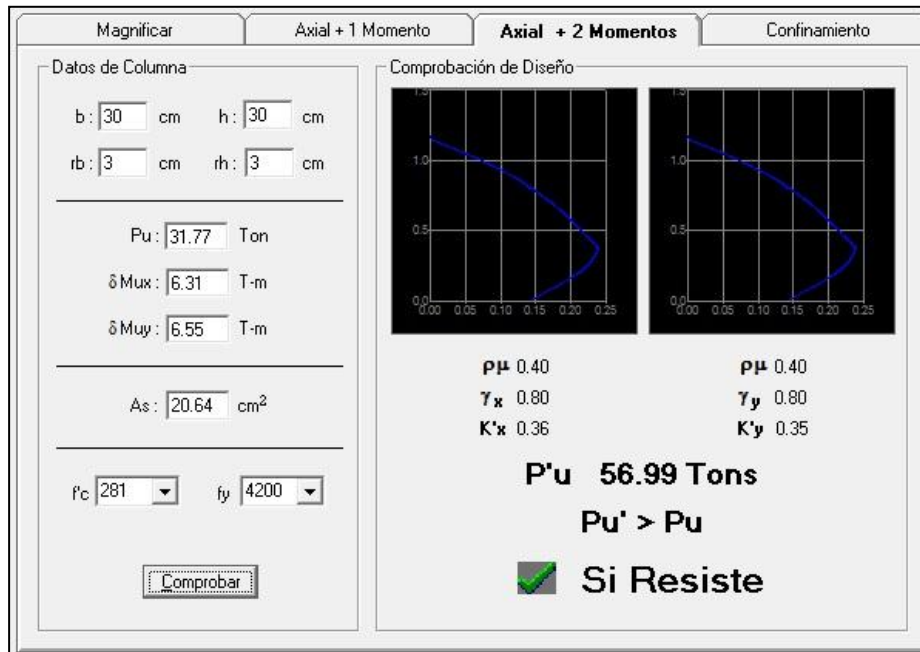
$$e_y = M_{dy}/P_u = 6511,10 \text{ kg-m} / 31030,79 \text{ kg} = 0,21$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0,20/0,30 = 0,67$$

$$e_y/h_y = 0,21/0,30 = 0,70$$

Figura 28. Carga resistente, programa JC – diseño concreto



Fuente: JC - diseño concreto, versión 1.0.1.

Se obtuvieron los siguientes valores: $K_x=0,36$ y $K_y=0,35$

- Cargas

Carga resistente de la columna a una excentricidad ex

$$P'_{ux} = K_x \cdot f_c \cdot b \cdot h = (0,36)(281)(30 \cdot 30) = 91\,044 \text{ kg}$$

Carga resistente de la columna a una excentricidad ey

$$P'_{uy} = K_y \cdot f_c \cdot b \cdot h = (0,35)(281)(35 \cdot 35) = 88\,515 \text{ kg}$$

Carga axial resistente de la columna

$$P'o = \phi * (0,85 * f'c (Ag - As) + As * fy)$$

$$P'o = 0,70 (0,85 * 281(900-21)+ 21 * 4 200)$$

$$P'o = 208 704,41 \text{ kg}$$

Carga resistente de la columna

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'ux} + \frac{1}{P'uy} - \frac{1}{P'o}}$$

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{91 044} + \frac{1}{88 515} - \frac{1}{208 515}} = 57 176,33 \text{ kg}$$

Se compara el valor P'u con la carga última actuante

$$P'u > \frac{Pu}{0,7}$$

$$57 176,33 > \frac{31 030,79}{0,7}$$

$$57 176,33 > 44 330,00$$

Ya que $P'u > Pu/0,7$ el armado de la columna propuesta es adecuado. Caso contrario sería necesario aumentar el acero por debajo del $As_{máx}$, en caso de requerir mayor refuerzo que el permitido por $As_{máx}$ será necesario aumentar la sección propuesta.

- Cálculo del acero transversal (estribos)

Cálculo de corte resistente

$$V_{res} = \phi * 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281,00} * 30,00 * 27,50 = 6\ 230,20 \text{ kg}$$

Corte actuante

$$V_{act} = 2,300,00 \text{ kg}$$

El esfuerzo resistente es mayor que el actuante

$$S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$S_{max} = \frac{27,50}{2} = 13,75 \text{ cm}$$

Refuerzo por confinamiento

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones.

- Luz / 6 = 2,60 / 6 = 0,43 m
- Lado mayor de la columna = 0,35 m
- 45 cm
- 16 veces el diámetro de la varilla longitudinal = 30,48
- 48 veces el diámetro de la varilla transversal = 45,72

La longitud de confinamiento propuesta es 0,45 m, en ambos extremos.

Cálculo de la relación volumétrica

$$\rho_s = 0,45((A_g / A_{ch}) - 1)(0,85 * f'_c / f_y)$$

$$\rho_s = 0,45((30^2 / 25^2) - 1)(0,85 * 281 / 4 200) = 0,0113$$

Es necesario chequear que $\rho_s > 0,12f'_c/f_y$

$$\rho_s > 0,12 * 281 / 4 200 = 0,008, \text{ chequea}$$

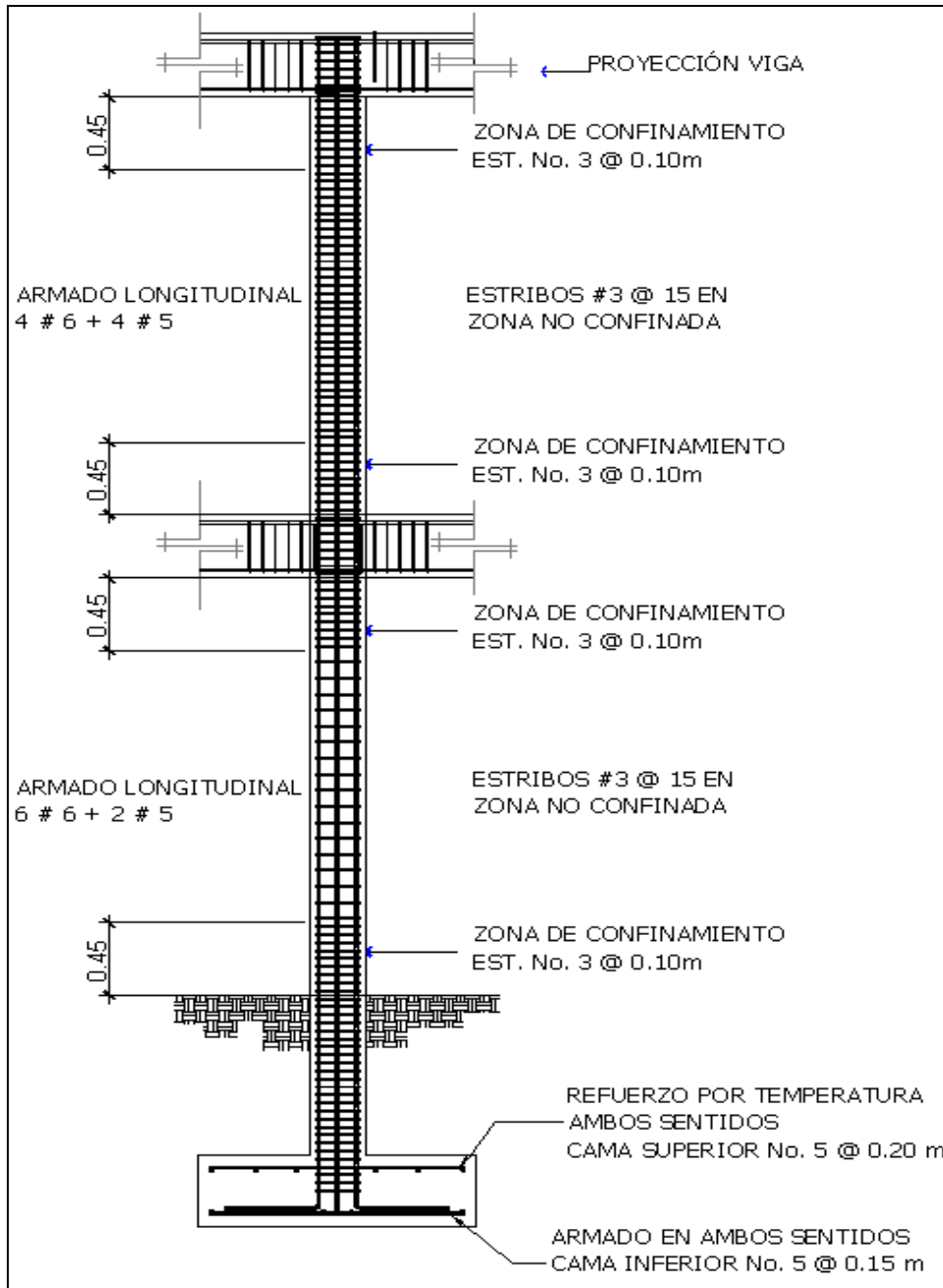
Calculando el espaciamiento en función de la cuantía volumétrica, utilizando varillas # 3

$$S = \frac{4A_v}{\rho_s * L_n} = \frac{2 * 0,71}{0,0113 * 25} = 10,08 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocan estribos # 3 @ 10 cm en la zona de confinamiento.

Por tener varillas en las caras de la columna, se colocará estribos rotados a 45°, según ACI. Por tener doble estribo en zona confinada, el espaciamiento se adopta de 10 cm, un refuerzo longitudinal de 6 # 6 + 2 # 5

Figura 29. Armado final de la columna



Fuente: elaboración propia.

2.1.4.3.4. Diseño de cimientos

Los cimientos son elementos estructurales que reciben las cargas propias y las exteriores, transmitiéndolas al suelo. Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se deben considerar, principalmente, el tipo de estructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma. Para el presente proyecto se utilizarán zapatas concéntricas de forma cuadrada y cimiento corrido bajo los muros de mampostería.

Los datos para diseño son el valor soporte del suelo y los momentos obtenidos en el análisis estructural.

Datos:

Mx	4,90 ton-m
My	4,00 ton-m
Pu	31,03 ton
Vs	37,65 ton/m ²
psuelo	0,755 ton/m ³
Desplante	1,75 m
Fcu	1,52
γconcreto	2,40 ton/m ³
f'c	281 kg/cm ²
fy	4 200 kg/cm ²

- Cargas de trabajo

$$P't = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{31,03}{1,52} = 20,37 \text{ ton}$$

$$M'tx = \frac{Mx}{Fcu} = \frac{5,90}{1,52} = 3,22 \text{ ton-m}$$

$$M'ty = \frac{My}{Fcu} = \frac{4,00}{1,52} = 2,63 \text{ ton-m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata

$$Az = \frac{1,5 * P't}{Vs} = \frac{1,5 * 20,37}{37,65} = 0,81 \text{ m}^2$$

Se considera una zapata de 1,35 m X 1,35 m, para un área de zapata de 1,82 m², ya que es un suelo firme.

- Revisión de presión sobre el suelo

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

$$q = \frac{Pcg}{Az} \pm \frac{Mtx}{Sx} + \frac{Mty}{Sy}, \text{ donde } S = \frac{bh^2}{6}$$

Se debe tomar en cuenta que q no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte (Vs), para la zapata se tiene:

$$Sx = Sy = \frac{1,35 * 1,35^2}{6} = 0,41$$

$$P = P' + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P = 20,37 + (0,30 * 0,30 * 4,5 * 2,4) + (1,75 * 1,82 * 0,75) + (1,82 * 0,35 * 2,40) = 25,72 \text{ ton}$$

$$q_{\text{max}} = \frac{25,72}{1,82} + \frac{3,22}{0,41} + \frac{2,63}{0,41} = 28,36 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{min}} = \frac{25,72}{1,82} - \frac{3,22}{0,41} - \frac{2,63}{0,41} = 0,05 \text{ ton/m}^2$$

$q_{\text{máx}} = 28,36 \text{ Ton/m}^2$ cumple, no excede el Vs

$q_{\text{mín}} = 0,05 \text{ Ton/m}^2$ cumple, sólo compresiones

La presión del suelo en un punto cualquiera de la zapata, es distinta a la presión en otro punto de la misma. Para efectos de diseño se determina una presión constante; aplicando un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, afectada por el factor de carga última.

$$q_u = \text{FCU} * q_{\text{max}} = 1,52 * 28,36 = 43,20 \text{ ton/m}^2$$

- Espesor de zapata

El espesor de la zapata debe considerar que el recubrimiento del refuerzo no sea menor de 0,075 m, y que el peralte efectivo sea mayor de 0,15 m más el recubrimiento y el diámetro de la varilla a utilizar. Dicho espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte y para este caso será de 45 cm.

Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec} - \varnothing \text{var}/2; \text{ con un } t \text{ asumido} = 0,35 \text{ m}$$

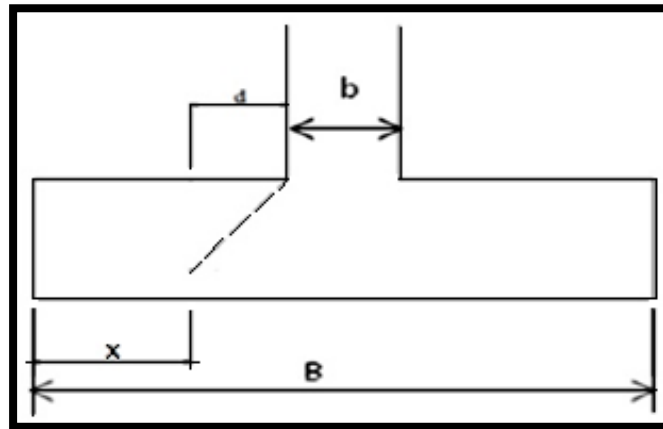
$$d = 35 - 7,5 - 1,58/2$$

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

- Corte simple

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

Figura 30. **Corte simple en zapata**



Fuente: elaboración propia.

$$x = B/2 - b/2 - d$$

$$x = 1,35/2 - 0,30/2 - 0,37 = 0,26 \text{ m}$$

Corte actuante

$$V_{act} = \text{Área} \cdot q_u = 1,35 \cdot 0,26 \cdot 43,20 = 15,04 \text{ ton}$$

Corte resistente

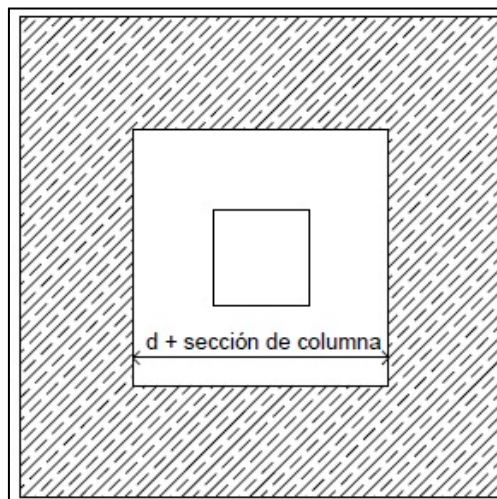
$$V_{res} = 0,53 \cdot \emptyset \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'_c} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 135 \cdot 26,71 \cdot \sqrt{281} = 27\,230,50 \text{ kg}$$

$V_{res} > V_{act}$, el espesor resiste el corte simple

- Corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata, debido a los esfuerzos de corte producidos en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla está a una distancia $d / 2$, del perímetro de la columna.

Figura 31. **Corte punzonante en zapata**



Fuente: elaboración propia.

- Área actuante del punzonamiento

Área = área de la zapata - (d + sección de columna)²

Área = área de la zapata- (26,71+30,00) ²

Área = 1,35*1,35 – 0,5671² = 1,50 m²

- Corte actuante por punzonamiento

$V_{act\ pun} = \text{área} * q_u = (1,50) * 43,20$

$V_{act\ pun} = 64,85\ ton$

- Corte resistente a punzonamiento

$V_{res} = 1,06 * \phi * b_o * d * \sqrt{f'c}$, $b_o = 4 * (b_{col} + d)$

$b_o = 4 * (30 + 26,71) = 266,84\ cm$

$V_{res} = 1,06 * 0,85 * 266,84 * 26,71 * \sqrt{281} = 91\ 510,62\ kg$

$V_{res} = 91,51\ ton$

$V_{res} > V_{act}$, el espesor resiste el corte punzonante, las dimensiones son adecuadas, se procede al diseño a flexión.

- Diseño del refuerzo

La zapata se diseña a flexión. La zapata actúa como una losa en voladizo.

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2} = \frac{43\ 200 * \left(\frac{1,35}{2} - \frac{0,30}{2}\right)^2}{2} = 11\ 340,38\ kg\cdot m$$

El área de acero se calcula con la misma ecuación para el refuerzo de una viga.

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

$$A_s = \frac{0,85 * 281}{4 200} \left[100 * 26,71 - \sqrt{(100 * 26,71)^2 - \frac{11 340,38 * 100}{0,003825 * 281}} \right] = 11,68 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 14,1 * b * d / f_y$$

$$A_{s_{\min}} = 14,1 * 100 * 26,71 / 4 200$$

$$A_{s_{\min}} = 8,97 \text{ cm}^2$$

Por tanto colocar A_s para el momento calculado

Separación para A_s con varillas # 5

$$12,67 \text{ cm}^2 \rightarrow 100,00 \text{ cm}$$

$$1,98 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

Aplicando una regla de tres

$$S = 1,98 * 100 / 12,67 = 15,63 \text{ cm}$$

Colocar varillas # 5 @ 15,00 cm en ambos sentidos de la zapata en la cama inferior.

En la cama superior de la zapata se coloca el área de acero por temperatura.

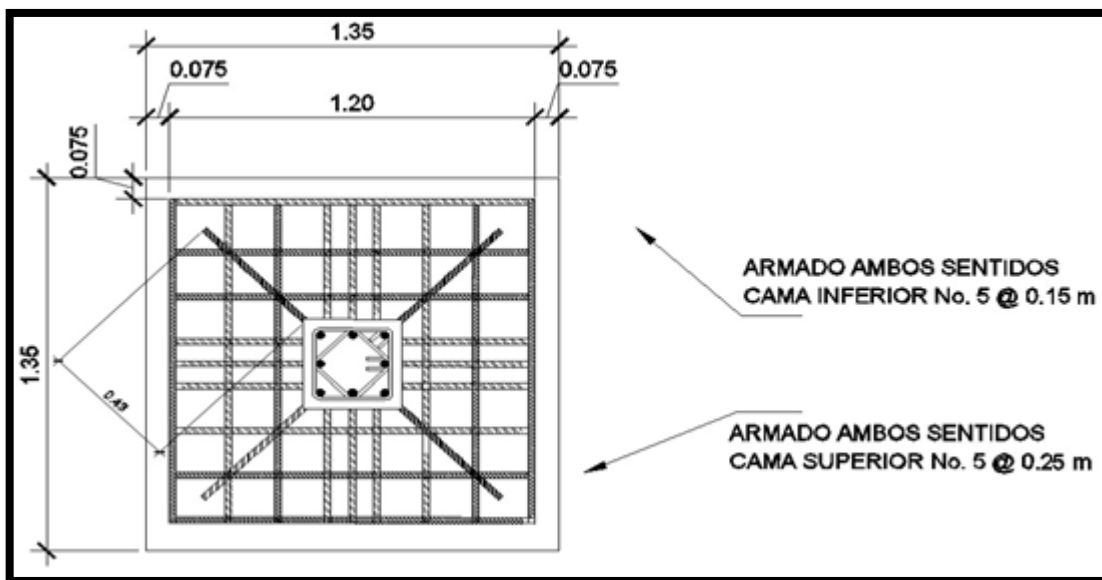
$$A_{s_{\text{temperatura}}} = 0,002 * b * t$$

$$A_{s_{\text{temperatura}}} = 0,002 * 100,00 * 35,00$$

$$A_{s_{\text{temperatura}}} = 7,00 \text{ cm}^2$$

Colocar varillas # 5 @ 25,00 cm en ambos sentidos en la cama superior.

Figura 32. **Detalle de armado de zapata**



Fuente: elaboración propia.

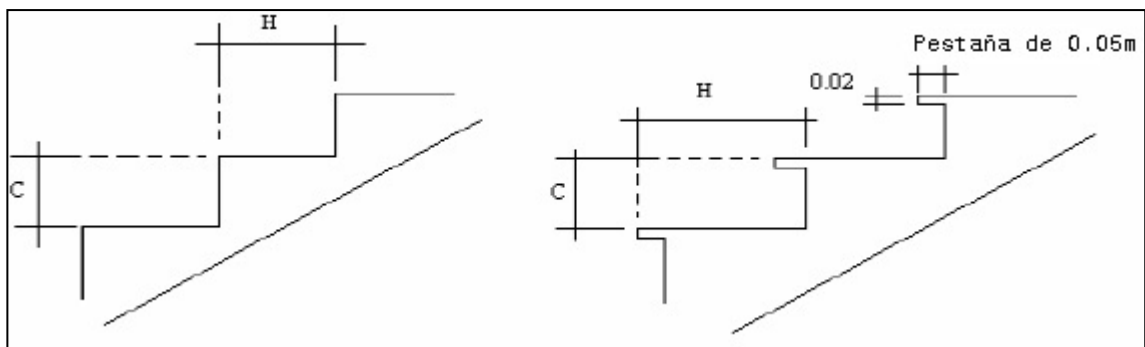
2.1.4.3.5. Diseño de gradas

El ritmo general de vida exige que las escaleras puedan ser recorridas de modo rápido y seguro con el menor gasto de energía posible. Para su ubicación se debe tomar en cuenta que la circulación en los diferentes niveles no sea problemática, además debe tener iluminación y ventilación aceptable.

La forma y disposición que se le da a una escalera depende principalmente de las dimensiones e importancia de la edificación, del espacio que el proyecto les otorgue y del material y tipo de construcción escogida. Las escaleras pueden dividirse tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Material de construcción
- Objetivo de la misma
- La pendiente
- La forma
- Tipos de apoyos

Figura 33. Tipos de escaleras, con y sin pestaña



Fuente: elaboración propia.

El que una escalera sea cómoda y segura depende de su relación de pendiente o relación de dimensiones de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella. Las siguientes relaciones nos pueden garantizar la comodidad de una escalera:

- $C \leq 20 \text{ cm}$
 - $H > C$
 - $2C + H \leq 64 \text{ cm}$ (valor cercano)
 - $C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm}$
 - $C * H = 450 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$
- Cargas de diseño para una escalera

$$CM = PP(\text{escalera}) + PP(\text{acabados})$$

$$\text{Peso propio de la escalera} = Wc = (t + c/2)$$

- Número de escalones mínimos

Número de escalones mínimo: $h/c_{\text{máx}} = 3,00/0,20 = 15$ escalones, por lo tanto hay 7 escalones en el primer tramo antes de llegar al descanso.

$$\text{Número de huellas} = (\text{número de contrahuellas} - 1) = (7 - 1) = 6 \text{ huellas.}$$

$$H = (S / \text{número de huellas}) = 2$$

$$H = 2,70 / 6 = 0,45$$

Chequeando las relaciones de comodidad

- $C = 0,20$ Ok
- $H = 45 > C = 20$ cm. Ok
- $2C + H = 2(20) + 45 = 85 \leq 64$ cm. No chequea, por lo que se debe de aumentar el número de escalones, para reducir los valores de C & H.

Aumentando tres escalones se obtiene

Número de contrahuellas = 10

Número de huellas = 9

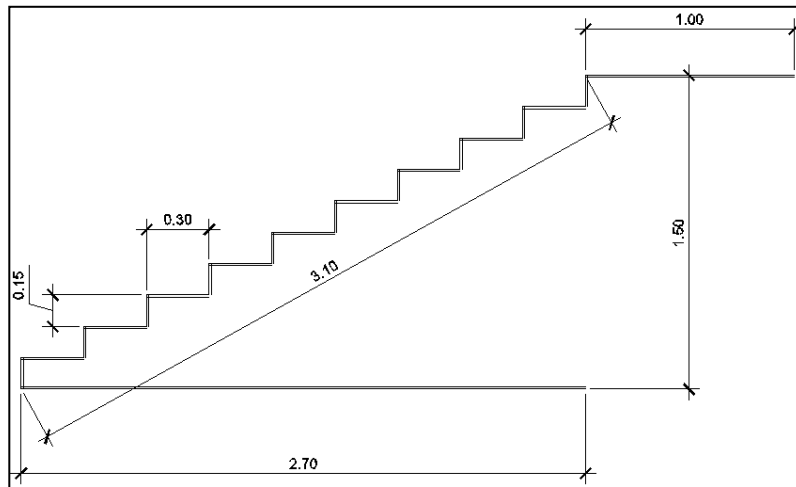
$$H = 2,70 / 9 = 0,30 \text{ m}$$

$$C = 2,85 / 20 = 0,15 \text{ m}$$

- $C = 0,15 < 0,20$ m Ok
- $H = 0,30 \text{ m} > C = 20$ cm Ok
- $2C + H = 2(0,15) + 0,30 = 0,60 \text{ m} \leq 0,64$ m Ok
- $C + H = 15 + 30 = 45$ Ok
- $C * H = 15 * 30 = 450$ Ok

Por lo tanto se obtiene 10 contrahuellas de 15 cm y 9 huellas de 30 cm más el descanso.

Figura 34. Esquema del nivel + 0,00 al descanso



Fuente: elaboración propia.

○ Integración de cargas

Peso propio de la escalera = $2\,400\text{ kg/cm}^2 \cdot (0,10 + 0,15/2) = 420\text{ kg/cm}^2$
 Acabados (granito + repello y cernido) = 100 kg/cm^2
 Total = 520 kg/cm^2
 Carga viva = 500 kg/cm^2

$$Cu = 1,4 \cdot 500\text{ kg/cm}^2 + 1,7 \cdot 520\text{ kg/cm}^2$$

$$Cu = 1\,578\text{ kg/cm}^2$$

$$M (+) = 1\,578 (4,10)^2 / 9 = 2\,947,35\text{ kg-m}$$

$$M (-) = 1\,578 (4,10)^2 / 14 = 1\,894,73\text{ kg-m}$$

- Cálculo de área de acero

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

$$d = 7,5 \text{ cm}$$

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

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

$$As_{mín} = \frac{(14,1 * 100 * 7,5)}{4200} = 2,52 \text{ cm}^2$$

$$As_{máx} = 0,50 * \rho_{bal} * b * d = 0,50 * 0,036 * 100 * 7,5 = 13,5 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del área de acero para las gradas

$$As = (b * d - ((b * d)^2 - (\frac{M * b}{0,003825 * f'c}))^{1/2} (0,85 f'c / fy)$$

$$M (+) = As = 12,12 \text{ cm}^2; \text{ varilla No. 4 @ 0,10 m}$$

$$M (-) = As = 7,31 \text{ cm}^2; \text{ varilla No. 4 @ 0,17 m}$$

- Acero por temperatura

$$As_{temperatura} = 0,002 * b * t = 0,002(100)(10) = 2 \text{ cm}^2$$

$$S_{máx} = 3 * t = 30 \text{ cm}; \text{ varilla N. 3 @ 0,25 m}$$

El acero por temperatura debe colocarse en el otro sentido, tomando en consideración lo siguiente:

- Alternar cuando exista cama doble de refuerzo principal
- Colocar en el espacio formado por la cama superior e inferior del refuerzo principal.

2.1.5. Instalaciones eléctricas

Con base en el manual de normas para acometidas de servicio eléctrico de la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA), en la sección V: apartamentos, edificios, centros comerciales y construcciones similares, normas y códigos para instalación comercial.

- **Acometida**

Conjunto de conductores, componentes y materiales utilizados para transmitir la electricidad desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica. La instalación de la acometida consta de los siguientes elementos básicos:

- Poste de distribución
- Poste de acometida
- Cables de acometida
- Contador o medidor
- Caja socket para contador
- Medios de protección
- Tableros de distribución

De acuerdo con lo anterior se colocará un contador y un tablero principal con tierra física. Para conexión de electrodos a tierra se debe colocar una varilla de cobre de una longitud mínima de 2,5 metros y ½" de diámetro.

- Circuitos

Según la norma, los circuitos de iluminación y tomacorrientes se protegerán con un flipón de 15 a 20 amperios por cada 12 unidades como máximo, basándose principalmente en lo que determinen los cálculos.

Se consideró el método del total de potencia que son los watt o kilowatt que suman todas las lámparas, tomacorrientes y el resto de conexiones eléctricas y, así lograr la iluminación adecuada en cada área específica.

20 lámparas (tipo industrial 2x40) de 80 watt + 8 bombillas de 80 watt

$$20*(80 \text{ watt})+ 8*(80 \text{ watt}) = 2\ 240 \text{ watt}$$

36 tomacorrientes dobles (72) de 300 watt cada uno = 21 600 watt

Sumatoria 23 840 watt

Con base en lo especificado por la norma, y teniendo una potencia de 26 880 watt, se colocarán 8 circuitos, 4 para iluminación y 4 para fuerza.

- Conductores

El calibre de los conductores será de acuerdo estrictamente al cálculo respectivo, pero en ningún momento podrá ser menor de 12 AWG, TW. Para el cálculo del calibre de la iluminación, se debe determinar la corriente de los circuitos para cada nivel.

$$(1 \text{ circuito}) 10 \text{ lámpara tipo industrial } (2x40) * 80 \text{ watt} = 800 \text{ watt}$$

$$I_{\text{iluminación}} = \frac{P}{V} = \frac{800 \text{ watt}}{120} = 6,67 \text{ A}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada bombilla es de 5,00 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 v con un 5% de caída de voltaje es 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de fuerza, se debe determinar la corriente del circuito para cada nivel, tomando en cuenta el uso simultaneo de los tomacorrientes:

$$(1 \text{ circuito}) 9 \text{ tomacorrientes} * 300 \text{ watt} = 2 700 \text{ watt}$$

$$I_{\text{fuerza}} = \frac{P}{V} = \frac{2 700 \text{ watt}}{120} = 22,5 \text{ A}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada tomacorriente es de 5 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 V con un 2% de caída de voltaje es 12 AWG, TW.

Debido a que la corriente es de 22,5 A para iluminación y de 6,67 A para fuerza, se colocará un flipón de 25 A por cada circuito de iluminación y 15 A por cada circuito de fuerza, dando como resultado el uso de 4 flipón de 15 A y 4 flipón de 25 A.

- Tubería y ductos

Se utilizará tubería plástica (poliducto), en caso de quedar enterrada o bajo tierra, se deberá proteger con concreto pobre, las uniones deberán ser completamente impermeables.

Dependiendo del calibre y el número de conductores que pasan por el tubo, así será el diámetro requerido.

2.1.6. Instalaciones hidráulicas

Todo el sistema de agua potable será por medio de circuito cerrado, con tubería PVC Ø ¾", y los abastos por medio de tubería PVC Ø ½". Las instalaciones de aguas negras y aguas pluviales, se trabajaron en sistemas separativos, el sistema de drenaje sanitario trabajará con tubería PVC de Ø 4" y Ø 3", mientras que el sistema de drenaje pluvial trabajará con tubería de PVC Ø 6" La descarga del drenaje a la red municipal, con tubería PVC de Ø 6". (Ver planos del apéndice F)

Para el análisis del gasto de agua potable por el método de Roy B. Hunter, se utiliza la tabla V, donde se asigna una cantidad de unidades mueble dependiendo del artefacto que se esté considerando.

Tabla V. **Unidades de descarga caudales de aparatos sanitarios**

UNIDADES DE DESCARGA, CAUDALES DE APARATOS SANITARIOS					
APARATO	TOMAS POR APARATO	USO PRIVADO		USO PÚBLICO	
		UNIDADES MUEBLE	CAUDAL (LT/SEG)	UNIDADES MUEBLE	CAUDAL (LT/SEG)
Bañera o tina	2	3	0,19	4	0,22
Bebedero	1	0,5	0,03	1	0,06
Bidet	2	2	0,13	3	0,19
Ducha	2	2	0,13	3	0,19
Inodoro con fluxómetro	1	6	0,32	10	0,50
Inodoro con tanque	1	3	0,19	5	0,25
Lavadero de servicio	1	3	0,19	4	0,22
Lavadora de platos	2	1	0,06	3	0,19
Lavadora de ropa	2	3	0,19	5	0,25
Lavamanos	2	1	0,06	2	0,13
Lavatrastos	2	2	0,13	4	0,22
Orinal con fluxómetro	1	6	0,32	10	0,50
Orinal con llave	1	1	0,06	3	0,19
Pila	1	3	0,19	5	0,25
Grifo (para manguera)	1	3	0,19	6	0,33

Fuente: elaboración propia con base a tablas usadas en la Unidad de Evaluación de Proyectos de Agua y Alcantarillado de EMPAGUA.

De la tabla V se toman los siguientes datos y se distribuye según el tipo de artefacto y cantidad que se tiene en el diseño del edificio.

Tabla VI. **Unidades de descarga de la edificación**

ARTEFACTOS	UNIDADES	UNIDADES MUEBLE	TOTAL
Inodoros	14	5	70
Orinal	6	3	18
Lavamanos	12	2	24
Grifos	2	6	12
TOTAL DE UNIDADES HUNTER			124

Fuente: elaboración propia.

De la tabla de gastos probables en litros y segundos en función de Unidades Hunter (Ver apéndice C) se toma el gasto equivalente a 124 UH. Por lo tanto, del diseño del edificio se calcularon 124 UH que equivalen a 3,21 lt/seg. Para tener una mayor certeza en el cálculo hidráulico, el método de Hunter es un método aproximado, que se utiliza para caudales picos, el cual se multiplica por un factor de reducción de 0,60.

$$\text{Consumo} = Q_1 \cdot F_{HM}$$

Donde:

F_{HM} = factor de Hunter modificado.

Q_1 = caudal hallado según tabla de gasto según unidades Hunter.

$$\text{Consumo} = (3,21 \cdot 0,60) = 1,93 \text{ lt/seg}$$

El caudal sanitario será calculado, multiplicando el consumo por el factor de retorno, Fr = 0,85

$$Q_s = 1,93 \text{ lt/seg} * 0,85 = 1,64 \text{ lt/seg}$$

Se propone utilizar tubería de PVC Ø 3" y Ø 4" para drenar el caudal sanitario de los artefactos, mientras que la tubería que conducirá el caudal sanitario a la caja unificadora será por medio de tubería horizontal de PVC Ø 4" con pendiente mínima de 1% para evitar taponamiento.

- Cálculo del caudal pluvial

El objetivo del drenaje pluvial es la evacuación de las aguas provenientes de la escorrentía producida por la precipitación pluvial. El caudal pluvial captado en el área del proyecto se calcula por el método racional por la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C * I * A}{3600}$$

Donde:

A = área de terreno a drenar (m²)

Q = caudal lt/seg

C = coeficiente de escorrentía del concreto (0,90)

I = intensidad de lluvia (150 mm/h según estación INSIVUMEH-Esquipulas)

El proyecto se realiza en un área de 300 m², el caudal total a drenar es:

$$Q = \frac{0,9 * 150 \text{ mm/hr} * 300 \text{ m}^2}{3600} = 11,25 \text{ lt/seg}$$

Tabla VII. **Capacidad de tubería vertical**

Capacidad de tuberías verticales (BAP)	
Diámetro en pulgadas	Área máxima a drenar (m²)
Ø 3"	100
Ø 4"	215
Ø 6"	634
Ø 8"	1 365

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Capacidad de tubería horizontal**

Capacidad de tuberías horizontal con pendiente del 1%	
Diámetro en pulgadas	Área máxima a drenar (m²), I = 150 mm/hr
Ø 3"	50
Ø 4"	109
Ø 6"	328
Ø 8"	689
Ø 10"	1 251
Ø 12"	2 033

Fuente: elaboración propia.

Se propone utilizar 12 bajadas pluviales para drenar el área de techos, por medio de tubería vertical de PVC Ø 3", mientras que la tubería horizontal que conducirá el caudal pluvial a la caja unificadora será por medio de tubería de PVC Ø 4" y Ø 6".

2.1.7. Planos constructivos

Se elaboraron 10 planos, los cuales son:

- Planta amueblada
- Planta acotada
- Plano de elevaciones
- Planta de acabados
- Planta de cimentación y distribución de columnas
- Corte de muros y detalles estructurales
- Planta de losas y detalles de vigas
- Planta instalación hidráulica y de drenajes
- Planta de instalación eléctrica fuerza
- Planta de instalación eléctrica iluminación

2.1.8. Presupuesto

El presupuesto se elaboró con base a precios unitarios, aplicando un 30% de costos indirectos, en los cuales se incluyen gastos de administración, supervisión y utilidades. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región y la mano de obra tanto calificada como no calificada, se aplicó la que se asigna para casos similares por la municipalidad.

Tabla IX. Presupuesto de edificación

No.	REGLÓN	Unidad	Cantidad	P.U	Total
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	NIVELACIÓN DEL TERRENO	m ²	300	Q. 12,86	Q. 3 858,19
1.2	TRAZO Y ESTANQUEADO	ml	310	Q. 22,94	Q. 7 112,45
2.2	PLATAFORMAS	ml	310	Q. 37,46	Q. 11 612,16
2	CIMENTACIÓN				
2.1	ZAPATAS TIPO Z1	U	33	Q. 2 622,87	Q. 86 554,77
2.2	CIMIENTO CORRIDO	ml	194	Q. 261,85	Q. 50 799,68
3	COLUMNAS				
3.1	COLUMNAS TIPO 1	ml	148,50	Q. 857,93	Q.127 403,11
3.2	COLUMNAS TIPO 2	ml	99,00	Q. 970,30	Q. 96 059,92
3.3	COLUMNAS TIPO 3	ml	366,00	Q. 338,65	Q.123 946,24
3.4	COLUMNAS TIPO 4	ml	54,00	Q. 421,41	Q. 22 756,01
4	SOLERAS				
4.1	SOLERA DE CIMENTACIÓN TRAPEZOIDAL	ml	146	Q. 221,09	Q. 42 279,30
4.2	SOLERA INTERMEDIA	ml	92	Q. 133,79	Q. 12 362,03
4.3	SOLERA SILLAR	ml	160	Q. 149,80	Q. 23 968,34
5	VIGAS				
5.1	VIGA V-1 (PRIMER nivel 2 m)	ml	22	Q. 826,83	Q. 18 190,20
5.2	VIGA V-2 (PRIMER nivel 6 m)	ml	66	Q. 780,93	Q. 51 541,40
5.3	VIGA V-3 (SEGUNDO nivel 2 m)	ml	22	Q. 801,72	Q. 17 637,78
5.4	VIGA V-4 (SENGUNDO nivel 6 m)	ml	66	Q. 757,89	Q. 50 020,76
5.5	VIGA V-5 (PRIMER NIVEL Y)	ml	11,25	Q. 677,73	Q. 7 624,41
5.6	VIGA V-6 (PRIMER NIVEL Y)	ml	26,25	Q. 675,75	Q. 17 738,51
5.7	VIGA V-7 (SEGUNDO NIVEL Y)	ml	33,75	Q. 610,59	Q. 20 607,51
5.8	VIGA V-8 (SEGUNDO NIVEL Y)	ml	7,5	Q. 620,76	Q. 4 655,72
6	LOSAS				
6.1	LOSA 1ER NIVEL	m ²	300,00	Q. 413,36	Q.124 006,80
6.2	LOSA 2DO NIVEL	m ²	300,00	Q. 394,46	Q.118 336,80
7	MUROS				

Continuación de la tabla IX

7.1	LEVANTADO DE BLOCK	m ²	410	Q. 208,21	Q. 85 366 71
8	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				
8.1	ACOMETIDA ELÉCTRICA	U	1	Q. 7 000,00	Q. 7 000,00
8.2	FUERZA	U	1	Q. 10 000,00	Q. 10 000,00
8.3	ILUMINACIÓN	U	1	Q. 10 000,00	Q. 10 000,00
9	MÓDULO DE GRADAS				
9.1	MÓDULO DE GRADAS (INCLUYE BARANDA)	Global	1	Q. 20 000,00	Q. 20 000,00
10	INSTALACIÓN PUERTAS				
10.1	PUERTA DE METAL P-1 (2,10X0,90)	U	12	Q. 909,36	Q. 10 912,32
10.2	PUERTA P-2 DE METAL (2,10X0,90)	U	14	Q. 706,86	Q. 9 896,04
11	INSTALACIÓN DE VENTANAS				
11.1	VENTANA TIPO 1 (ALUMINIO)	U	16	Q. 774,36	Q. 12 389,76
11.2	VENTANA TIPO 2 (ALUMINIO)	U	16	Q. 990,48	Q. 15 847,66
11.3	VENTANA TIPO 3 (ALUMINIO)	U	4	Q. 774,36	Q. 3 097,44
11.4	VENTANA TIPO 4 (ALUMINIO)	U	4	Q. 808,11	Q. 3 232,44
12	ACABADOS				
12.1	REPELLO + CERNIDO	m ²	410	Q. 30,38	Q. 12 455,96
12.2	PINTURA	m ²	410	Q. 19,68	Q. 8 069,76
12.3	IMPERMEABILIZANTE TECHO.	m ²	300	Q. 24,97	Q. 7 490,07
12.4	PISO GRANITO(0.25 x 0.25 m)	m ²	580	Q. 145,31	Q. 84 280,54
12.5	AZULEJO DE BAÑO	m ²	84	Q. 235,85	Q. 19 811,05
13	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				
13.1	ACOMETIDA HIDRÁULICA	Global	1	Q. 3 572,42	Q. 3 572,42
13.2	INSTALACION DE AGUA POTABLE	U	1	Q. 14 050,99	Q. 14 050,99
14	ARTEFACTOS Y ACCESORIOS SANITARIOS				
14.1	INODORO	U	14	Q. 1 290,20	Q. 18 062,81

Continuación de la tabla IX

14.2	LAVAMANOS	U	12	Q. 889,69	Q. 10 676,25
14.3	MINGITORIOS	U	6	Q. 1 236,39	Q. 7 418,34
14.4	GRIFOS	U	2	Q. 154,99	Q. 309,98
14.5	ESPEJOS	U	4	Q. 614,96	Q. 2 459,85
15	INSTALACIÓN DRENAJES				
15.1	RED DE DRENAJE SANITARIO	Global	1	Q. 23 495,67	Q. 3 495,67
15.2	RED DE DRENAJE PLUVIAL	Global	1	Q. 27 561,94	Q. 27 561,94
16	LIMPIEZA GENERAL				
16.1	LIMPIEZA GENERAL	Global	1	Q. 10 000,00	Q. 10 000,00
TOTAL DEL PROYECTO				Q.	1 412 630,72

Fuente: elaboración propia.

2.1.9. Evaluación de impacto ambiental

Es el procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

- Impactos ambientales de la construcción de edificaciones

Dentro de las actividades industriales, la construcción es la mayor consumidora, junto con la industria asociada, de recursos naturales y una de las principales causantes de la contaminación atmosférica. Por lo tanto, la aplicación de criterios de construcción sostenible de las edificaciones se hace imprescindible para el respeto del medio ambiente y el desarrollo de las sociedades actuales y futuras.

En el apartado del consumo energético, hay que señalar que la actividad de construcción, como tal, no consume mucha energía en comparación con otras actividades humanas. Sin embargo, la consecución y procesamiento de los materiales de construcción y la utilización diaria de edificios e infraestructuras constituye de manera indirecta una de las actividades humanas más intensivas en consumo energético.

En este sentido, el hecho de que las edificaciones sean los responsables de aproximadamente el 50% de energía utilizada, les convierte en uno de los principales causantes de las emisiones contaminantes a la atmósfera.

La energía directa e indirecta usada en las viviendas y edificios proviene principalmente de la generación por medio de hidroeléctricas y de la combustión de combustibles fósiles, que contribuyen de manera muy importante a la contaminación atmosférica, principalmente anhídrido carbónico, óxidos de azufre y de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono, óxido nitroso y partículas en suspensión.

Además, el impacto de las actuales edificaciones, que ocupan cada vez más una mayor parte del territorio, crea un ambiente físico hostil para el desarrollo cotidiano de las actividades de los ciudadanos. En cuanto a los residuos sólidos urbanos, el mayor volumen no se genera en el período de construcción de las edificaciones, sino en su utilización diaria durante su vida útil.

- Medidas de mitigación
 - Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente.
 - En el momento de iniciar la construcción, señalar el área.
 - Repoblar con árboles nativos de la región, las áreas libres.
 - Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas.
 - Utilizar rutas alternas al centro de la población.
 - Enterrar las bolsas (envases de cemento y cal) en vez de quemarlas.
 - Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza.
 - Después de cada jornada de trabajo, limpiar el área (recoger: estacas de madera, tablas con clavos, restos de mezcla, pedazos de hierro etc.)
 - Cuando sea posible, limitar el mover tierra solo durante la estación seca.
 - Compactar la tierra removida.
 - Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores.
 - Garantizar uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, mascarillas, cascos).
 - Incluir botiquín de primeros auxilios.

2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Brisas de Atulapa del municipio de Esquipulas

El estudio del sistema de alcantarillado de la aldea de Brisas es estrictamente sanitario, para su realización se hizo en primer lugar, un estudio de población y un levantamiento topográfico.

El proyecto comprende 1 200 metros de tubería de PVC de 6" de diámetro, 13 pozos de visita de diferentes profundidades y 250 conexiones domiciliarias. El diseño de este sistema se realizará bajo las Normas de INFOM, para un período de diseño de 30 años, con una dotación de 150 lt/hab/día y factor de retorno de 0,85.

2.2.1. Aspectos preliminares

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se tomaron en cuenta factores como: derecho de paso, localización de los puntos de desfogue, pendiente del terreno y cantidad de familias beneficiadas.

2.2.2. Levantamiento topográfico

- Planimetría

El levantamiento planimétrico sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y en general aquellos puntos de importancia. Para este proyecto, se realizó por medio de una poligonal abierta, aplicando el método de conservación del azimut, el equipo utilizado fue teodolito T-20, estatal, plomada y una cinta métrica.

- Altimetría

El desarrollo del presente estudio requirió de un levantamiento topográfico para conocer el perfil del terreno, así mismo para determinar las elevaciones y pendientes del terreno. Se aplicó el método taquimétrico, el equipo utilizado fue teodolito T-20, estadal, plomada y una cinta métrica. Los resultados de la altimetría se presentan en el plano de densidad de vivienda.

2.2.3. Diseño del sistema

Es necesaria que las aguas servidas sean conducidas en sistemas adecuados, a través de conductos subterráneos para ser evacuados lejos de las áreas pobladas, reduciendo de esa forma la contaminación

2.2.3.1. Descripción del sistema a utilizar

En la región las necesidades son grandes y los recursos económicos escasos, el tipo de drenaje a utilizar será de tipo sanitario. Este sistema consiste en recoger las aguas servidas domiciliarias como: baños, cocinas, lavabos e inodoros, residuos comerciales, entre otros.

2.2.3.2. Diseño hidráulico

Varias son las fórmulas utilizadas para el cálculo hidráulico de alcantarillado, tales como: Chezy, Manning, entre otras; las que permiten determinar velocidades, caudales, diámetros, pendientes, etc. Siendo éstas:

- Fórmula de Chezy

$$V = C * \sqrt{R * S}$$

Donde:

V = velocidad (m/s)

R = radio hidráulico

S = pendiente en %

C = coeficiente

- Fórmula de Manning

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

V = velocidad (m/s)

S = pendiente en %

R = radio hidráulico

n = coeficiente de rugosidad

2.2.3.2.1. Período de diseño

El período de diseño de un sistema de alcantarillado es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable; éste período variará de acuerdo con:

- La cobertura considerada en el período de diseño estudiado
- Crecimiento de la población
- Capacidad de administración, operación y mantenimiento

Según las normas de instituciones como el Instituto de Fomento Municipal (INFOM); capítulo 2 de las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillado, los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función, durante un periodo de 30 a 40 años, a partir de la fecha que se desarrolle el diseño, para el proyecto se tomó un período de diseño de 30 años.

2.2.3.2.2. Población de diseño

Para el cálculo de la población existen diferentes métodos, entre los cuales están: incremento aritmético, incremento geométrico, gráfica, método de saturación.

Para el presente proyecto se adoptó el método de saturación, ya que los límites de la urbanización están definidos sin posibilidad de expandirse, además la vivienda es de tipo social de escasos recursos y la posibilidad de ampliación es muy baja, por lo tanto se tomará una población de diseño, asignando un número de habitantes en la totalidad de los lotes.

La densidad de habitantes por vivienda es de 6 personas, haciendo un total de 1 500 personas en todo el proyecto.

2.2.3.2.3. Dotación

La cantidad de agua asignada en un día a cada usuario para satisfacer sus necesidades y se expresa en litros por habitantes por día (lt/hab/día). La

dotación que asigna el Departamento de Agua Potable de la Municipalidad de Esquipulas es de 150 (lt/hab/día).

2.2.3.2.4. Factor de retorno

Se sabe que no todo el 100% de agua potable que ingresa a cada vivienda regresará a las alcantarillas, por razones de riego, de terrenos agrícolas y patios, considerando perderse hasta un 25% del caudal de agua potable. 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 85%.

2.2.3.2.5. 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 domésticos, para las horas pico. Se expresa por medio de la fórmula de Harmon, en la cual su valor disminuye si la población aumenta y aumenta si la población disminuye. El factor de Harmon es adimensional y se obtiene de la siguiente ecuación:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{\text{hab}}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{\text{hab}}{1\,000}}}$$

Donde:

FH = factor de Harmon

P = población acumulada en miles de habitantes para cada tramo.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{1\ 500}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{1\ 500}{1\ 000}}} = 3,68$$

2.2.3.2.6. Caudal sanitario

Previo al diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario, es necesario determinar los distintos caudales que circularán a través de los colectores. Los caudales que integran el caudal medio son el domiciliar, el comercial, el industrial y el producido por las infiltraciones y conexiones ilícitas.

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{con}} + Q_{\text{ilí}} + Q_{\text{inf}}$$

- Caudal domiciliar

Es el volumen de aguas servidas que se evacua de las viviendas hacia el colector principal. Este caudal debe calcularse con base en el número de habitantes futuro, la dotación y el factor de retorno, expresado en litros por segundo.

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{dot} * FR * \text{hab}}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar (lt/seg)

dot = dotación (lt/hab/día)

FR = factor de retorno

hab = número de habitantes

$$Q_{dom} = \frac{(150 \text{ lts/ hab/día}) * 0,85 * 1 500}{86 400} = 2,21 \text{ lt/seg}$$

- Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual dependerá del nivel freático del agua, de la profundidad y tipo de la tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas y la calidad de mano de obra.

Para este estudio no se tomará en cuenta, ya que en el diseño se utilizará tubería de PVC, y este material no permite infiltración de agua.

- Caudal por conexiones ilícitas

Es la cantidad de agua de lluvia que se ingiere al drenaje sanitario de forma ilegal. Según el capítulo 2,8 del INFON, menciona que se agregara un 10% del caudal doméstico, sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto. Para el proyecto se tomará el 30% del caudal domiciliar.

$$Q_{ilicitas} = 30\% * Q_{dom}$$

Donde:

$Q_{ilicitas}$ = caudal de conexiones ilícitas

Q_{dom} = caudal domiciliar

$$Q_{ilicitas} = 30\% * (2,21 \text{ lt/seg}) = 0,66 \text{ lt/seg}$$

- Caudal comercial e industrial

En el caso de la aldea Brisas de Atulapa, no se tomó en cuenta el caudal industrial, ni el comercial, ya que al sistema no se conectará industria ni comercio alguno.

- Caudal sanitario o caudal medio

El caudal sanitario para el proyecto proveniente de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas e infiltración, es el siguiente.

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{con}} + Q_{\text{ilí}} + Q_{\text{inf}}$$

$$Q_{\text{sanitario}} = 2,21 + 0 + 0 + 0,66 + 0 = 2,88 \text{ lt/seg}$$

2.2.3.2.7. Factor de caudal medio

Este factor regula la aportación del caudal en la tubería. Se considera como la suma de los caudales doméstico, de infiltración, por conexión ilícita, comercial e industrial.

Este factor, según el INFOM debe estar entre los rangos 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 los valores no se alejen demasiado de los límites, ya que se podría caer en un sobre diseño, según sea el caso.

$$F_{qm} = \frac{Q_s}{\text{No. hab. futuro}} = \frac{\Sigma(Q_{\text{dom}} + Q_{\text{cilicitos}} + Q_{\text{infiltracion}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}})}{\text{Número de habitantes futuro}}$$

Donde:

Fqm = factor caudal medio

Qs = caudal sanitario

$$F_{qm} = \frac{2,21 \text{ lt/seg} + 0,66 \text{ lt/seg}}{1\ 500 \text{ hab}} = 0,0019$$

El valor del factor de caudal medio debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005. El valor que se obtiene es menor al rango inferior, se tomará 0,002.

2.2.3.2.8. Caudal de diseño

Es el que se determina para establecer qué cantidad de caudal puede transportar el sistema en cualquier punto en todo el recorrido de la red, siendo este el que establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño del alcantarillo. Debe calcularse para cada tramo del sistema, se obtiene de multiplicar el factor de Harmon con el factor de caudal medio y el número de habitantes, expresado mediante la siguiente ecuación.

$$q_{\text{dis}} = FH * f_{qm} * \text{hab}$$

Donde:

q_{dis} = caudal de diseño (l/seg)

Fqm = factor de caudal medio

FH = factor de Harmon

No. habitantes = número de habitantes contribuyentes a la tubería

$$q_{\text{dis}} = 3,68 * 0,019 * 1\ 500 = 10,59 \text{ lt/seg}$$

2.2.3.2.9. Diseño de secciones y pendientes

La pendiente de la tubería debe adaptarse a las condiciones del terreno, para reducir costos por excavación. Sin embargo, en todos los casos se tiene que cumplir con las siguientes especificaciones hidráulicas que determinan la pendiente apropiada de la tubería:

$$q < Q$$

Donde:

Q = caudal a sección llena

q = caudal de diseño

2.2.3.2.10. Selección del tipo de tubería

Seleccionar la tubería que se adapte de mejor forma a las condiciones del terreno y de la cantidad de aguas servidas a transportar.

Para este tipo de proyectos se utilizan tanto tubería de concreto como tubería PVC, siendo la segunda es la más aceptada debido al fácil manejo en construcción y transporte, así como la eficiencia para el flujo de las aguas servidas, por lo que para este proyecto se empleará tubería de PVC.

2.2.3.2.11. Velocidades

La velocidad máxima según la Norma de INFOM es de 3,00 m/s y la velocidad mínima será de 0,60 m/s. Aunque se debe de tener en cuenta que con la nueva tecnología las tuberías de PVC son fabricadas con mayor calidad, y por lo tanto toleran una velocidad mayor de 5,00 m/seg y menores hasta 0,40 m/seg.

2.2.3.2.12. Tirante (profundidad del flujo)

La altura del tirante del flujo deberá ser mayor del 10% del diámetro de la tubería y menor del 75% de la misma. Estos parámetros aseguran su funcionamiento como canal abierto, así como su eficiencia en el arrastre de los sedimentos.

2.2.3.2.13. Cotas Invert

Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

Hmín = altura mínima, depende del tránsito que circule por las calles

CI = cota invert inicial

CT_i = cota del terreno inicial

CT_f = cota del terreno final

CIS = cota invert de la tubería de salida

CIE = cota invert de la tubería de entrada

D = distancia horizontal

S% = pendiente del terreno o tubería

Et = espesor de la tubería

A continuación se enuncian las ecuaciones específicas:

$$CT_f = CT_i - (D * S\% \text{ terreno})$$

$$S\% = ((CT_i - CT_f)/D) * 100 = \%$$

$$Et = (\emptyset * 0,30)/100 = (m)$$

$$CI = CT_i - (H_{\text{mínima}} + Et + \text{diámetro})$$

$$H_{\text{pozo}} = CT - CIS$$

2.2.3.2.14. Diámetro de tuberías

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios, según Las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del INFOM, será de 6" para tubos de PVC y 8" para tubos de concreto, 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.

2.2.3.2.15. Profundidad de tuberías

La colocación de tuberías debe hacerse a una profundidad en la cual no sea afectada por las inclemencias del tiempo y, principalmente, por las cargas transmitidas por el tránsito y evitar con esto rupturas en los tubos.

Tabla X. **Profundidades mínimas de las tuberías de drenaje**

Diámetro de tubería [pulgadas]	Profundidad para tránsito normal [m]	Profundidad para tránsito pesado [m]
4	1,20	1,30
6	1,20	1,40
8	1,22	1,42
10	1,28	1,48
12	1,33	1,53

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.2.16. Estructuras complementarias

Son las obras de arte que complementarán el conjunto de tuberías del sistema. Entre éstas están: pozos de visita, cajas de registro y conexiones domiciliarias.

- Pozos de visita

Son estructuras que forman parte del sistema de un alcantarillado, son empleados como medios de inspección y limpieza.

Su construcción está predeterminada, según normas establecidas por instituciones encargadas de velar por la adecuada construcción de sistemas de alcantarillado. En el país los métodos más utilizados son los pozos de ladrillo de barro cocido con tapadera de concreto, y actualmente circulan en el mercado pozos prefabricados de cloruro de polivinilo. Según Normas del INFOM, deben localizarse en los siguientes casos:

- En cambios de diámetro
 - En cambios de pendiente
 - En cambios de dirección horizontal para diámetros menor de 24”
 - En las intersecciones de tuberías colectoras
 - En los extremos superiores de ramales iniciales
 - A distancias no mayores de 100 metros en línea recta
- Conexiones domiciliarias

Éstas tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado central. Es costumbre dejar previsto una conexión en Y en cada lote o predio donde haya que conectar un drenaje doméstico. El empotramiento con el colector principal se debe hacer en la parte superior, para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica, cuando el colector esté funcionando a toda su capacidad.

Consta de las siguientes partes:

- Caja de registro (candela domiciliar o acometida domiciliar)
- Tubería secundaria

2.2.3.2.17. Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, y del ancho de la zanja, que depende del diámetro de la tubería a instalar y de la longitud entre pozos.

$$V = \frac{(H1 + H2)}{2} * d * t$$

Donde:

- V = volumen de excavación
- H1 = profundidad del primer pozo
- H2 = profundidad del segundo pozo
- d = distancia entre pozos
- t = ancho de la zanja

2.2.3.2.18. Ejemplo de diseño de un tramo

Se presenta paso a paso, el diseño de un tramo que va del pozo de visita 2 al pozo de visita 3 (PV2 - PV3).

Tabla XI. **Parámetros de diseño, alcantarillado sanitario**

BASES DE DISEÑO		
TIPO DE PROYECTO :	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
LUGAR	ALDEA BRISAS DE ATULAPA, ESQUIPULAS	
DENSIDAD DE POBLACION ASUMIDA:	6	HABITANTES/VIVIENDA
VIVIENDAS LOCALES	6	VIVIENDAS
VIVIENDAS ACUMULADAS	29	VIVIENDAS
POBLACION	210	HABITANTES
PERIODO DE DISEÑO:	30	AÑOS
DOTACION AGUA POTABLE:	150	LITROS/HABITANTE/DIA
FACTOR DE RETORNO	85%	
Qdoméstico	0.31	LITROS/HABITANTE/DIA
Qilícitos	0.155	LITROS/HABITANTE/DIA
Qmedio	0.465	lts/seg
Fqmedio (0.002 < Fqmedio < 0.005)	0.0020	
COEFICIENTE MANNING:	0.010	PARA TUBERIA PVC
	0.014	PARA TUBERIA CONCRETO

Fuente: elaboración propia.

Aplicando los datos anteriores y las fórmulas, se diseña el tramo PV-2 a PV-3.

C_{PV-1}	= 99,00
C_{PV-2}	= 98,60
Long tramo	= 37,50
$S_{terreno} = ((99,00-98,60))/37,50 * 100$	= 1,07%
Viviendas locales	= 6
Viviendas acumuladas	= 29
Población de diseño	= 210 habitantes

- Factor de Harmon

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{\text{hab}}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{\text{hab}}{1\,000}}} = \frac{18 + \sqrt{\frac{210}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{210}{1\,000}}} = 4,14$$

- Caudal de diseño

$$q_{dis} = FH * fqm * Hab$$

$$q_{diseño} = 4,14 * 0,0022 * 210 = 1,925 \text{ lt/seg}$$

- Diámetro de la tubería

Diámetro mínimo. $\Phi = 6''$

- Pendiente de la tubería

$$S = 0,70\%$$

- Velocidad y caudal a sección llena

$$V_{\text{llena}} = \frac{0,03429 * 6^{2/3} * \sqrt{0,0070}}{0,010} = 0,9653 \text{ m/seg}$$

$$Q_{\text{llena}} = 0,947 * \left(\left(6 * \frac{2,54}{100} \right)^2 * \frac{\pi}{4} \right) * 1000 = 17,28 \text{ lt/seg}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\frac{q_{\text{diseño}}}{Q_{\text{llena}}} = (1,925 \text{ lt/seg}) / (17,28 \text{ lt/seg}) = 0,1140$$

De la tabla del apéndice D se obtienen las relaciones hidráulicas.

Relación $d/D = 0,23$

Relación $v/V = 0,65$

- Velocidad de diseño

$$V_{\text{diseño}} = V_{\text{llena}} * v/V$$

$$V_{\text{diseño}} = 0,9653 \text{ m/seg} * 0,65 = 0,62 \text{ m/seg}$$

- Revisión de especificaciones hidráulicas

Por lo tanto la velocidad de diseño es mayor a la velocidad mínima permitida en tubería de PVC, por lo que la pendiente asumida es correcta.

Caudal	$q_{\text{diseño}} < Q_{\text{llena}}$	cumple
Velocidad	$0,4 \text{ m/seg} \leq 0,62 \text{ m/seg} \leq 5,00 \text{ m/seg}$	cumple
Diámetro	$0,1 \leq 0,23 \leq 0,75$	cumple

- Cota invert de salida del PV-2 (Cis)

$$\text{Cis} = \text{cota invert PV-1 y PV-A} - 0.03 \text{ m}$$

$$\text{Cis} = 97,80 \text{ m} - 0,03 \text{ m} = 97,77 \text{ m}$$

$$\text{Cis} = 97,52 \text{ m} - 0,03 \text{ m} = 97,49 \text{ m}$$

- Cota invert de entrada del PV-3 (Cie)

$$\text{Cie} = \text{cota invert de salida del pozo 2 (Cis)} - ((\text{pendiente del tubo}^* \text{ distancia horizontal})/100)$$

$$\text{Cie} = 97,49 \text{ m} - (0,70\% * 37,50 \text{ m}) = 97,22 \text{ m}$$

- Profundidad del PV-2

$$\text{Altura PV-2} = \text{cota del terreno} - \text{cota invert de salida del pozo 2}$$

$$\text{Altura PV-2} = 99,00 \text{ m} - 97,49 \text{ m} = 1,51 \text{ m}$$

- Profundidad del PV-3

$$\text{Altura PV-3} = \text{cota del terreno} - \text{cota invert de salida del pozo 3}$$

$$\text{Altura PV-3} = 98,60 \text{ m} - 97,22 \text{ m} = 1,38 \text{ m}$$

2.2.3.2.19. Propuesta de tratamiento

La finalidad del tratamiento de las aguas residuales es evitar, en lo posible, la contaminación de ríos, lagos y mantos acuíferos, que son las fuentes primordiales del vital elemento como es el agua. Para un tratamiento adecuado previo a la disposición de las aguas negras, hay que tener en cuenta factores como: espacio disponible para las instalaciones, topografía del terreno, costo de la construcción y mantenimiento requerido, para seleccionar las unidades adecuadas a la población.

Luego de realizar el diseño de este proyecto, se propone un tratamiento primario para las aguas provenientes del sistema de alcantarillado, para proceder luego a su depuración o desfogue al medio ambiente, evitando con ello producir daños significativos a la naturaleza. Este tratamiento consiste en la implementación de fosas sépticas.

La fosa séptica es una unidad de tratamiento primario, consistente en una o varias cámaras, convenientemente construidas para retener las aguas residuales. Cumple con la función de sedimentar y digerir los sólidos, y permite la retención del material de grasas contenido en estas, transformándolos anaeróticamente en sustancias y compuestos más simples y estables.

Las fosas, generalmente se diseñan para que las aguas permanezcan durante un periodo de tiempo determinado como mínimo 12 horas hasta 24 horas, este periodo se llama periodo de retención.

Será necesario construir 4 fosas sépticas, tomando como parámetros que la capacidad máxima por fosa séptica, es de 60 viviendas/fosa.

El parámetro de lodos acumulados, por habitante y período de limpieza es de 30 a 80 lt/hab/año, por lo que se tomará para este cálculo un valor medio de 50 lt/hab/año.

Para el mantenimiento, tomar en cuenta el tiempo para acciones de limpieza, que depende de la intensidad de su uso, en ese caso se deberá hacer una inspección cada seis meses y se realizará limpieza cada año, extrayendo el 90% de los lodos existentes, el 10% deberá permanecer en la fosa, ya que servirá para inocular las futuras aguas residuales.

- Diseño de fosa séptica

Para el diseño de la fosa séptica debe tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- El período de retención es como mínimo de 12 horas.
- Relación largo-ancho de la fosa L/A; de 2/1 a 4/1.
- Lodos acumulados por habitante y por período de limpieza, es de 30 a 60 L/hab/año.
- La capacidad máxima recomendable para que la fosa sea funcional debe ser de 60 viviendas.
- Fórmulas y nomenclatura

$$q_{\text{diseño}} = \text{habitantes} * \text{FR} * \text{dotación}$$

$$T = V/q$$

$$V = q_{\text{diseño}} * T$$

Donde:

T = período de retención

V = volumen en litros

Q_{diseño} = caudal (lt/día)

- Cálculo de volumen

Para el cálculo del volumen se asume una altura (H), que es la altura útil, es decir, el fondo de la fosa al nivel de agua se toma una relación L/A dentro de los límites recomendados, queda el volumen como:

$$V = A * L * H$$

Donde:

A = ancho útil de fosa

L = largo útil de la fosa

H = altura útil

Se conoce la relación L/A se sustituye una de las dos en la fórmula de V y se determina el valor de la otra magnitud.

- Cálculo de las fosas

Fosa No. 1

Período de retención	24 horas
Dotación	150 lt/hab/día

Número de habitantes	360 habitantes (60 viviendas)
Tasa de acumulación de lodos	50 lodos/hab/año
Relación largo / ancho	2/1
Período de limpieza	1 año
Factor de retorno	0,85

- Cálculo del caudal

$$q_{\text{diseño}} = \text{hab} * \text{FR} * \text{dotación}$$

$$q_{\text{diseño}} = 360 * 0,85 * 150$$

$$q_{\text{diseño}} = 45\,900 \text{ lt/día}$$

$$q_{\text{diseño}} = 45,9 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Cálculo de volumen de sedimentación.

$$V = q_{\text{diseño}} * T$$

$$V = 45\,900 \text{ lt/día} * 1 \text{ día}$$

$$V = 45\,900 \text{ lt}$$

$$V = 45,90 \text{ m}^3$$

- Cálculo de volumen de acumulación de lodos

$$V_{\text{lodos}} = (\text{hab}) * (\text{tasa de acumulacion de lodos}) * (\text{años de limpieza})$$

$$V_{\text{lodos}} = 360 * 50 \text{ lodos/hab/año} * 1 \text{ año}$$

$$V_{\text{lodos}} = 18\,000 \text{ lt}$$

$$V_{\text{lodos}} = 18 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de la fosa séptica} = 45,90 \text{ m}^3 + 18 \text{ m}^3 = 63,9 \text{ m}^3$$

- Dimensionamiento de fosas sépticas

$$V = A \cdot L \cdot H_{fs} = 63,9 \text{ m}^3$$

Si $L/A = 2$ entonces $L = 2A$ al sustituir en la ecuación de V se asume,

$$H_{fs} = 2 \text{ m}$$

$$V = 2 \cdot A^2 \cdot H_{fs}$$

$$A^2 = V/2 \cdot H_{fs}$$

$$A^2 = 63,9/(2 \cdot 2) = 15,98$$

$$A = 4 \text{ m}$$

$$L = 2A = 2(4) = 8 \text{ m}$$

Las dimensiones útiles de la fosa séptica son:

$$A = 4 \text{ m}$$

$$L = 8 \text{ m}$$

$$H = 2 \text{ m}$$

- Descarga del sistema

Todo sistema de alcantarillado sanitario debe tener la ubicación y el método de desfogue hacia un sistema hídrico, debido a que hay un zanjón colindante al proyecto, se determinó que las aguas tratadas desfoguen en el cuerpo receptor colindante, respetando las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente, para lograr mitigar daños al contexto natural.

2.2.3.2.20. Operación y mantenimiento del sistema

El sistema trabaja por gravedad y no requiere de una operación específica diaria, sin embargo, se debe contemplar limpieza y revisión anual, previa al invierno, tanto de tubería, candelas domiciliarias y pozos de visita como de la caja distribuidora de caudales.

Para el mantenimiento y limpieza de la tubería, pozos de visita y fosas sépticas, los beneficiarios quedarán comprometidos a dar una cuota mensual de Q.10,00 por vivienda.

2.2.4. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario se presentan en el apéndice F, están conformados por:

- Planta densidad de población
- Planta-perfil de alcantarillado sanitario
- Detalle de conexiones domiciliarias
- Detalle de pozos de visita
- Detalle de fosa séptica

2.2.5. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario

Se elaboró siguiendo los criterios del proyecto de alcantarillado, integrando los costos de materiales, mano de obra no calificada, mano de obra calificada y los costos indirectos.

Tabla XII. **Presupuesto de alcantarillado aldea Brisas de Atulapa**

No	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	P.U	SUBTOTAL
1	Trabajos preliminares	1 200	ML	Q. 7,00	Q. 8 400,00
2	Excavación y relleno de zanja	1 105	ML	Q. 91,20	Q. 100 779,00
3	Instalación de tubería Ø 6"	1 200	ML	Q. 150,40	Q. 180 482,37
4	Pozo de visita	20	U	Q. 9 144,21	Q. 182 884,10
5	Conexiones domiciliarias	250	U	Q. 1 539,43	Q. 384 857,20
6	Fosa séptica	4	U	Q. 41 288,79	Q. 165 155,18
7	Pozos de absorción	7	U	Q. 30 561,38	Q. 213 929,63
TOTAL DEL PROYECTO				Q.	1 236 487,47

Fuente: elaboración propia.

2.2.6. Evaluación socioeconómica

La evaluación socioeconómica es necesaria para lograr que los proyectos que se ejecuten a favor de las comunidades, por parte de las municipalidades y/o gobierno, alcancen resultados de mayor impacto que impulsen el desarrollo. Por consiguiente cada proyecto de inversión y cada programa debería estar respaldado por una evaluación social, que permita conocer cuantitativamente el impacto en bienestar social que produce la ejecución de dichos proyectos.

2.2.6.1. Valor presente neto (VPN)

El VPN designa una cantidad presente o actual de dinero, este valor se encuentra al comienzo del período inicial. El concepto del valor presente al igual que el de valor futuro, con base en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

Sobre la escala de tiempo ocurre en el punto cero o en cualquier otro punto desde el cual se escoge medir el tiempo. El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser: $VPN < 0$, $VPN = 0$ y $VPN > 0$.

Cuando el $VPN < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable. Cuando el $VPN = 0$, está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando $VPN > 0$, está indicando que la opción es rentable, y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad. Las fórmulas del VPN son:

$$P = F \left[\frac{1}{(1 + i)^n - 1} \right]$$

$$P = A \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i (1 + i)^n} \right]$$

Donde:

P = valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente

F = valor de pago único al final del período de la operación o valor de pago futuro

A = valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta de ingresos

i = tasa de interés de cobro por la operación o tasa de unidad por la inversión a una solución

n = período de tiempo que se pretende dure la operación

2.2.6.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es el método más utilizado para comparar alternativas de inversión. Se define como la tasa de descuento que iguala al valor presente de los flujos de efectivo con la inversión inicial en un proyecto. La TIR es la tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, o sea el interés que hace que los egresos sean equivalentes a los ingresos.

Debido a que el proyecto es de carácter social, la municipalidad realizará un análisis de inversión de costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera:

Costo = inversión inicial – VPN

Beneficio = número de habitantes beneficiados (a futuro)

Para obtener un análisis más certero a cerca del beneficio y costo del presente proyecto se utilizará la siguiente fórmula:

$\frac{B}{c} > 1$ Donde el beneficio a obtenerse en el proyecto es mayor que el costo, entonces sí es rentable el mismo.

$\frac{B}{c} < 1$ Donde el beneficio a obtenerse en el proyecto es menor que el costo, entonces no es rentable el mismo.

2.2.7. Estudio de impacto ambiental

El proyecto será sometido a una evaluación ambiental inicial, requerida por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. La actividad a desarrollar se caracteriza como proyecto nuevo.

El mayor riesgo que contempla el proyecto podría estar en la ejecución del movimiento de tierras, por lo que se debe realizar un trabajo ordenado. En la tabla XIII se describen las alteraciones y medidas de restauración que se llevarán a cabo en este proyecto.

Tabla XIII. **Alteraciones y medidas de mitigación ambiental**

ALTERACIONES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Sistema atmosférico	
Presencia de partículas en suspensión y polvo	Riego permanente para humedecer las fuentes de emanación de partículas suspendidas
	Dotación de equipos de seguridad al personal
Modificación auditiva por generación de ruidos propios de las actividades	Realización de trabajos en horas hábiles.
Sistema lítico y edáfico	
Movimiento de tierra, corte y relleno, sin extracción del área de manejo.	Manejo ordenado de volúmenes extraídos.
	Compactación y nivelación adecuada en áreas de relleno.
Sociedad y cultura	
Inconvenientes en la circulación peatonal y vehicular	Señalización del área de trabajo.
	Tener un espacio libre, adecuado para circulación
Paisaje	
Modificación visual al área de tratamiento de aguas residuales	Implementación de siembra de árboles y arbustos adecuados en el área de tratamiento de aguas residuales.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) contribuye a que el estudiante afronte, desde una perspectiva de aprendizaje, la resolución de problemas reales, poniendo en práctica los conocimientos que ha adquirido a lo largo de sus años de estudio y al mismo tiempo le permite obtener experiencia para enfrentarse con problemas que se puedan presentar dentro del campo de la ingeniería civil.
2. Este trabajo de graduación muestra el desarrollo del diseño de un edificio escolar que beneficiará a la aldea Loma Linda, ya que los estudiantes no tendrán que viajar a otros lugares para poder realizar sus estudios del nivel medio, buscará solucionar la problemática de la enorme tasa de analfabetismo y el bajo nivel cultural de la aldea y comunidades aledañas. Ya que con la implementación de éste proyecto se pretende brindar un espacio cómodo y funcional, que satisfaga los requerimientos didácticos y pedagógicos para la educación de la niñez beneficiada.
3. La construcción de un sistema de alcantarillado sanitario en la aldea Brisas de Atulapa, buscará contar con una adecuada disposición de aguas residuales, tratando así de evitar la contaminación del ambiente y la propagación de enfermedades gastrointestinales. Para que el proyecto a ejecutarse funcione como lo esperado, se debe cumplir con las especificaciones y demás información establecida en los planos, así como mantener una supervisión permanente. Las autoridades y la población en general juegan un papel importante, ya que de ellos

dependerá que el alcantarillado se mantenga en buenas condiciones, dándole el mantenimiento y uso correcto al sistema.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Esquipulas.

1. Utilizar mano de obra local para la ejecución de los proyectos, ya que así se crea fuentes de trabajo en el municipio, como también la compra de materiales, beneficiando a distintos sectores del mismo.
2. Contratar a un profesional de la Ingeniería Civil para que, a través de él, se garantice la supervisión técnica y el control de calidad de los materiales, durante la construcción del edificio.
3. Actualizar los presupuestos de los proyectos antes de su cotización o contratación, ya que tanto materiales como salarios están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.
4. Gestionar los recursos necesarios para darles seguimiento a los proyectos priorizados del diagnóstico participativo.

A la Facultad de Ingeniería

5. Que se siga apoyando a la Unidad de EPS, para que continúe su labor de prestar este servicio social, que contribuye grandemente al desarrollo del país.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Código de diseño de hormigón armado y comentarios*. USA: Código ACI-318-2005, 2000. 489 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 75 p.
3. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 4a ed. México: Limusa, 1999. 650 p.
4. GORDON, Fair; GEYER, John; OKUN, Daniel Alexander. *Ingeniería sanitaria y de aguas residuales*. México: Noriega. 2000. 154 p.
5. Instituto de Fomento Municipal; UNEPAR. *Normas generales para diseño de alcantarillas: Manual del INFOM*. Guatemala: INFOM. 2001. 30 p.
6. LÓPEZ RIVERA, Luis Miguel. *Diseño de abastecimiento de agua potable para la aldea El Rodeo y edificación escolar de dos niveles en el casco urbano, municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 192 p.

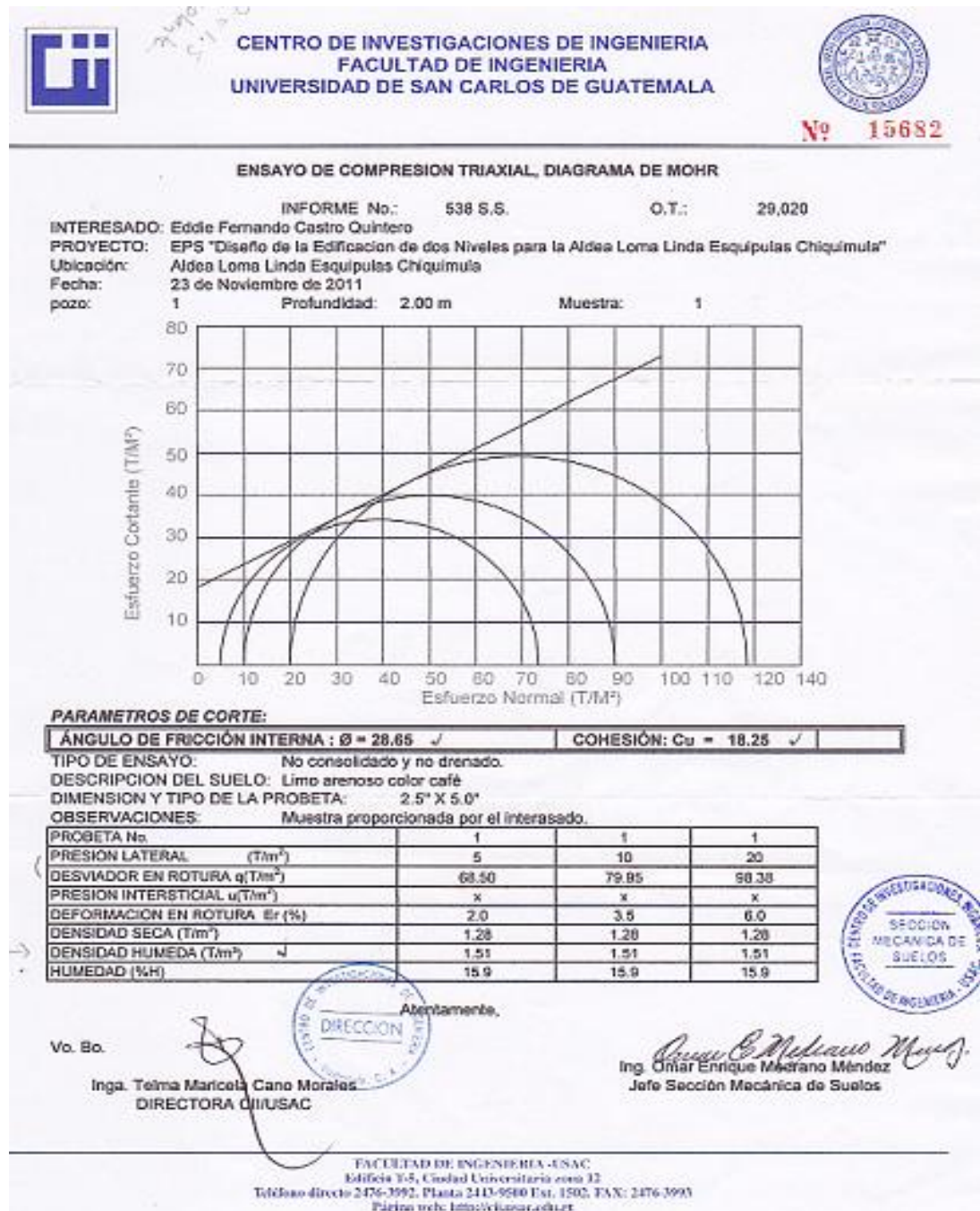
7. NELSON ESTUARDO, Ochoa Franco. *Diseño de la edificación de dos niveles para el centro de capacitación de la mujer, Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 103 p.

8. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. Colombia: Mc Graw-Hill, 2001. 772 p.

APÉNDICES

- APÉNDICE A. Ensayo de compresión triaxial
- APÉNDICE B. Resumen de armado de vigas
- APÉNDICE C. Gastos probables en litros y segundos en función de Unidades Hunter
- APÉNDICE D. Relaciones hidráulicas
- APÉNDICE E. Planos de edificio escolar
- APÉNDICE F. Planos del sistema de alcantarillado sanitario

Apéndice A. Informe del ensayo de compresión triaxial



Apéndice B. **Resumen de armado de vigas**

- Armado de vigas en sentido X

VIGA	NUDO (Izquierda)	CAMA INFERIOR	NUDO (Izquierda)
PRIMER NIVEL			
D E 2.00	D (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 baston No 3.	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	E (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 3 bastones No 3.
E F 6.00	E (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 2 bastones No 5 + 1 baston No. 3	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	F (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 2 bastones No 5.
SEGUNDO NIVEL			
A B 2.00	A (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	B (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5
B C 6.00	B (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 baston No. 4	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	C (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5

- Armado de vigas en sentido Y

VIGA	NUDO (Izquierda)	CAMA INFERIOR	NUDO (Izquierda)
PRIMER NIVEL			
L M 3.75	L (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastón No 5	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	M (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 2 bastones No 4
M N 3.75	M (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastón No. 4	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	N (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 baston No 4.
N Ñ 3.75	N (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastón No. 4	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	Ñ (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastón No. 4
Ñ O 3.75	Ñ (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastón No. 4	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	O(cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastón No. 4
O P 3.75	O (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastón No. 4	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	P (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastón No. 4
P Q 3.75	P (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastón No. 4	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	Q (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastón No. 4
Q R 3.75	Q (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 2 bastones No 3.	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	R (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 2 bastones No 3.

Continuación del apéndice B

R	S	R (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastón No. 4	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	S (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5
3.75				
S	T	D (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastones No 3.	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	E (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastones No 3.
3.00				
T	U	E (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastón No. 4	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	F (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastón No. 4
3.00				
SEGUNDO NIVEL				
A	B	A (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	B (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5
3.75				
B	C	B (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	C (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5
3.75				
C	D	C (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	D (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5
3.75				
D	E	D (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	E (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5
3.75				

Continuación del apéndice B

E	F	E (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	F (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5
3.75				
F	G	F (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5 1 bastón No. 5	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	G (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5
3.75				
G	H	G (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	H (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5
3.75				
H	I	H (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	I (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5
3.75				
I	J	I (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	J (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5
3.00				
J	K	J (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5	K (cama superior) Refuerzo longitudinal 2 varillas No. 5
3.00				

Fuente: elaboración propia

Apéndice C. Gastos probables en litros y segundos en función de Unidades Hunter

UH	lt/seg	UH	lt/seg	UH	lt/seg	UH	lt/seg	UH	lt/seg	UH	lt/seg
0	0	36	1.42	70	2.27	104	2.86	138	3.39	172	3.81
3	0.2	37	1.44	71	2.28	105	2.88	139	3.40	173	3.83
4	0.26	38	1.46	72	2.3	106	2.90	140	3.41	174	3.84
5	0.38	39	1.49	73	2.31	107	2.92	141	3.42	175	3.85
6	0.42	40	1.52	74	2.33	108	2.93	142	3.44	176	3.86
7	0.46	41	1.55	75	2.34	109	2.95	143	3.45	177	3.87
8	0.49	42	1.58	76	2.35	110	2.97	144	3.47	178	3.89
9	0.53	43	1.61	77	2.36	111	2.99	145	3.48	179	3.90
10	0.57	44	1.63	78	2.38	112	3.01	146	3.49	180	3.91
11	0.6	45	1.66	79	2.39	113	3.02	147	3.50	181	3.92
12	0.63	46	1.69	80	2.4	114	3.04	148	3.52	182	3.94
13	0.67	47	1.72	81	2.42	115	3.06	149	3.53	183	3.95
14	0.7	48	1.74	82	2.43	116	3.08	150	3.54	184	3.97
15	0.73	49	1.77	83	2.45	117	3.10	151	3.55	185	3.98
16	0.76	50	1.8	84	2.46	118	3.11	152	3.56	186	3.99
17	0.8	51	1.83	85	2.48	119	3.13	153	3.58	187	4.00
18	0.83	52	1.86	86	2.5	120	3.15	154	3.59	188	4.02
19	0.86	53	1.88	87	2.52	121	3.16	155	3.60	189	4.03
20	0.89	54	1.91	88	2.53	122	3.18	156	3.61	190	4.04
21	0.93	55	1.94	89	2.55	123	3.19	157	3.62	191	4.05
22	0.96	56	1.97	90	2.58	124	3.21	158	3.64	192	4.06
23	1	57	2	91	2.59	125	3.22	159	3.65	193	4.08
24	1.04	58	2.02	92	2.61	126	3.23	160	3.66	194	4.09
25	1.08	59	2.05	93	2.64	127	3.24	161	3.67	195	4.10
26	1.11	60	2.08	94	2.66	128	3.26	162	3.69	196	4.11
27	1.15	61	2.1	95	2.68	129	3.27	163	3.70	197	4.12
28	1.19	62	2.12	96	2.7	130	3.28	164	3.72	198	4.13
29	1.23	63	2.14	97	2.72	131	3.29	165	3.73	199	4.14
30	1.26	64	2.16	98	2.74	132	3.31	166	3.74	200	4.15
31	1.29	65	2.18	99	2.76	133	3.32	167	3.75	201	4.17

Continuación del apéndice C

32	1.31	66	2.2	100	2.78	134	3.34	168	3.77	202	4.18
33	1.34	67	2.22	101	2.8	135	3.35	169	3.78	203	4.20
34	1.36	68	2.23	102	2.82	136	3.36	170	3.79	204	4.21
35	1.39	69	2.25	103	2.84	137	3.37	171	3.80	205	4.23
206	4.24	240	4.54	274	4.99	308	5.47	342	5.89	376	6.32
207	4.25	241	4.55	275	5.00	309	5.49	343	5.90	377	6.33
208	4.27	242	4.56	276	5.01	310	5.49	344	5.91	378	6.35
209	4.28	243	4.57	277	5.03	311	5.50	345	5.93	379	6.36
210	4.29	244	4.58	278	5.04	312	5.51	346	5.94	380	6.37
211	4.30	245	4.59	279	5.06	313	5.52	347	5.95	381	6.38
212	4.31	246	4.60	280	5.07	314	5.54	348	5.96	382	6.40
213	4.32	247	4.61	281	5.09	315	5.55	349	5.98	383	6.41
214	4.33	248	4.62	282	5.10	316	5.56	350	5.99	384	6.42
215	4.34	249	4.63	283	5.12	317	5.57	351	6.00	385	6.43
216	4.35	250	4.64	284	5.13	318	5.59	352	6.02	386	6.45
217	4.36	251	4.65	285	5.15	319	5.60	353	6.03	387	6.46
218	4.37	252	4.67	286	5.16	320	5.61	354	6.04	388	6.47
219	4.38	253	4.68	287	5.18	321	5.62	355	6.06	389	6.48
220	4.39	254	4.70	288	5.19	322	5.64	356	6.07	390	6.50
221	4.40	255	4.71	289	5.21	323	5.65	357	6.08	391	6.51
222	4.40	256	4.72	290	5.22	324	5.66	358	6.09	392	6.52
223	4.41	257	4.74	291	5.23	325	5.67	359	6.11	393	6.53
224	4.41	258	4.75	292	5.25	326	5.69	360	6.12	394	6.55
225	4.42	259	4.77	293	5.26	327	5.70	361	6.13	395	6.56
226	4.43	260	4.78	294	5.28	328	5.71	362	6.15	396	6.57
227	4.43	261	4.80	295	5.29	329	5.72	363	6.16	397	6.58
228	4.44	262	4.81	296	5.30	330	5.74	364	6.17	398	6.60
229	4.44	263	4.83	297	5.32	331	5.75	365	6.18	399	6.61
230	4.45	264	4.84	298	5.33	332	5.76	366	6.20	400	6.62
231	4.46	265	4.86	299	5.35	333	5.77	367	6.21	401	6.63
232	4.47	266	4.87	300	5.36	334	5.79	368	6.22	402	6.65
233	4.48	267	4.89	301	5.37	335	5.80	369	6.23	403	6.66
234	4.49	268	4.90	302	5.39	336	5.81	370	6.25	404	6.67

Continuación del apéndice C

235	4.50	269	4.92	303	5.40	337	5.82	371	6.26	405	6.68
237	4.52	271	4.94	305	5.42	339	5.85	373	6.28	407	6.71
238	4.52	272	4.96	306	5.45	340	5.86	374	6.30	408	6.72
239	4.53	273	4.97	307	5.46	341	5.87	375	6.31	409	6.73

Fuente: elaboración propia con base a tablas usadas en la Unidad de Evaluación de Proyectos de Agua y Alcantarillado de EMPAGUA.

Apéndice D. Relaciones hidráulicas

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.088	0.00015
0.0125	0.0237	0.103	0.00024
0.0150	0.0031	0.116	0.00036
0.0175	0.0039	0.129	0.00050
0.0200	0.0048	0.141	0.00067
0.0225	0.0057	0.152	0.00087
0.0250	0.0067	0.163	0.00108
0.0275	0.0077	0.174	0.00134
0.0300	0.0087	0.184	0.00161
0.0325	0.0099	0.194	0.00191
0.0350	0.0110	0.203	0.00223
0.0375	0.0122	0.212	0.00258
0.0400	0.0134	0.221	0.00223
0.0425	0.0147	0.230	0.00338
0.0450	0.0160	0.239	0.00382
0.0475	0.0173	0.248	0.00430
0.0500	0.0187	0.256	0.00479
0.0525	0.0201	0.264	0.00531
0.0550	0.0215	0.273	0.00588
0.0575	0.0230	0.271	0.00646
0.0600	0.0245	0.289	0.00708
0.0625	0.0260	0.297	0.00773
0.0650	0.0276	0.305	0.00841
0.0675	0.0292	0.312	0.00910
0.0700	0.3080	0.320	0.00985
0.0725	0.0323	0.327	0.01057
0.0750	0.0341	0.334	0.01138
0.0775	0.0358	0.341	0.01219
0.0800	0.0375	0.348	0.01304
0.0825	0.0392	0.355	0.01392
0.0850	0.0410	0.361	0.01479
0.0875	0.0428	0.368	0.01574

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.5396	0.408	0.02202
0.1050	0.05584	0.414	0.02312
0.1075	0.05783	0.42	0.02429
0.1100	0.05986	0.426	0.02550
0.1125	0.06186	0.432	0.02672
0.1150	0.06388	0.439	0.02804
0.1175	0.06591	0.444	0.02926
0.1200	0.06797	0.450	0.03059
0.1225	0.07005	0.456	0.03194
0.1250	0.07214	0.463	0.03340
0.1275	0.07426	0.468	0.03475
0.1300	0.0764	0.473	0.03614
0.1325	0.07855	0.479	0.036763
0.1350	0.08071	0.484	0.03906
0.1375	0.08509	0.495	0.40620
0.1400	0.08509	0.495	0.00430
0.1425	0.08732	0.501	0.04375
0.1450	0.09129	0.507	0.04570
0.1475	0.09129	0.511	0.04665
0.1500	0.09406	0.517	0.04863
0.1525	0.09638	0.522	0.05031
0.1550	0.09864	0.528	0.05208
0.1575	0.10095	0.533	0.05381
0.1600	0.10328	0.538	0.05556
0.1650	0.3080	0.548	0.05916
0.1700	0.10796	0.327	0.01057
0.1750	0.117954	0.568	0.06677
0.1800	0.12241	0.577	0.07063
0.1850	0.12733	0.587	0.07474
0.1900	0.13229	0.696	0.07885
0.1950	0.13725	0.601	0.08304
0.2000	0.14238	0.615	0.08756

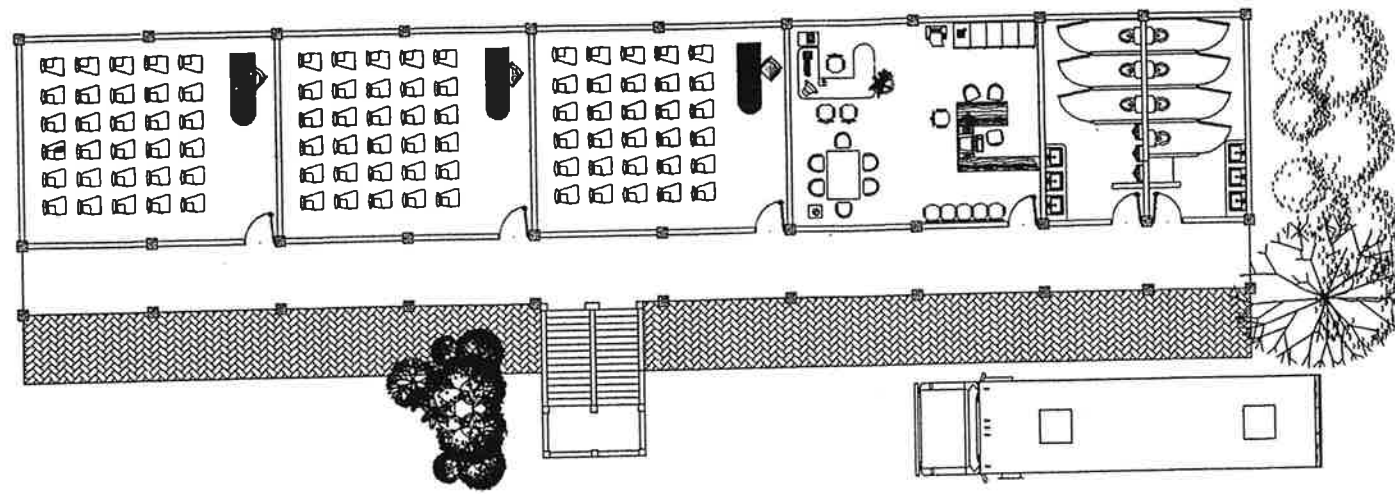
Continuación del apéndice D

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.01631	0.651	0.10619
0.2250	0.1684	0.659	0.11098
0.2300	0.1436	0.669	0.11611
0.2350	0.1791	0.676	0.12109
0.2400	0.1846	0.684	0.12623
0.2450	0.1900	0.692	0.13148
0.2500	0.1955	0.702	0.13726
0.2600	0.2066	0.716	0.14793
0.2700	0.2178	0.730	0.15902
0.3000	0.2523	0.776	0.19580
0.3100	0.2640	0.790	0.20858
0.3200	0.2459	0.804	0.22180
0.3300	0.2879	0.817	0.23516
0.3400	0.2998	0.830	0.24882
0.3500	0.3123	0.843	0.26327
0.3600	0.3241	0.856	0.27744
0.3700	0.3364	0.868	0.29197
0.3800	0.3483	0.879	0.30649
0.3900	0.3611	0.891	0.32172
0.4000	0.3435	0.902	0.33693
0.4100	0.3860	0.913	0.35246
0.4200	0.3986	0.921	0.36709
0.4400	0.4238	0.943	0.39963
0.4500	0.4365	0.955	0.41681
0.4600	0.4991	0.964	0.43296
0.4800	0.4745	0.983	0.46647
0.4900	0.4874	0.991	0.48303
0.5000	0.5000	1.000	0.50000
0.5100	0.5126	1.009	0.51719
0.5200	0.5255	1.016	0.53870
0.5300	0.5382	1.023	0.55060
0.5400	0.5509	1.029	0.56685

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.5900	0.6140	1.07	0.65488
0.6000	0.6265	1.07	0.64157
0.6100	0.6389	1.08	0.68876
0.6200	0.6513	1.08	0.70537
0.6300	0.6636	1.09	0.72269
0.6400	0.6759	1.09	0.73947
0.6500	0.6877	1.10	0.75510
0.6600	0.7005	1.10	0.44339
0.6700	0.7122	1.11	0.78913
0.7000	0.7477	1.12	0.85376
0.7100	0.7596	1.12	0.86791
0.7200	0.7708	1.13	0.88384
0.7300	0.7822	1.13	0.89734
0.7400	0.7934	1.13	0.91230
0.7500	0.8045	1.13	0.92634
0.7600	0.8154	1.14	0.93942
0.7700	0.5262	1.14	0.95321
0.7800	0.8369	1.39	0.97015
0.7900	0.8510	1.14	0.98906
0.8000	0.8676	1.14	1.00045
0.8100	0.8778	1.14	1.00045
0.8200	0.8776	1.14	1.00965
0.8400	0.8967	1.14	1.03100
0.8500	0.9059	1.14	1.04740
0.8600	0.9149	1.14	1.04740
0.8800	0.9320	1.13	1.06030
0.8900	0.9401	1.13	1.06550
0.9000	0.948	1.12	1.07010
0.9100	0.9554	1.12	1.07420
0.9200	0.9625	1.12	1.07490
0.9300	0.9692	1.11	1.07410

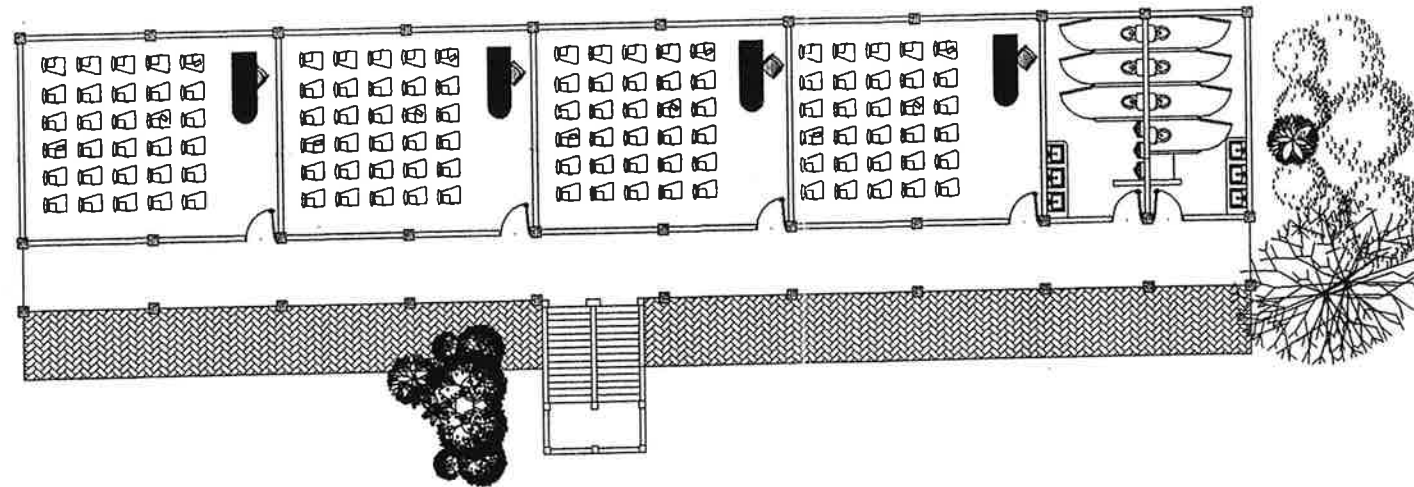
Fuente: elaboración propia

Apéndice E. **Planos de edificio escolar**



PLANTA AMUEBLADA PRIMER NIVEL.

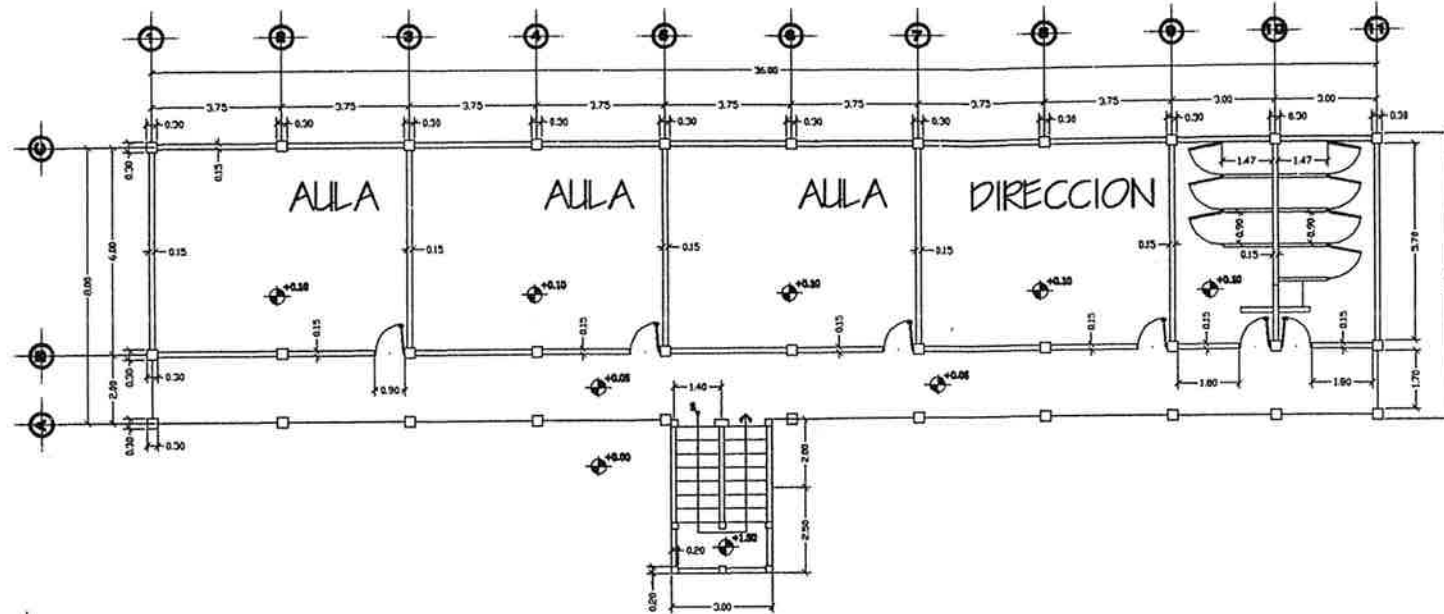
ESCALA : 1:100



PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL.

ESCALA : 1:100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
ASISTENTE DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA			
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA			
PROYECTO	EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES		ESCALA PERSONAL
LUGAR	ALDEA LOYOLA, MUNICIPIO DE SAN CARLOS, DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS		ANEXO 2002
DISEÑO	EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO		H.O.M. No.
EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO	200611163	ING. JUAN MERCK COS	A-1 15
CONTENIDO	PLANTA AMUEBLADA		



ESPECIFICACIONES TECNICAS

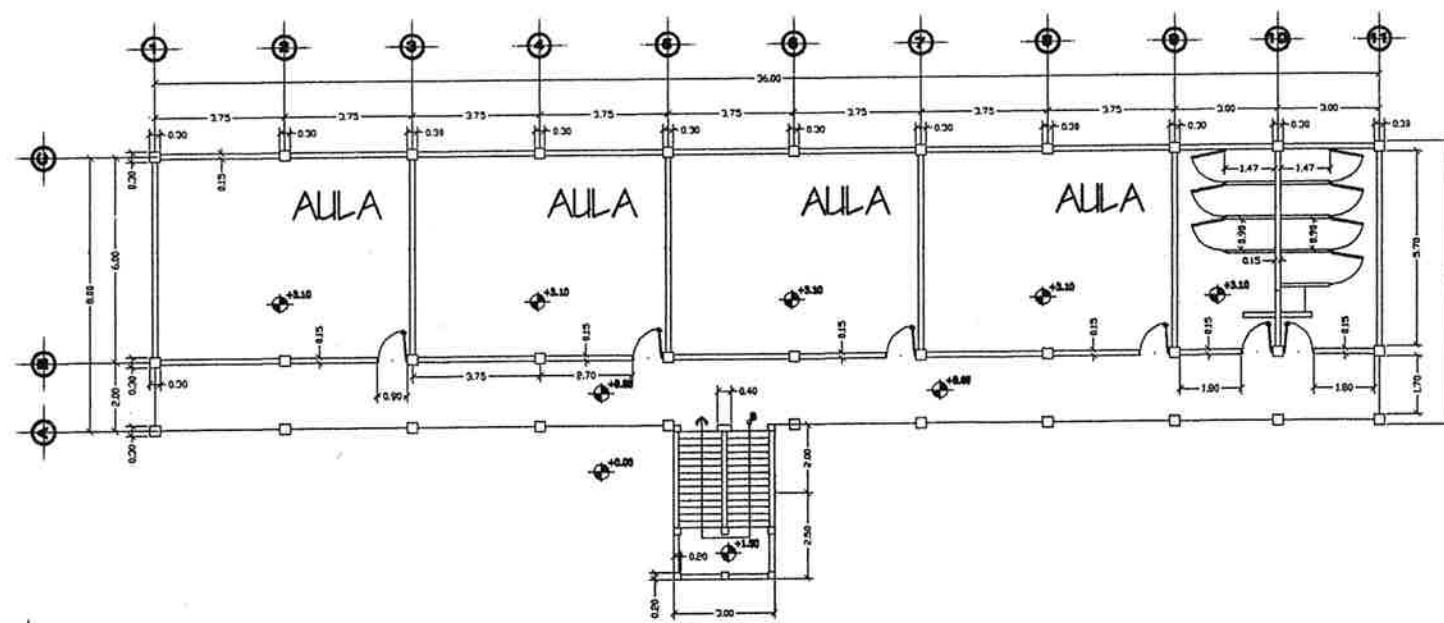
F_c = 20 kg/cm² a 9,000 psi.
 f_y = 250 kg/cm² a 40,000 psi.
 Mod. Elástico de F_c = 35 kg/cm².
 Acero de Grado = V. 2.

CARGA VIVAS UTILIZADAS

ALAS = 250 kg/cm².
 PISOS = 300 kg/cm².
 SEDOS = 100 kg/cm².
 AZOROS = 60 kg/cm².

PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL.

ESCALA : 1:100



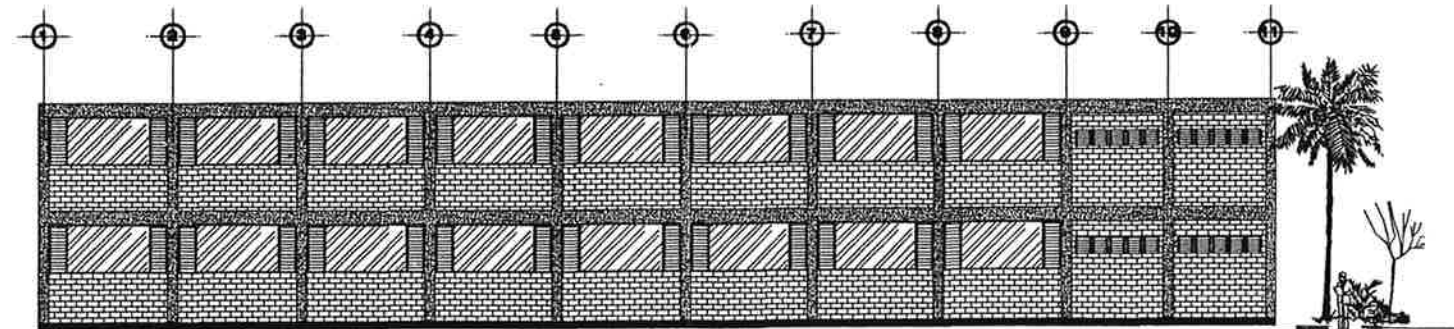
PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL.

ESCALA : 1:100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ASOCIACION DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE GUATEMALA

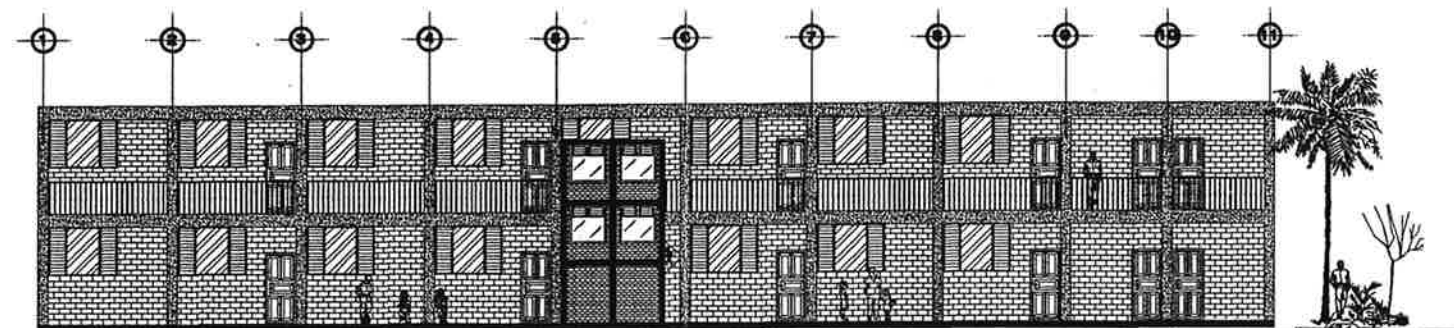
PROYECTO: ASesor(A)-SUPERVISOR DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 CLIENTE: MUNICIPIO DE ESCULAPAL
 DISEÑADO POR: EDDIE FERRER CASTRO QUINTERO
 ESCALA: A-2
 HOJA: 15

CONTENIDO: PLANTA ACOTADA



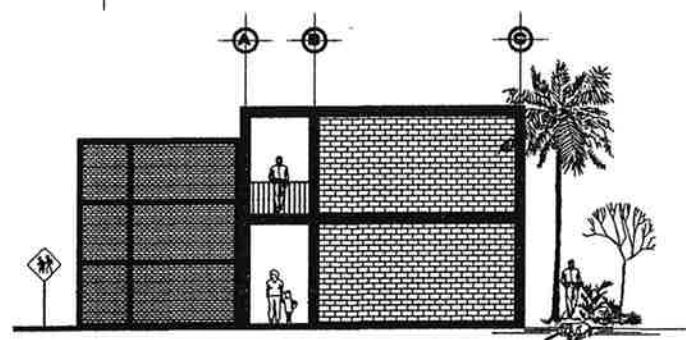
ELEVACION TRASERA

ESCALA : 1:100



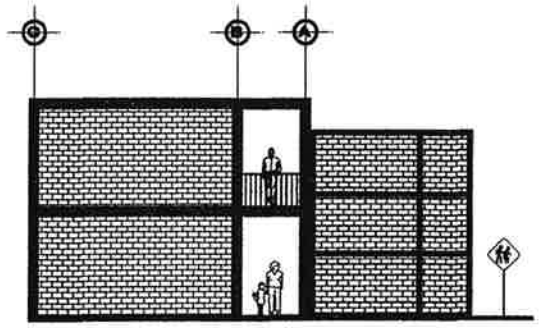
ELEVACION FRONTAL

ESCALA : 1:100



ELEVACION ESTE

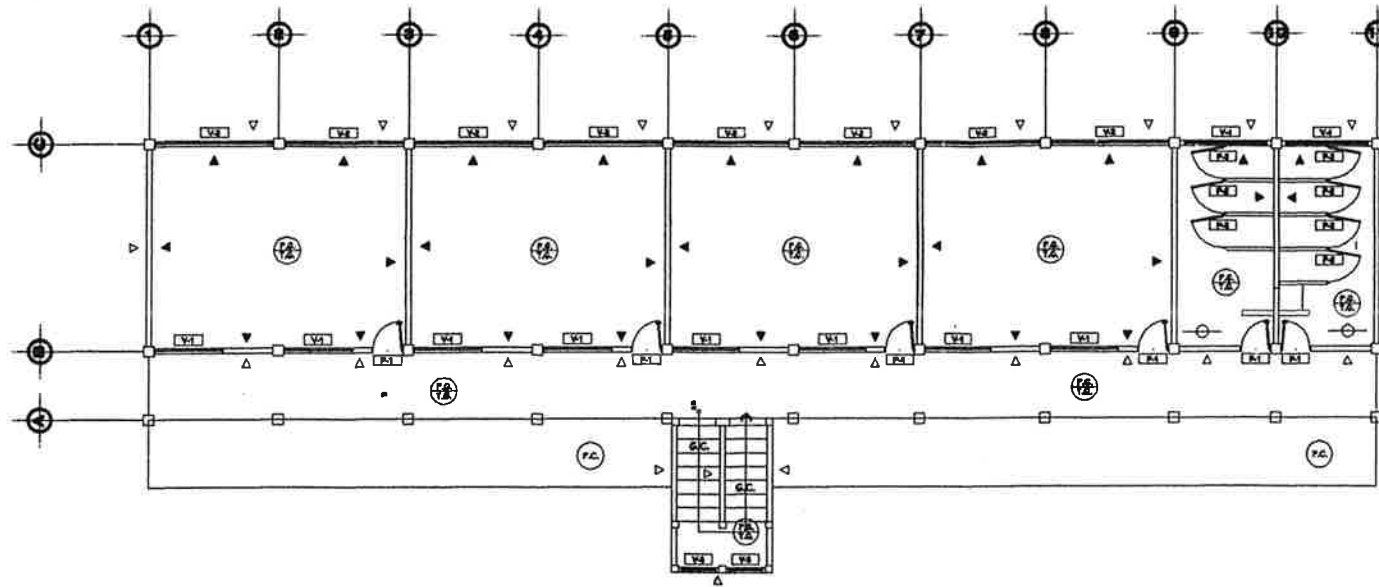
ESCALA : 1:100



ELEVACION OESTE

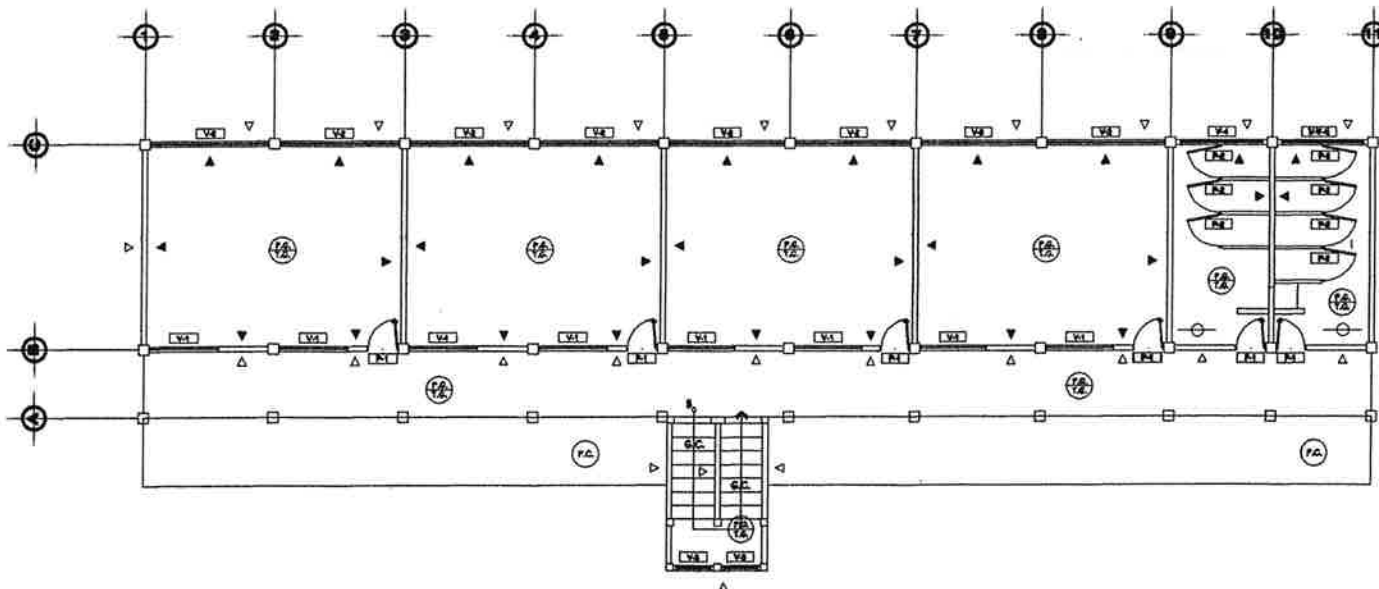
ESCALA : 1:100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA			
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) Unidad de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería			
PROYECTO:	EDIFICIO DE ESCUELA PRIMARIA	ESCALA:	1:100
LUGAR:	MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS, CAYALUTÁN		
GRUPO:	Facultad de Ingeniería		
EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO	200011163	ING. JUAN MENDOZA	A-3 15
CONTENIDO:			
PLANTA ELEVACIONES			



PLANTA ACABADOS PRIMER NIVEL.

ESCALA : 1:100



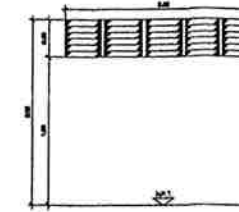
PLANTA ACABADOS SEGUNDO NIVEL.

ESCALA : 1:100

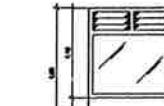
PLANILLA DE PUERTAS						
SÍMBOLO	UNIDADES	ANCHO	ALTO	DESCRIPCIÓN		
P-1	10 unidades	0.80 mts	2.10 mts	PUERTA DE PUERTA SIMPLE DE PUERTA SIMPLE		
P-2	14 unidades	0.80 mts	2.10 mts	PUERTA DE PUERTA SIMPLE DE PUERTA SIMPLE		

PLANILLA DE PUERTAS VENTANAS			
SÍMBOLO	UNIDADES	ANCHO	ALTO
V-1	10 Unidades	1.50 mts	1.80 mts
V-2	10 Unidades	0.80 mts	0.80 mts
V-3	4 Unidades	1.00 mts	0.70 mts
V-4	8 Unidades	0.80 mts	0.80 mts

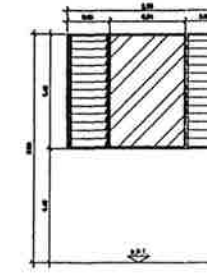
SIMBOLOGIA	
	REPELLO + FINURA
	BLOQUE LIMPIO EN UNA CAPA
	INDICA TIPO DE PUERTA (VER PLANILLA)
	INDICA TIPO DE VENTANA (VER PLANILLA)
	PISO GRANITO
	TECHO DE CONCRETO + GRACADO
	PISO DE CONCRETO
	BLOQUE LIMPIO EN UNA CAPA
	ALLEJID EN BARRA A 2.00 m. PESO PISO
	GRANOS DE CONCRETO



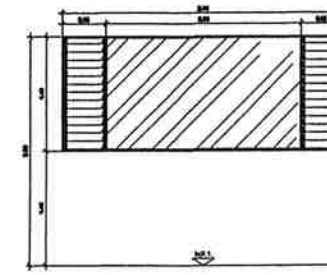
V-3 VENTANA V-3 SIN ESCALA



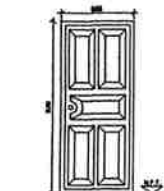
V-4 VENTANA V-4 SIN ESCALA



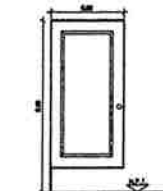
V-1 VENTANA V-1 SIN ESCALA



V-2 VENTANA V-2 SIN ESCALA

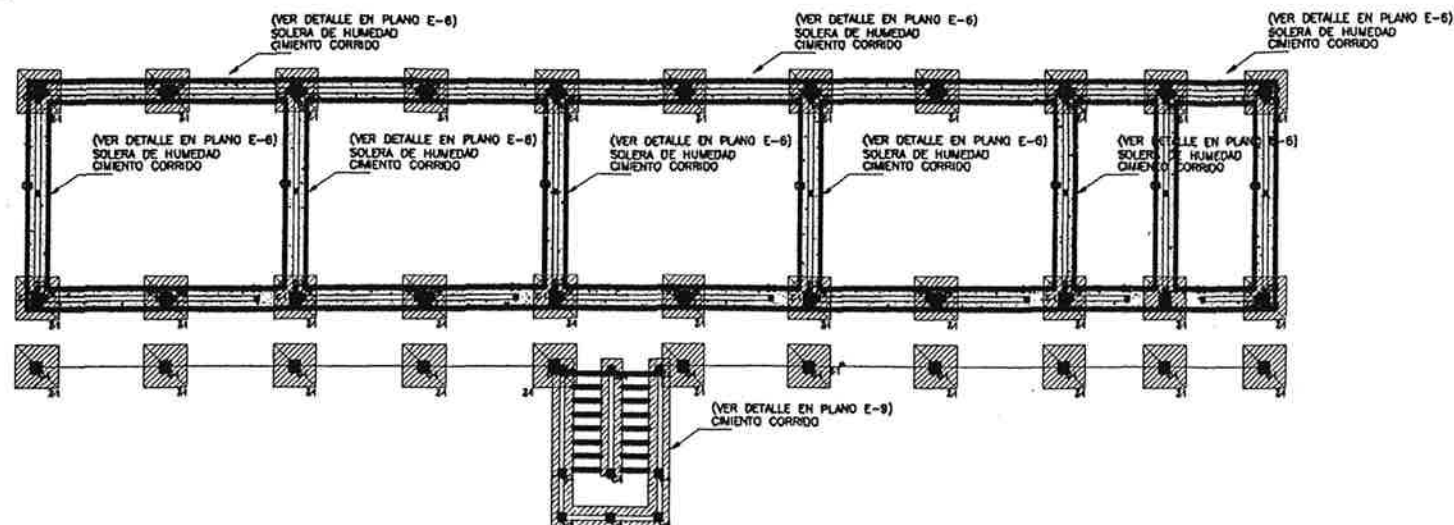


P-1 PUERTA P-1 SIN ESCALA



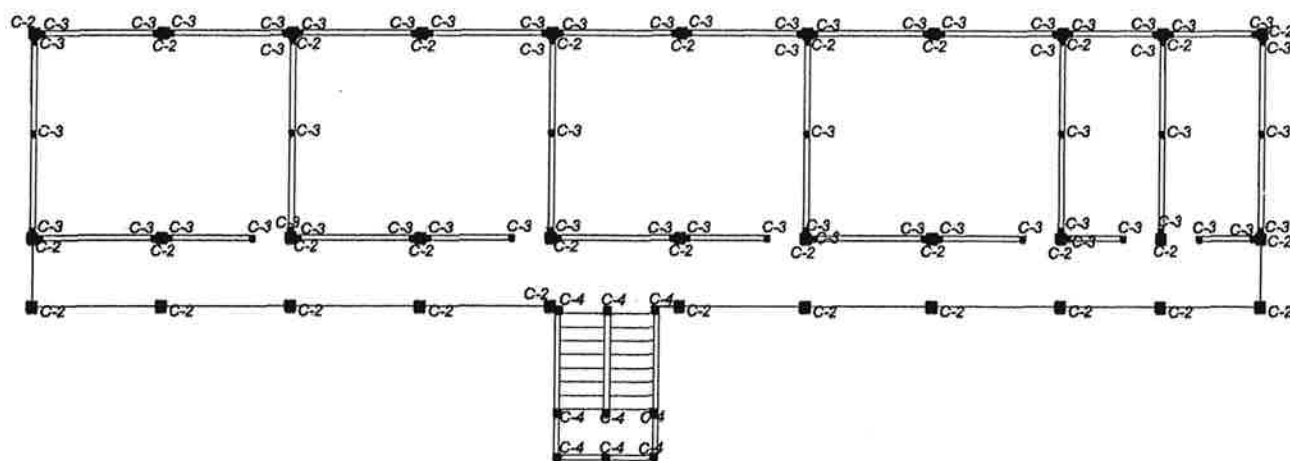
P-2 PUERTA P-2 SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ASOCIACION DE ESTUDIANTES DE INGENIERIA
 PROYECTO: RECONSTRUCCION ESCUELA DE EDUCACION SUPERVISORIA DE EPS
 LUGAR: ALDIA LOMA GRANDE MUNICIPIO DE SAN JUAN CANTON DE SAN JUAN DE LOS RIOS DEPARTAMENTO DE GUATEMALA
 DISEÑO: EDDIE FERNANDEZ CASTRO QUINTERO
 CONTENIDO: PLANTA ACABADOS
 A-4 15



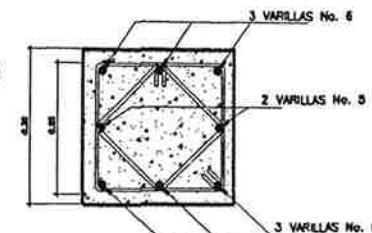
PLANTA CIMIENTOS + COLUMNAS PRIMER NIVEL.

ESCALA : 1:100

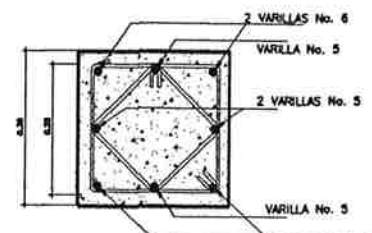


PLANTA COLUMNAS PRIMER NIVEL.

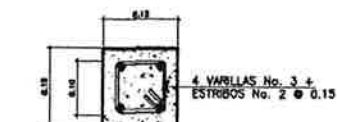
ESCALA : 1:100



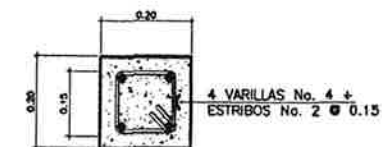
COLUMNA C-1 1/15
4 No. 7 + 4 No. 4 + Est. No. 3 @ 10 cms.



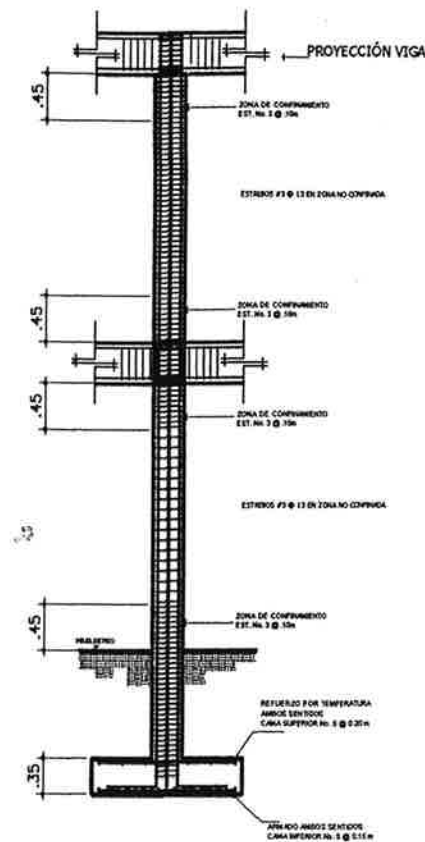
COLUMNA C-2 1/15
4 No. 6 + 4 No. 5 + Est. No. 3 @ 10 cms.



COLUMNA C-3 1/10
2 No. 3 + Est. No. 2 @ 20 cms.



COLUMNA C-4 1/10
2 No. 3 + Est. No. 2 @ 20 cms.



DETALLE ARMADO DE COLUMNA
ESCALA 1:3

RECUBRIMIENTOS

VIGAS	5.00 cm
COLUMNAS	3.00 cm
LOSAS	2.50 cm
CIMENTOS	7.50 cm

ESPECIFICACIONES DE TRASLAPES Y ANCLAJES EN ACERO

DIAM. No.	TRASLAPES EN COLUMNAS	TRASLAPES EN VIGAS Y LOSAS	ANCLAJE
3	25d	25d	25d
4	25d	25d	25d
5	25d	25d	25d
6	25d	25d	25d
8	25d	25d	25d
10	25d	25d	25d

VALOR SOPORTE: 60 ton/m²
(COMPRESIÓN TRIAXIAL)

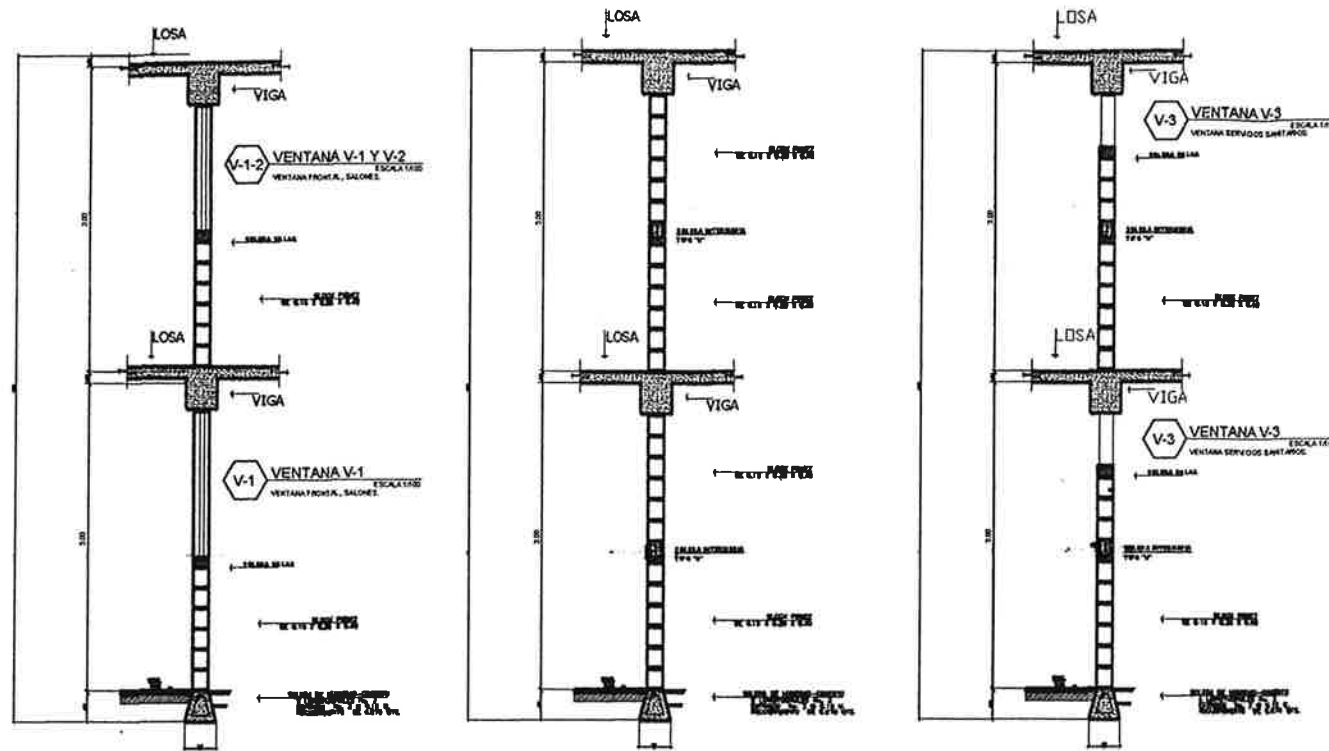
NOTA:
PREVIO A LA CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN,
COMPROBAR EL VALOR SOPORTE, PREFERIBLEMENTE
A TRAVÉS DE UN ENSAYO DINÁMICO.

ESPECIFICACIONES

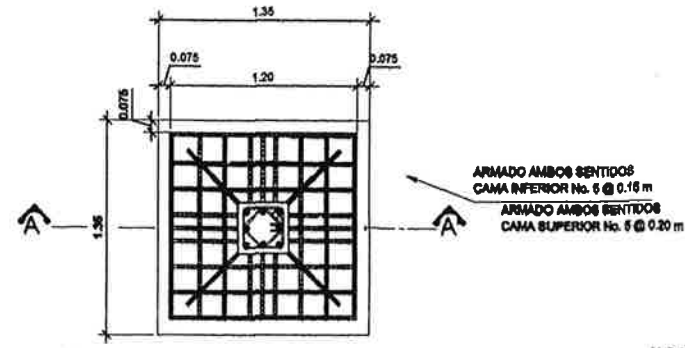
CONCRETO: 4,000 PSI
ACERO: 60,000 PSI
BLOQUE 0.15 x 0.20 x 0.40 DE
35 KG/CM²

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

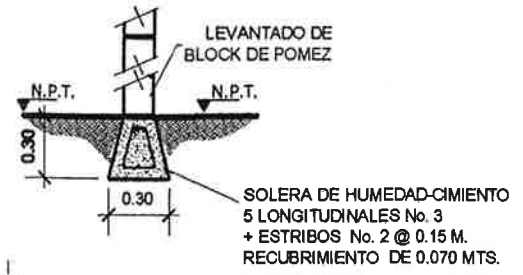
PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES
LUGAR: ALDEA LOJA LIBRE, MUNICIPALIDAD DE ESCUVALA, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS
DISEÑADO: EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO
FECHA: MARZO 2010
ESCALA: E-5/15
CONTENIDO: PLANTA DE CIMIENTOS Y DISTRIBUCIÓN DE COLUMNAS



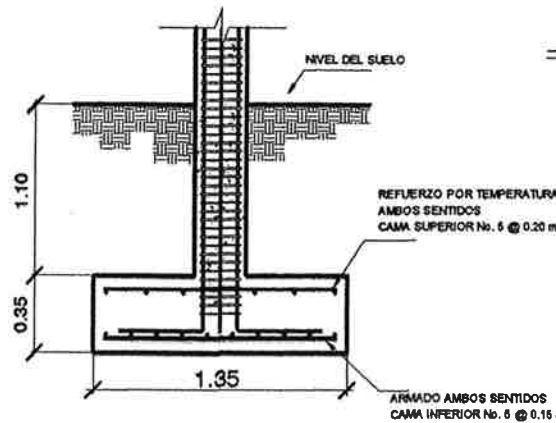
DETALLE TIPICO DE MURO
ESCALA 1:3



DETALLE DE ARMADO DE ZAPATA
ESCALA 1:5



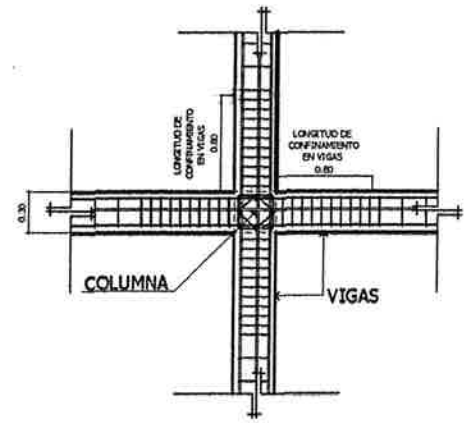
SOLERA DE HUMEDAD-CIMIENTO CORRIDO
ESCALA 1:6



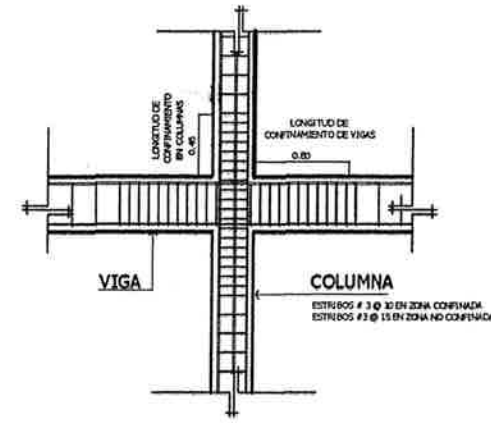
SECCIÓN A-A'
ESCALA 1:5

RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	5.00 cm
COLUMNAS	3.00 cm
LOSAS	2.50 cm
CIMENTOS	7.50 cm

ESPECIFICACIONES	
CONCRETO	4000 PSI
ACERO	60 KSI
BLOCK DE POMEZ	0.25 x 0.25 x 0.25
TIPO DE POMEZ	75 KSI/CM ²



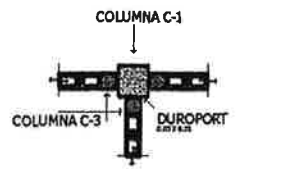
DETALLE PLANTA
NUDO: VIGA-COLUMNA
ESCALA 1/4



DETALLE PLANTA
NUDO: VIGA-COLUMNA
ESCALA 1/4



DETALLE
UNIÓN: MURO - VIGA



PLANTA
UNIÓN: MURO - COLUMNA



ESPECIFICACIONES DE TRASLAPES Y ANCLAJES EN ACERO			
DIAM. No.	TRASLAPES EN VIGAS Y LOSAS	TRASLAPES EN MUROS	ANCLAJES
3	0.40	0.40	0.50
4	0.40	0.40	0.40
5	0.50	0.50	0.50
6	0.60	0.60	0.60
8	0.80	0.80	0.80
10	1.00	1.00	1.00

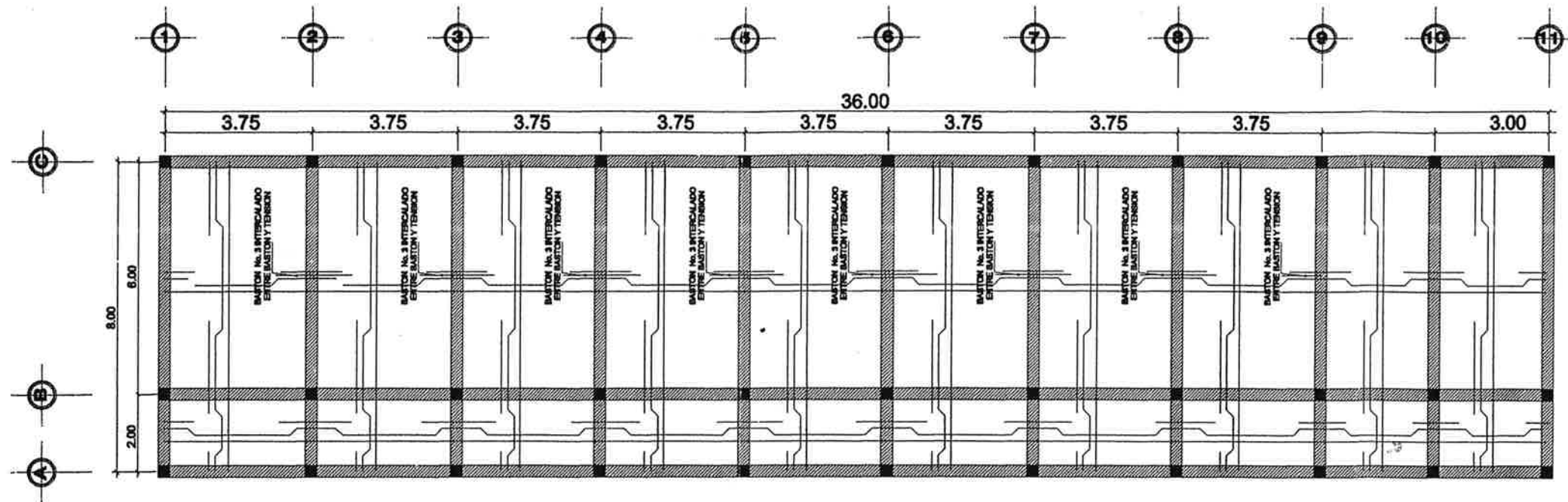
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: EDIFICACION ESCOLAR DE DOS NIVELES
LUGAR: ALDEA LOMA UNICA, MUNICIPALIDAD DE ESCUTULA, GUATEMALA

PROFESOR: EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO
ESTUDIANTE: EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO
CARRERA: INGENIERIA EN CIVIL
MATERIA: ESTRUCTURAS

ESCALA: E-6

CONTENIDO: DETALLES ESTRUCTURALES



PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL.

ESCALA : 1:200

RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	5.00 cm
COLUMNAS	3.00 cm
LOSAS	2.50 cm
CIMENTOS	7.50 cm

NOTAS:

Previo a la construcción, realizar ensayo dinámico para verificar valor soporte del suelo.

GANCHO STANDARD A 135°. El doblez del gancho será 4 veces el diámetro de la varilla, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10cm.

TRASLAPES MINIMOS

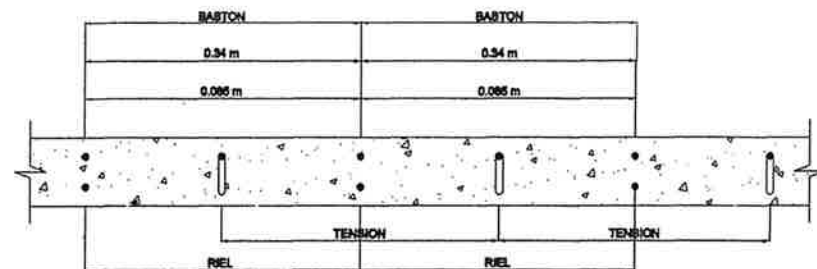
No 3 = 0.40 m.
No 4 = 0.60 m.
No 5 = 0.70 m.
No 6 = 0.80 m.

Especificaciones de acuerdo al Código ACI - 318-89 y las normas Guatemaltecas AGIES.

Longitud de Desarrollo (LD) Mínima en cm.

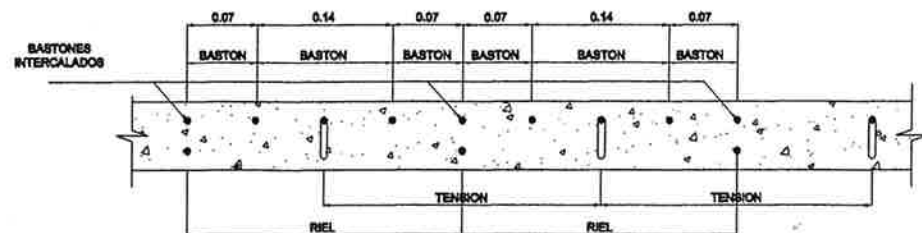
Varilla No.	Ld ¹¹	2.5 x Ld ¹¹	3.5 x Ld ¹¹
3	11	27	38
4	14	35	50
5	16	45	63
6	22	64	75

NOMENCLATURA	
INDICA VIGA	INDICA RIEL
INDICA BASTON	INDICA COLUMNA
INDICA TENSION	



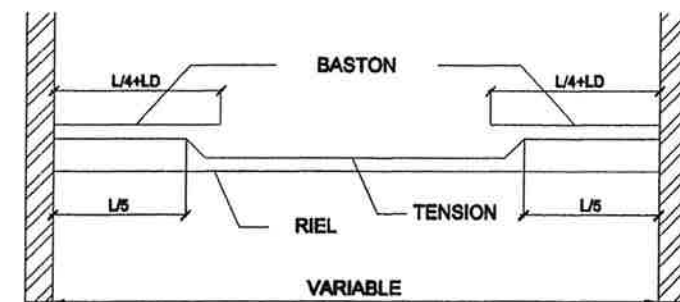
SECCION DE LOSA

SIN ESCALA



SECCION DE LOSA CON BASTON INTERCALADO

SIN ESCALA

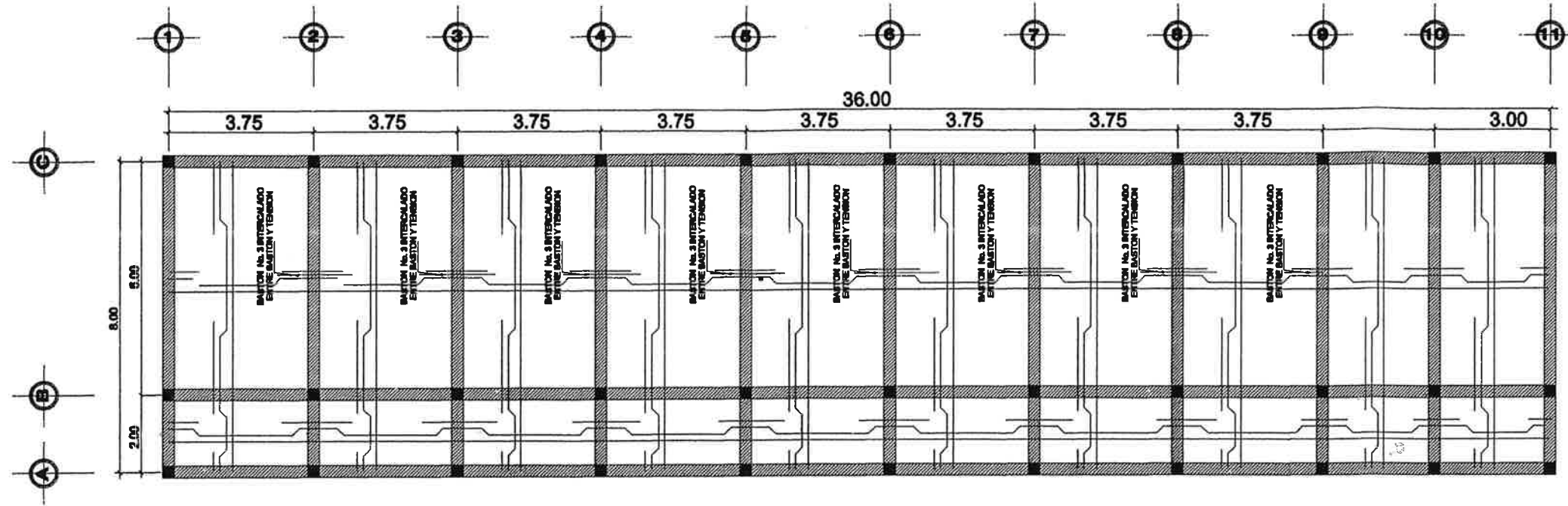


ESPESOR DE LOSA 11 cms

PLANTA DE LOSA

SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO	EDIFICACION ESCUELA DE LOS NIVELES
LUGAR	ALDEA LOVA LINDA MUNICIPIO DE ESCUTAL, DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS, GUATEMALA
DISEÑO	ASISTENTE DE DISEÑO
EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO	20061163
CONTENIDO : LOSA PRIMER NIVEL	



PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL.

ESCALA : 1:200

RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	5.00 cm
COLUMNAS	3.00 cm
LOSAS	2.50 cm
CIMIENOS	7.50 cm

NOTAS:

Previo a la construcción, realizar ensayo dinámico para verificar valor soporte del suelo.

GANCHO STANDAR A 135°. El doblé del gancho será 4 veces el diámetro de la varilla, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10cm.

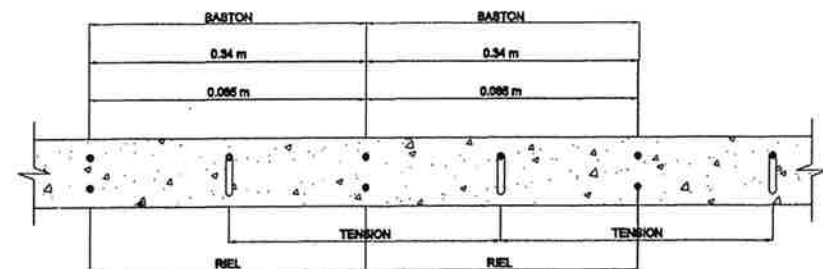
TRASLAPES MINIMOS
No 3 = 0.40 m.
No 4 = 0.60 m.
No 5 = 0.70 m.
No 6 = 0.80 m.

Especificaciones de acuerdo al Código ACI - 318-99 y las normas Guatemaltecas AGIES.

Longitud de Desarrollo (LD) Mínima en cm.

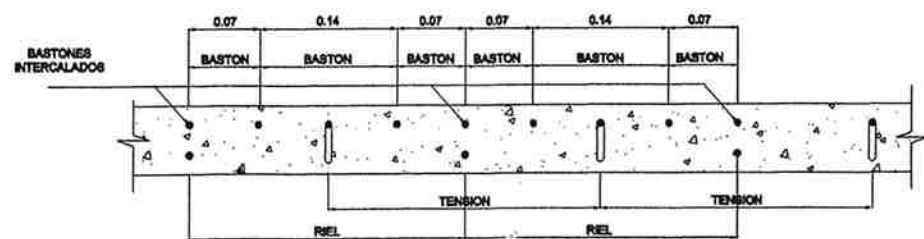
Varilla No.	Ldb **	2.5 x Ldb **	3.5 x Ldb **
3	11	27	38
4	14	36	50
5	18	45	63
6	22	54	75

NOMENCLATURA	
INDICA VIGA	INDICA RIEL
INDICA BASTON	INDICA COLUMNA
INDICA TENSION	



SECCION DE LOSA

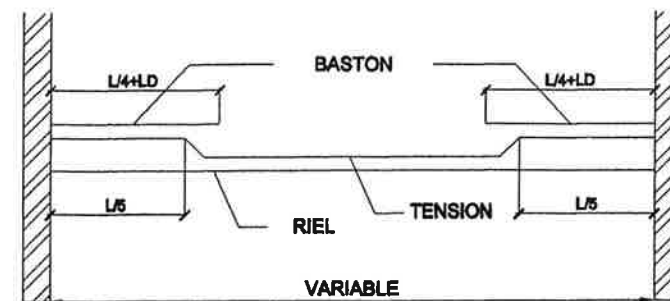
SIN ESCALA



SECCION DE LOSA

CON BASTON INTERCALADO

SIN ESCALA

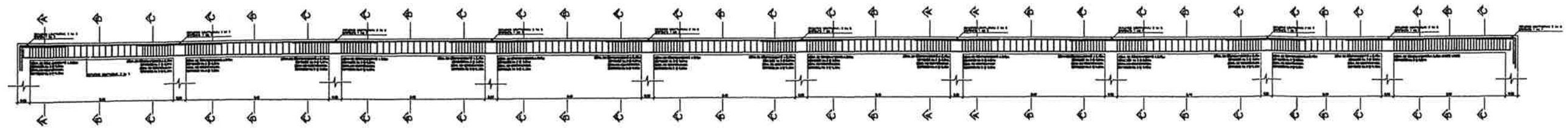


PLANTA DE LOSA

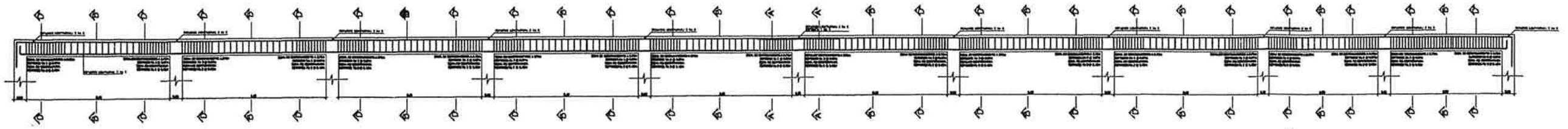
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	EDIFICACION ESCOLAR DE DOS NIVELES
LUGAR:	ALDEA LA UNDA, MUNICIPIO DE SAN JUAN CANTON DE ESCUTON, DEPARTAMENTO DE SAN JUAN
DESIGNADO:	EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO
CONTENIDO:	LOSAS SEGUNDO NIVEL

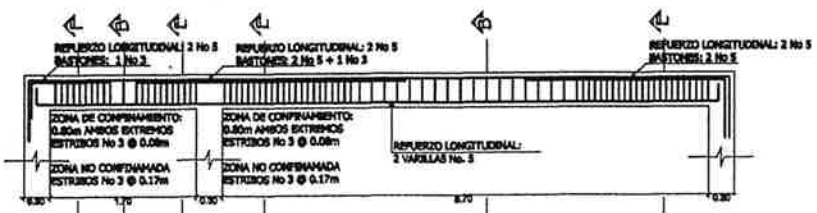
(Seal of the Faculty of Engineering, University of San Carlos of Guatemala)
 (Signature of Eddie Fernando Castro Quintero)
 (Stamp: PRECATORIO DE INGENIERIA)
 (Stamp: E-8 15)



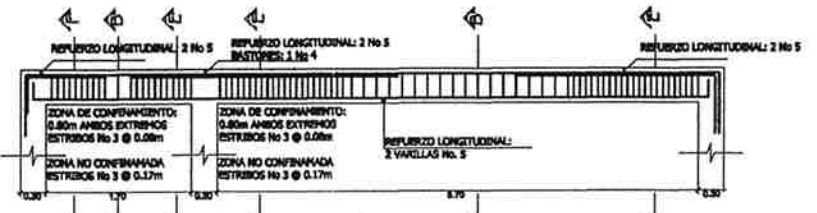
ARMADO DE VIGAS PRIMER NIVEL - EJE Y
DETALLE ESCALA 1/200



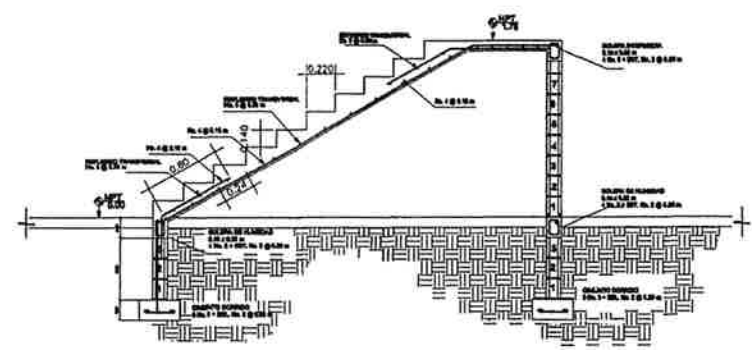
ARMADO DE VIGAS, SEGUNDO NIVEL, EJE Y
DETALLE ESCALA 1/200



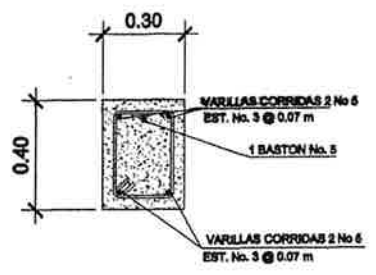
ARMADO DE VIGAS, PRIMER NIVEL, EJE X
DETALLE ESCALA 1/2.5



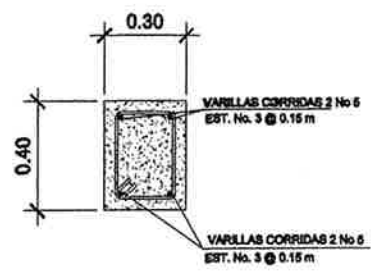
ARMADO DE VIGAS, SEGUNDO NIVEL, EJE X
DETALLE ESCALA 1/2.5



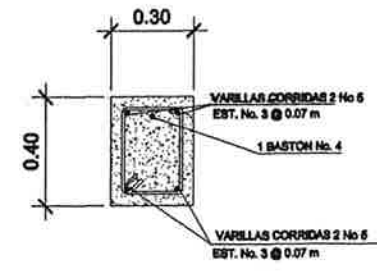
DETALLE DE GRADAS
ESCALA 1/3



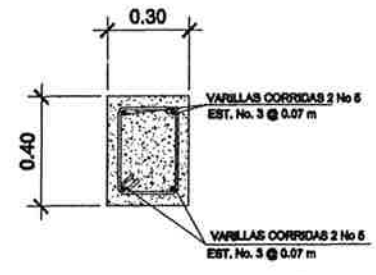
DETALLE DE VIGA A-A'
ESCALA 1/800



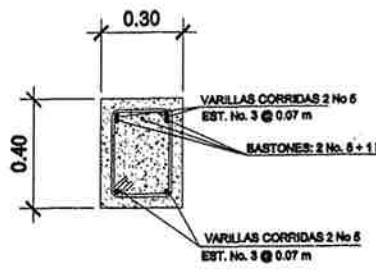
DETALLE DE VIGA B-B'
ESCALA 1/800



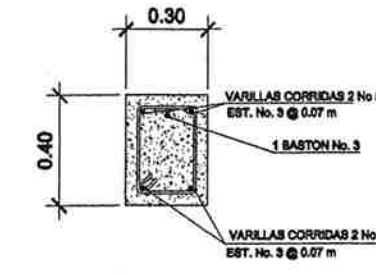
DETALLE DE VIGA C-C'
ESCALA 1/800



DETALLE DE VIGA D-D'
ESCALA 1/800



DETALLE DE VIGA E-E'
ESCALA 1/800



DETALLE DE VIGA F-F'
ESCALA 1/800

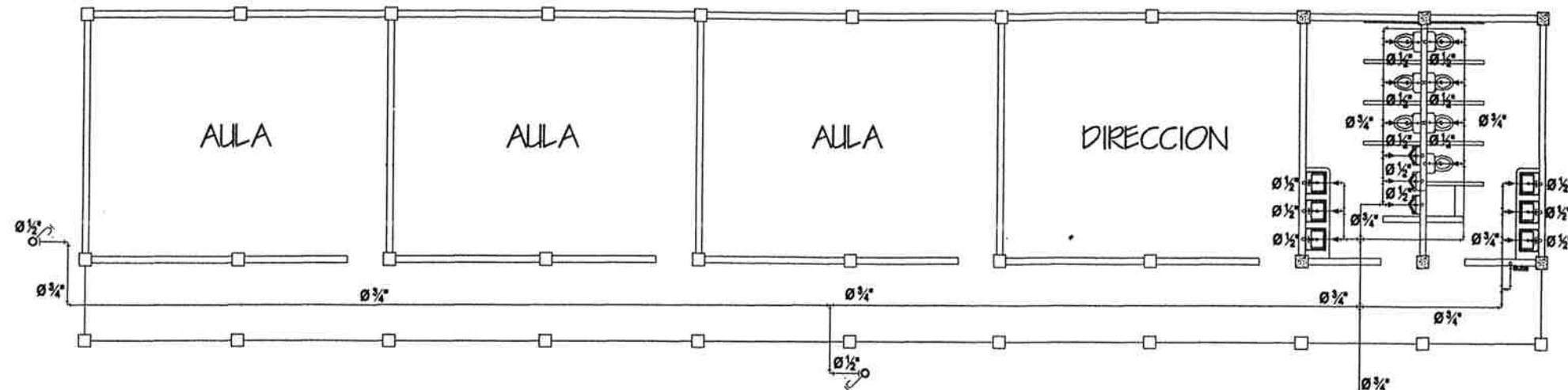
RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	5.00 cm
COLUMNAS	3.00 cm
LOSAS	2.50 cm
CIMENTOS	7.50 cm



NOTAS:
 Previo a la construcción, realizar ensayo dinámico para verificar valor soporte del suelo.
GANCHO STANDAR A 135°.
 El doblez del gancho será 4 veces el diámetro de la varilla, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10 cm.
TRASLAPES MINIMOS
 No 3 = 0.40 m.
 No 4 = 0.60 m.
 No 5 = 0.70 m.
 No 6 = 0.80 m.
 Especificaciones de acuerdo al Código ACI - 318-99 y las normas Guatemaltecas AGIES.

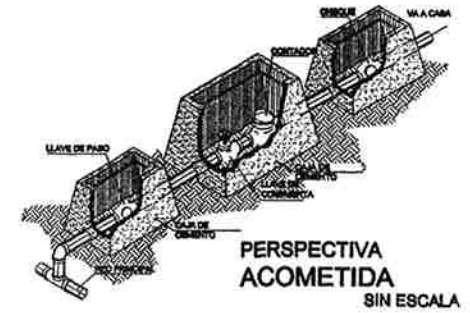
ESPECIFICACIONES TECNICAS:
 $f_c = 2810 \text{ kg/m}^2$ o 4,000 psi.
 $f_y = 2810 \text{ kg/m}^2$ o 40,000 psi.
 $f_y = 4300 \text{ kg/m}^2$ o 60,000 psi.
 Block Pomez de 7m = 35 kg/m³.
 Agregado Grueso = 1/2".
CARGAS VIVAS UTILIZADAS
 ALULAS = 260 kg/m².
 PASILLOS = 600 kg/m².
 TECHOS = 100 kg/m².
 ACABADOS = 60 kg/m².

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
 INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL
 Unidad de Práctica
 EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO
 20081103
 15
DETALLE DE VIGAS



PLANTA AGUA POTABLE PRIMER NIVEL.

ESCALA : 1:150

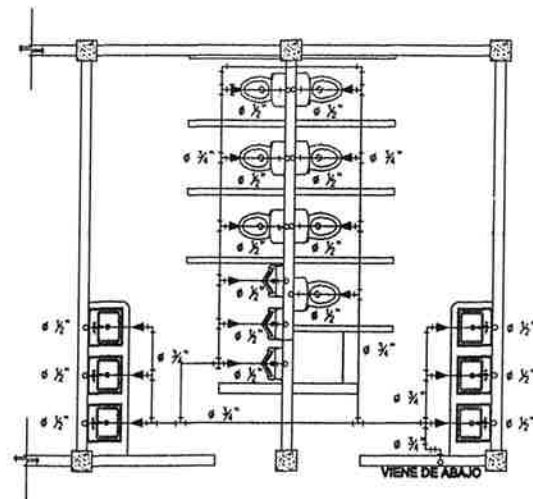
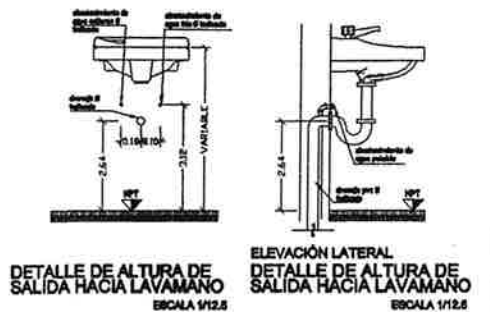
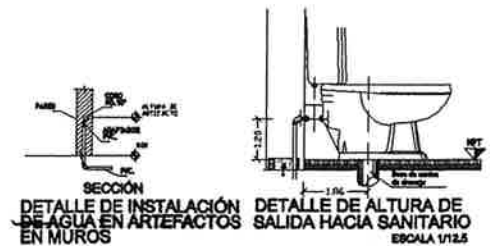


NOMENCLATURA UTILIZADA PARA INSTALACION HIDRAULICA + GAS

—	TUBERIA PARA INSTALACION DE AGUA FRIA: Alimentación horizontal, vertical y ramales secundarios en PVC de 80°; Alimentación horizontal y vertical de artefactos en CPVC de 12°.
□	CANA DE CONCRETO PARA PROTECCION DE LLAVES INDIVIDUALES. Dimensiones estándar: 1.50" x 1.50" x 0.50" alto, de concreto (las medidas de las canas para otros tamaños 2.50" x 2.50" alto). Ver especificación en cada plano.
⊥	LLAVE DE CONTROL O CORRIENTE DE FLUJO: Dimensiones de 80° (en posición vertical) en metal en acero, la altura de la cana desde la base a 0.50" más, desde el nivel de piso terminado).
○	CONTADOR DE 80° (en posición vertical (hacia arriba)); Fabricados en PVC (diámetro de perforación); diámetros indicados en plano.
○	CONTADOR DE 80° (en posición horizontal); Fabricados en PVC (diámetro de perforación); diámetros indicados en plano.
○	VALVULA (en posición vertical (hacia arriba)); Fabricados en PVC (diámetro de perforación); diámetros indicados en plano.
○	VALVULA (en posición horizontal); Fabricados en PVC (diámetro de perforación); diámetros indicados en plano.
○	REDUCTOR (en posición horizontal); Fabricados en PVC (diámetro de perforación); reduce de 80° a 1/2".
○	DATA o stamp
○	CONTADOR DE 80°

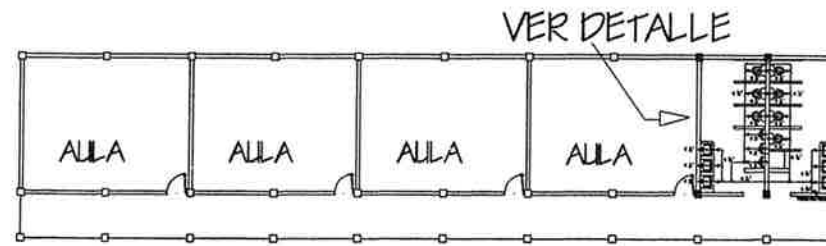
ALTURAS DE ALIMENTACION PARA ARTEFACTOS DE UTILIZACION HIDRAULICA Y DE GAS

- 0.50 mts. ALIMENTACION DE RETRETOS
- 0.30 mts. ALIMENTACION DE SERVICIO PARA MANOJERAS Y LLAVES DE CONTROL EN MUROS
- 0.80 mts. ALIMENTACION DE LAVABOS
- 1.10 mts. ALIMENTACION DE PIA



DETALLE AGUA POTABLE SEGUNDO NIVEL.

ESCALA : 1:50



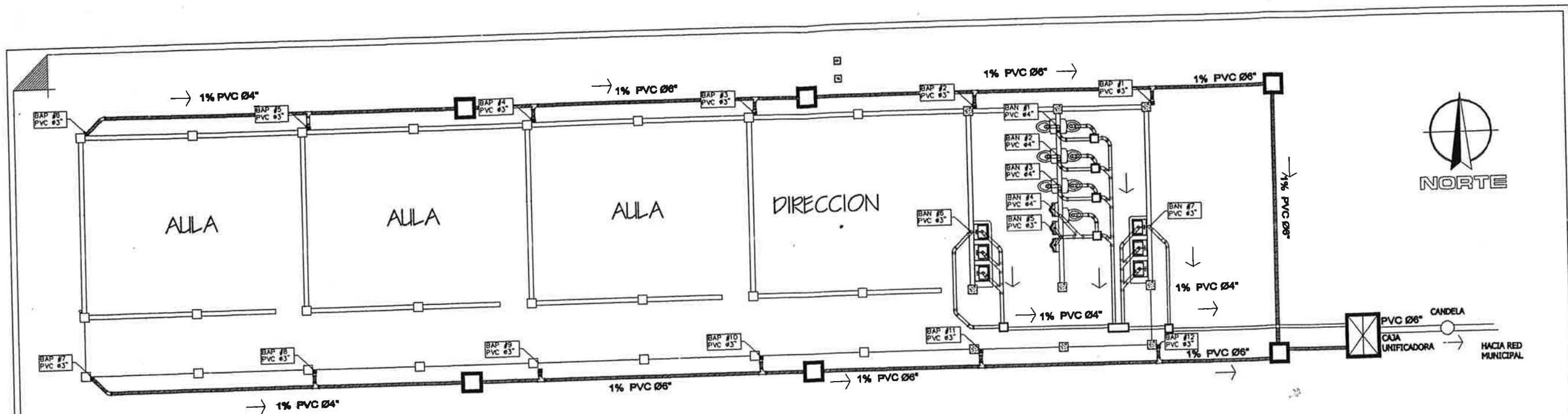
PLANTA AGUA POTABLE SEGUNDO NIVEL.

ESCALA : 1.5/1



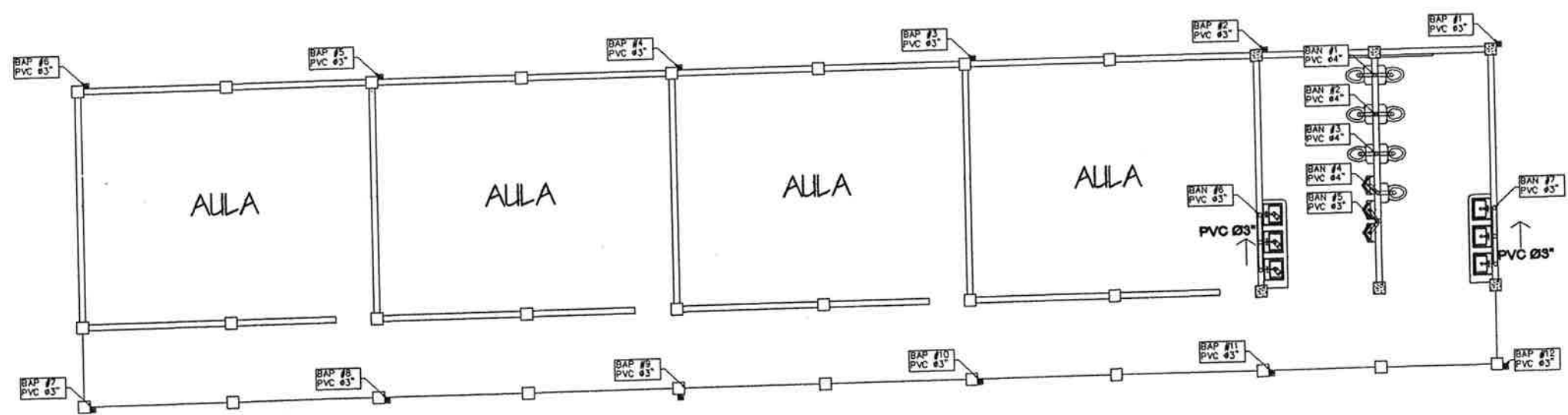
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Guatemala
 PROYECTO: EDIFICACION ESTADISTICA EN DOS NIVELES
 LUGAR: ALZA LOMA LIBRE, GUATEMALA
 DISEÑO: EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO
 CONTENIDO: PLANTA AGUA POTABLE

15



PLANTA DRENAJES PRIMER NIVEL.

ESCALA : 1:150



PLANTA DRENAJES SEGUNDO NIVEL.

ESCALA : 1:150

SIMBOLOGIA DE DRENAJES

	TUBERIA AGUAS DE HEORRAL, PVC 4"
	TUBERIA DRENAJE AGUA PLUVIAL, PVC 4"
	CAJA DE REGISTRO SANITARIO.
	INDICA DIRECCION DE FLUJO.
	CAJA DE REGISTRO PLUVIAL.
	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES.
	INDICA BAJADA DE AGUA PLUVIAL.
	INDICA BAJADA DE AGUA HEORRAL.
	INDICA BAJADA DE AGUAS HEORRAL.
	LINEA HORIZONTAL.
	CODO 90°.
	CODO 45°.
	1% PEND. PENDIENTE Y DIRECCION DEL FLUJO.

NOTAS GENERALES TUBERIAS Y ACCESORIOS

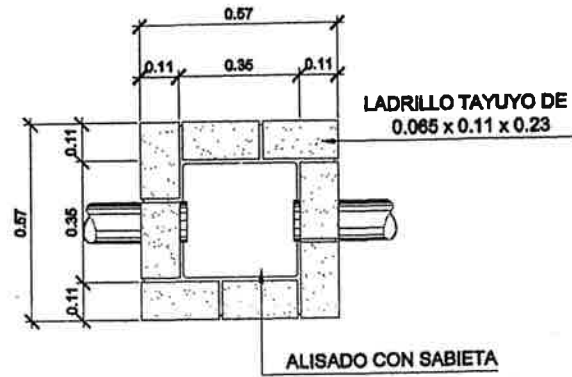
- 1- TODA LA TUBERIA DE DRENAJES DENTRO DEL EDIFICIO SERA PVC.
- 2- LAS UNIONES ENTRE TUBERIAS PVC, DEBERAN SER IMPERMEABLES, LAS UNIONES SE HARAN CON CEMENTO SOLVENTE DE SECADO RAPIDO, SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE DEL PRODUCTO.
- 3- LAS TUBERIAS NO PASARAN ADENTRO DE NINGUN ELEMENTO ESTRUCTURAL (NI VIGAS NI COLUMNAS).

CAJAS DE REGISTRO

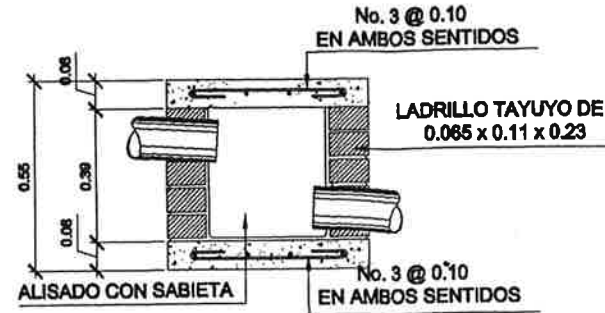
- 1- LAS CAJAS DE REGISTRO SERAN DE LADRILLO TAYUVO INDICADOS EN PLANOS. (VER DETALLES).

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 PROYECTO: EDIFICACION ESCUELA DE DOS NIVELES
 LUGAR: ALBA LOMA URBANIZACION DE BOLON CAL, GUATEMALA
 CODIGO: ASESORIA TECNICA
 EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO
 CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJES SANITARIO Y AGUA PLUVIAL

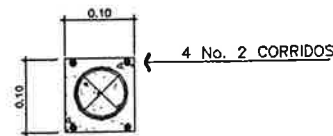
(Seal and signature of Eddie Fernando Castro Quintero, Ingeniero Civil, No. 10061165)



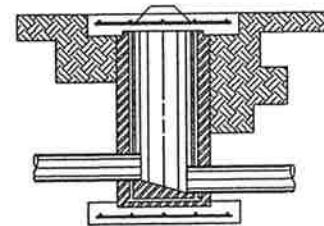
DETALLE DE CAJA DE REGISTRO
ESC: 1:10



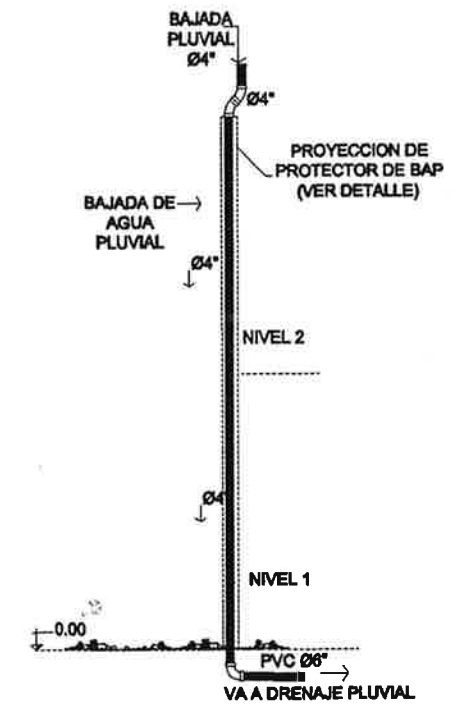
SECCIÓN DE CAJA DE REGISTRO
ESC: 1:10



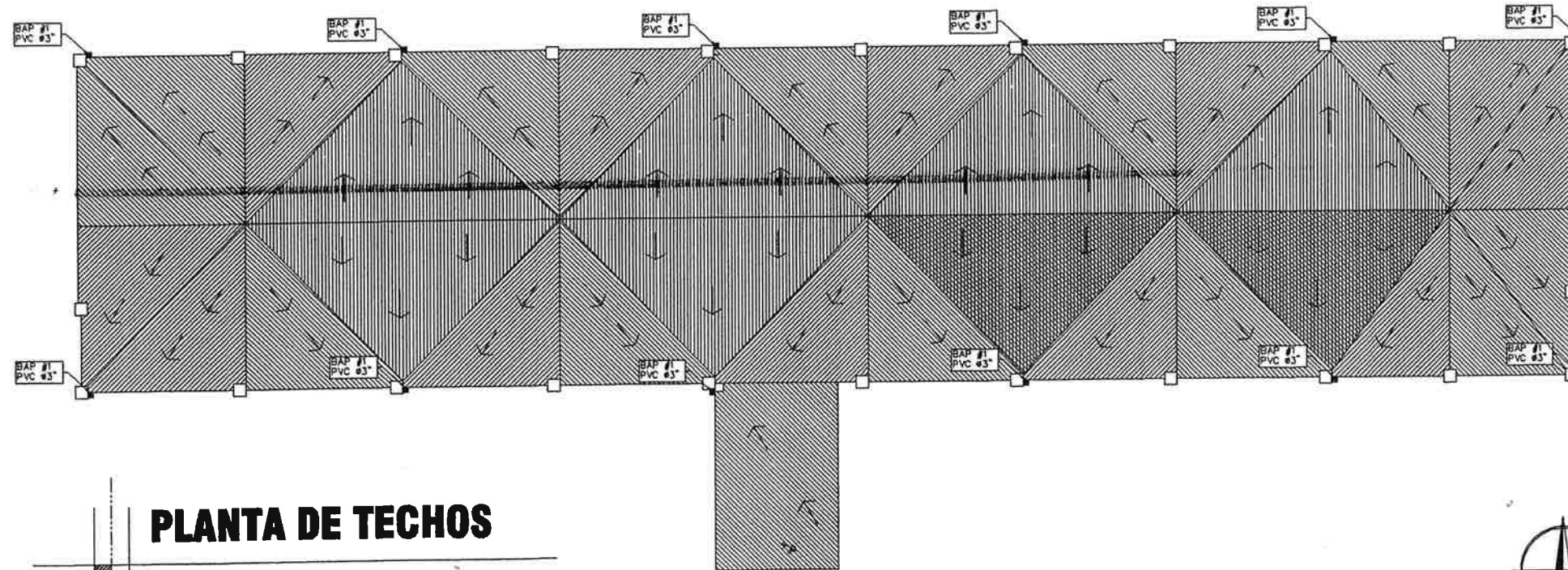
PROTECCION BAP
DETALLE ESC: 1:20



DETALLE DE CANDELA
SIN ESCALA



DETALLE BAJADA PLUVIAL
SIN ESCALA



PLANTA DE TECHOS

ESCALA: 1:150

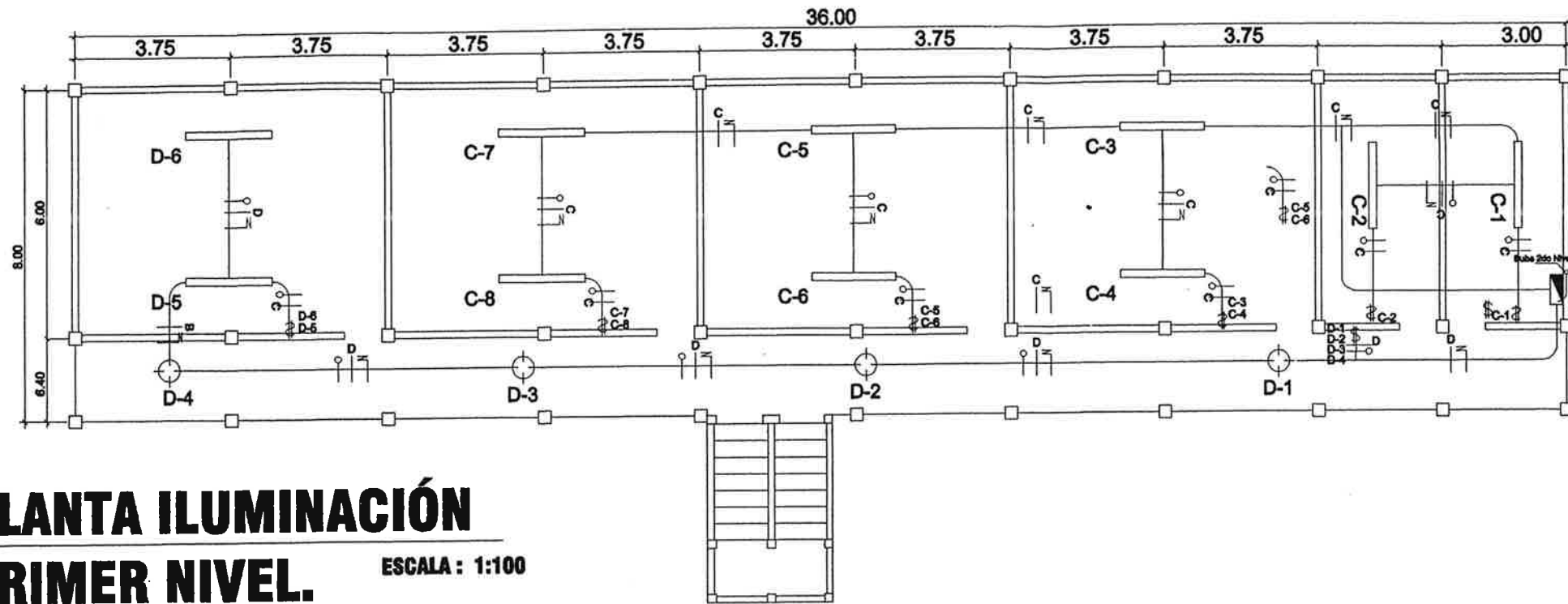
SIMBOLOGIA DE DRENAJES	
	TUBERIA AGUAS DE HEGRAS, PVC 4"
	TUBERIA DRENAJE AGUA PLUVIAL, PVC 6"
	CAJA DE REGISTRO SANITARIO
	INDICA DIRECCION DE FLUJO
	CAJA DE REGISTRO PLUVIAL
	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES
	INDICA BAJADA DE AGUA PLUVIAL
	INDICA BAJADA DE AGUA HEGRAS
	VERE HORIZONTAL
	68mm
	48mm
	PENDIENTE Y DIRECCION DEL FLUJO



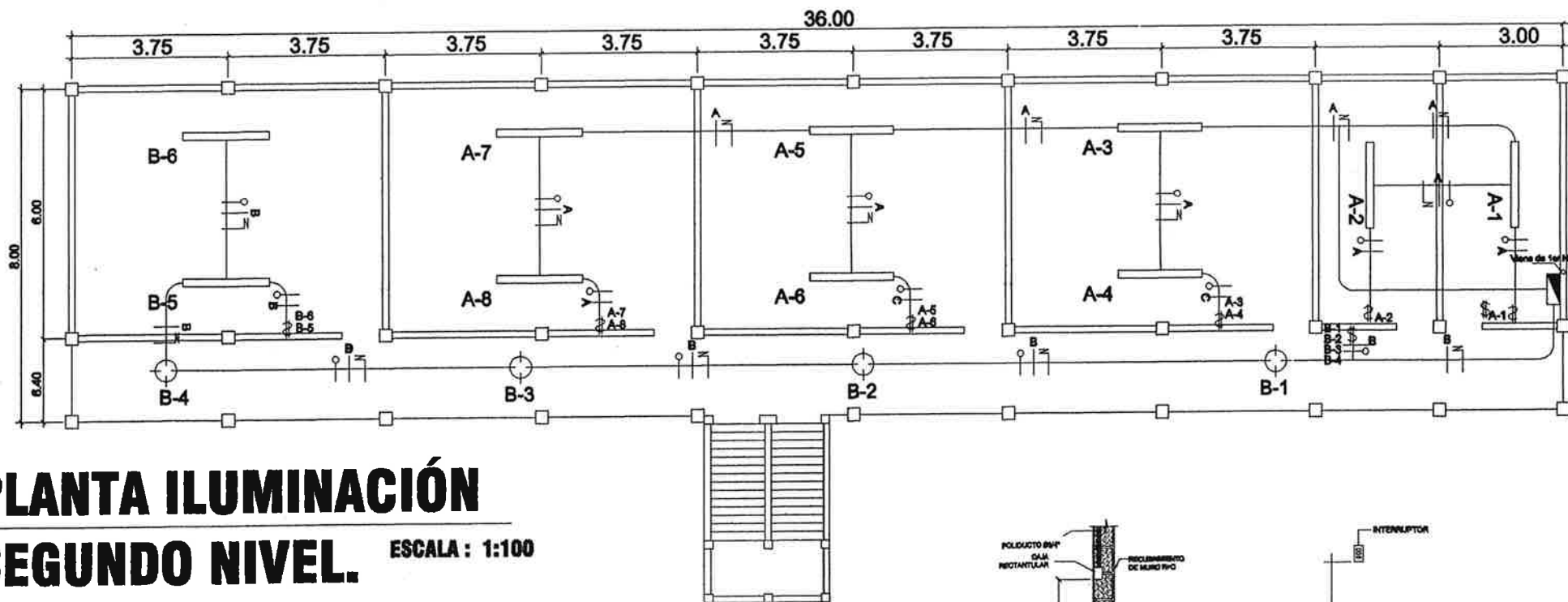
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: EDIFICACION ESCUELA DE DOS NIVELES
LUGAR: ALDEA LUJA LINDA, MUNICIPIO DE ESCUTON, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA
DISEÑO: EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO
CONTENIDO: PLANTA DE TECHOS
DETALLES DE DRENAJES

ASESORIA SUPERVISORIAL DE EPS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA



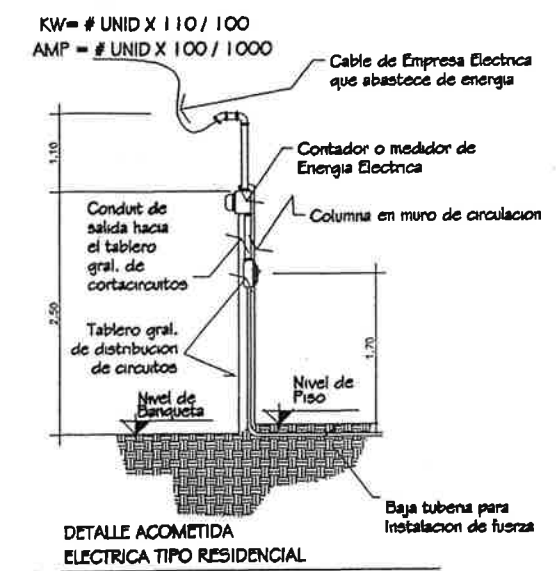
**PLANTA ILUMINACIÓN
PRIMER NIVEL.** ESCALA : 1:100



**PLANTA ILUMINACIÓN
SEGUNDO NIVEL.** ESCALA : 1:100

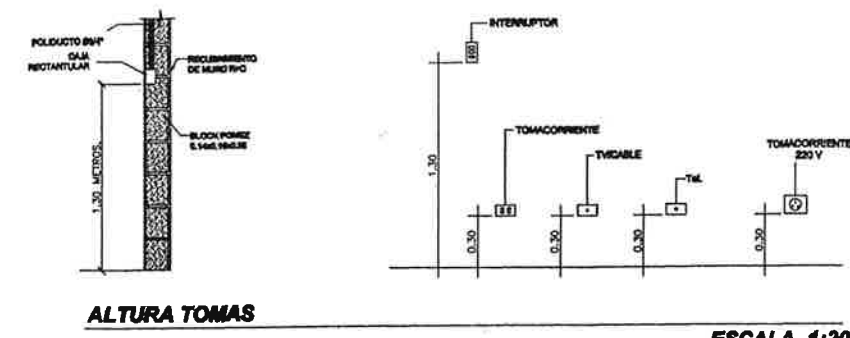


SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	LAMPARA DE CIELO PARA AULAS
	LAMPARA DE CIELO PARA PASILLOS
	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3/4"
	LINEA VIVA # 12
	LINEA NEUTRA # 12
	LINEA RETORNO # 14
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
	CONTADOR DE LUZ



DETALLE ACOMETIDA ELECTRICA TIPO RESIDENCIAL
Sin Escala

NOTA:
Se recomienda que el tablero general de distribución de circuitos sea colocado a una altura de 1.50 mts. a 1.70 mts sobre el nivel de piso, para evitar que niños manipulen los flip-ones o corta circuitos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES

LUGAR: ALDEA LOMA LINDA, MUNICIPALIDAD DE ESCUAS, ORGANIZACIÓN DE TIERRAS Y EPS

CICLO: V

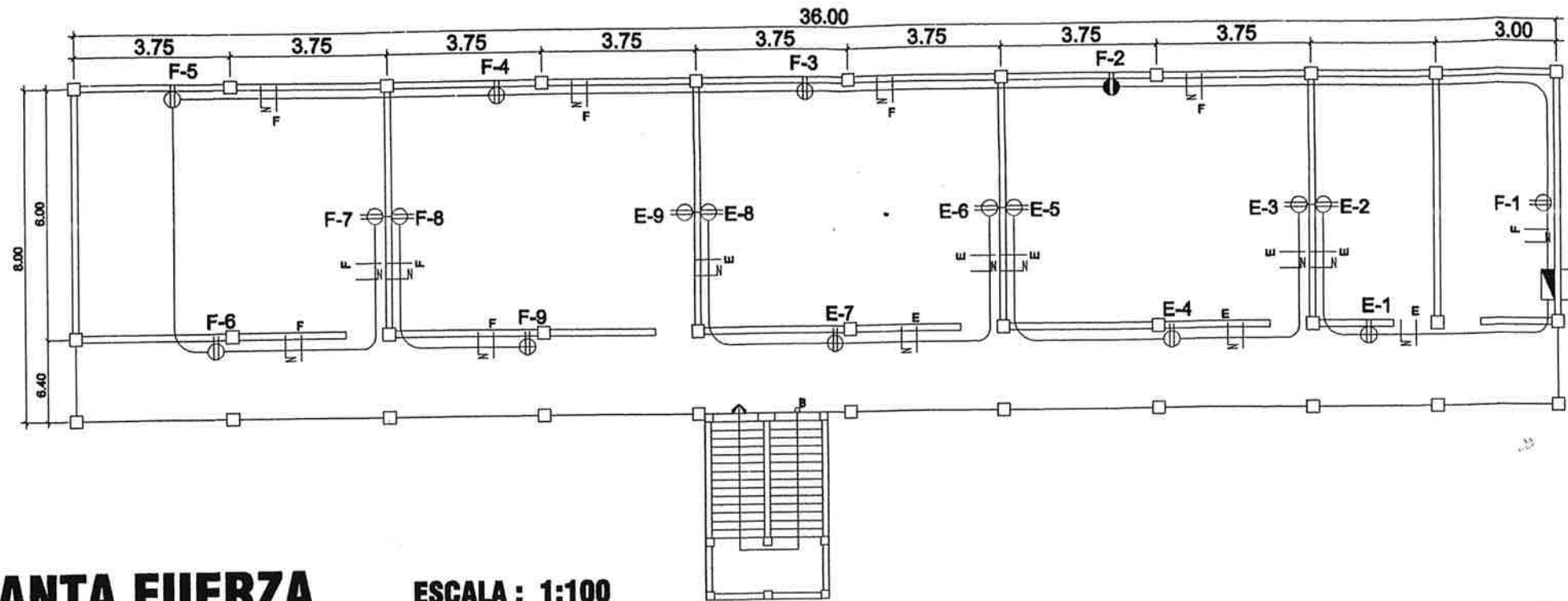
EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO

2009

RESULTADO DE LA PRUEBA

15

CONTENIDO:
PLANTA DE ILUMINACIÓN



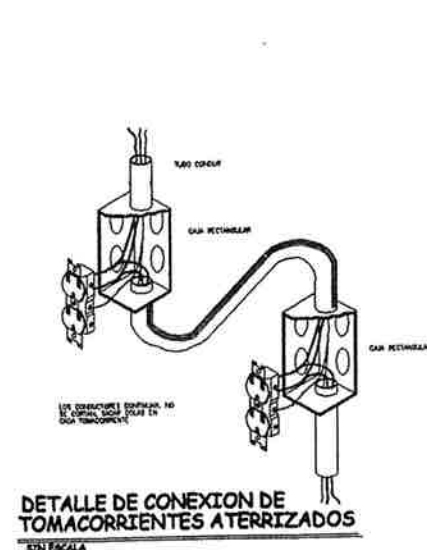
PLANTA FUERZA

PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:100

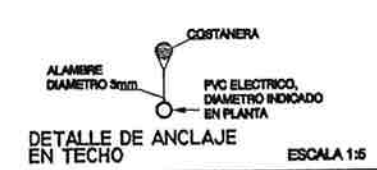
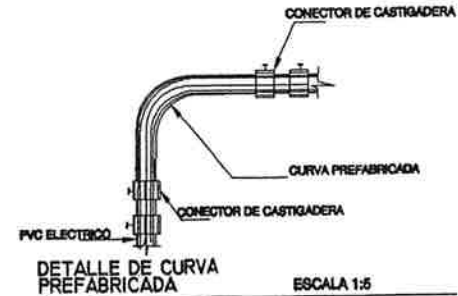
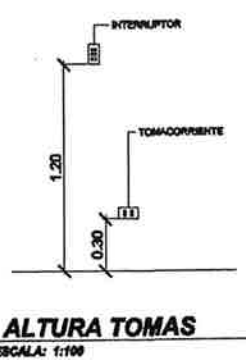
SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TOMACORRIENTE DOBLE 110 H = 0.30
	TOMACORRIENTE DOBLE 110 H = 1.20
	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3/4"
	LINEA VIVA # 12
	LINEA NEUTRA # 12
	CONTADOR DE LUZ

NOTA:
Se recomienda que el tablero general de distribución de circuitos sea colocado a una altura de 1.50 mts. a 1.70 mts metros sobre el nivel de piso, para evitar que niños manipulen los flipp-ones o corta circuitos.



DETALLE DE ACCESORIOS

ESCALA INDICADA



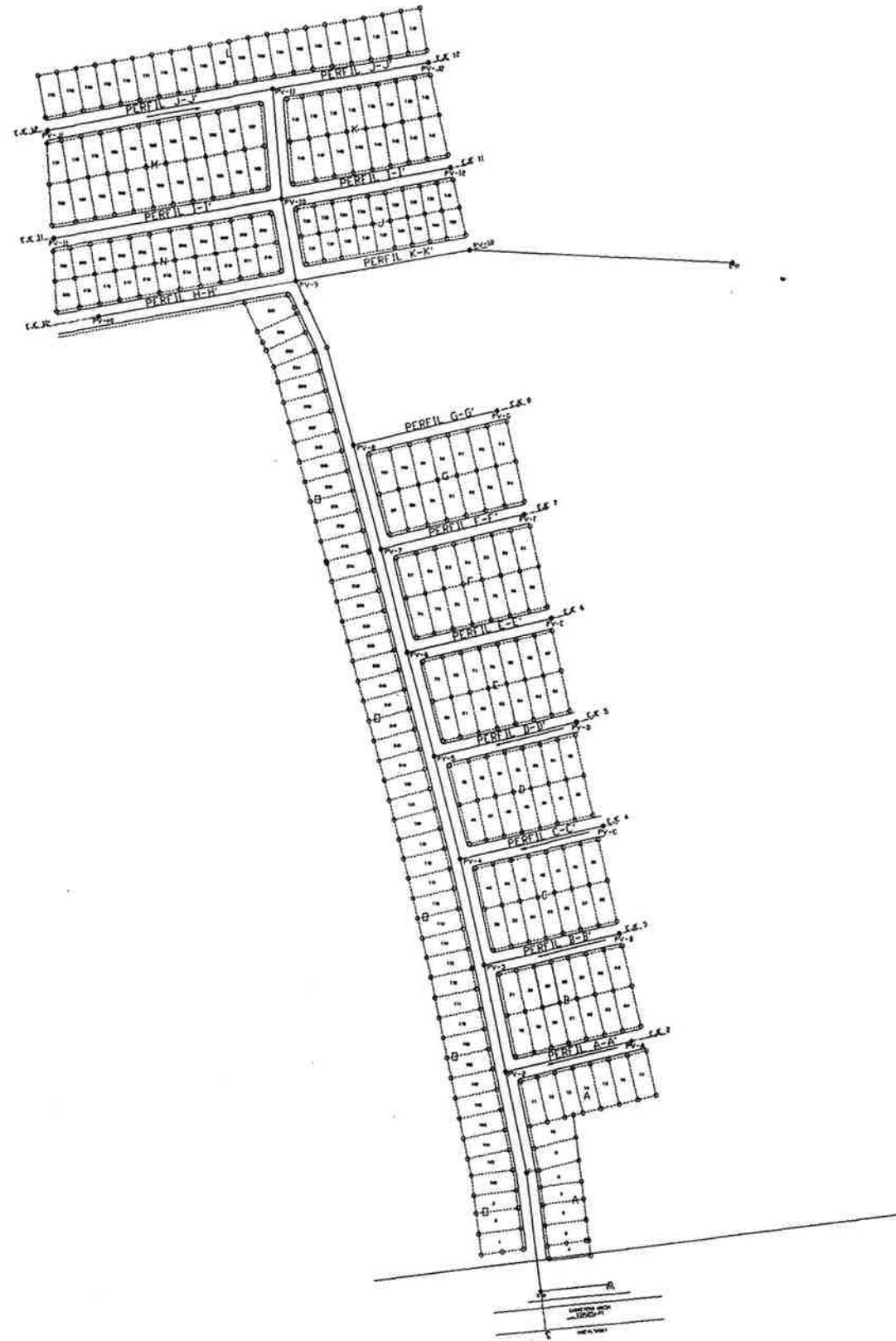
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: EMPLANTACION ESCOLAR DE ESCUELAS
LUGAR: ALDEA LOMA LINDA, MUNICIPIO DE ESCUNTO, DEPARTAMENTO DE QUICHE
DISEÑO: EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO
CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA

ESCALA: 1:100

FECHA: 15

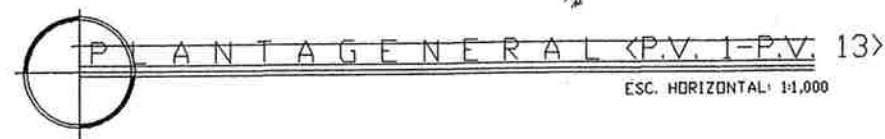
Apéndice F. **Planos del sistema de alcantarillado sanitario**



PARAMETROS DE DISEÑO	
PERIODO DE DISEÑO	30 años
POBLACION ACTUAL	1,500 Hab.
TASA DE CRECIMIENTO	3.0 %
VIVIENDAS ACTUALES	250 CASAS
VIVIENDAS FUTURAS	250 CASAS
HAB. CASA	6 hab.
DOTACION	150 l/hab/día
FACTOR DIA RETORNO	85%
FACTOR DE CAUDAL MEDIO	0.002
CANTIDAD DE POZOS DE VISITA	13 Pozos de Visita
FOSAS SEPTICAS	1 FOSAS SEPTICAS

NOMENCLATURA	
SIMBOL	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA (PV-No.)
	POZO DE VISITA (PV-No.) VISTA EN PERFIL
	PROYECCION DE TUBO PVC
	INDICA VIVIENDA No.
	INDICA LOTIFICACION

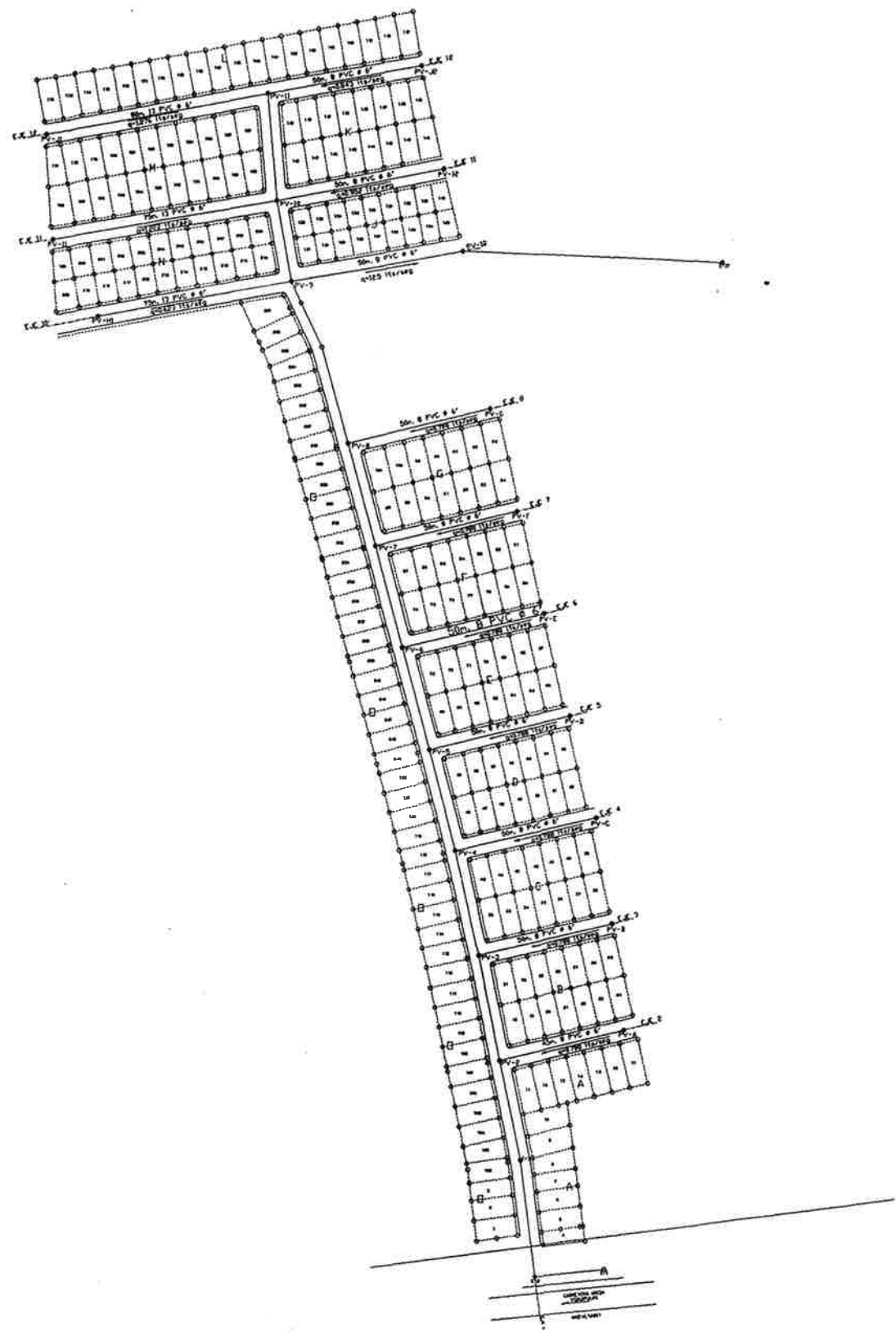
LIBRETA TOPOGRAFICA						
EST	PV	RUMO	DISTANCIA	Y	COORDENADAS	
					X	Z
E-1	E-2	N 125°47.73' W	382.82	E-1	-194.88	4,700.55
E-2	E-3	S 04°27'30.00" E	36.30	E-2	188.10	4,812.21
E-2	E-2.1	S 09°27'30.00" E	30.00	E-3	149.81	4,875.13
E-3	E-4	S 24°37'31.44" E	26.00	E-4	120.82	4,878.98
E-3	E-4.1	S 14°45'05.00" E	26.00	E-5	97.11	4,830.47
E-3	E-2.1	S 14°45'05.00" E	30.00	E-8	82.88	4,836.66
E-4	E-5	S 14°27'30.00" E	36.00	E-7	36.10	4,849.23
E-4	E-4.1	S 14°18'35.00" E	30.00	E-8	-10.43	4,856.55
E-8	E-8	S 14°18'35.00" E	36.00	E-8	-47.25	4,864.50
E-8	E-8.1	S 14°02'48.00" E	37.50	E-10	-83.50	4,877.22
E-8	E-7	S 12°36'40.00" E	36.00	E-11	-121.15	4,885.40
E-8	E-8.1	S 11°40'30.00" E	36.00	E-12	-158.88	4,883.33
E-7	E-8	S 11°40'30.00" E	36.00	E-1	-184.88	4,900.50
E-7	E-7.1	N 125°47.73' W	382.82	E-2	188.10	4,812.21
E-8	E-9	S 04°27'30.00" E	36.30	E-3	149.81	4,875.13
E-8	E-10	S 09°27'30.00" E	30.00	E-4	120.82	4,878.98
E-10	E-10.1	S 24°37'31.44" E	26.00	E-5	97.11	4,830.47
E-10	E-10.2	S 14°45'05.00" E	26.00	E-8	82.88	4,836.66
E-10	E-11	S 14°27'30.00" E	36.00	E-7	36.10	4,849.23
E-11	E-11.1	S 14°18'35.00" E	37.70	E-8	-10.43	4,856.55
E-11	E-11.2	S 14°27'30.00" E	36.00	E-8	-47.25	4,864.50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: EDIFICACION ESCOLAR DE NIVEL ASERIAL SUPERVISORIA DE E.I.
LUGAR: ALDIA BARRAS DE ATUPAM, MUNICIPIO DE BARRAS, DEPARTAMENTO DE QUICHE
CARRERA: INGENIERIA EN INGENIERIA SUPERVISORIA DE E.I.
CATEDRA: INGENIERIA SUPERVISORIA DE E.I.
NOMBRE: EDDIE FERNANDO CASTRO
CUI: 200611163
MATERIA: COS
1 / 8

CONTENIDO: PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA + PLANTA TOPOGRAFICA



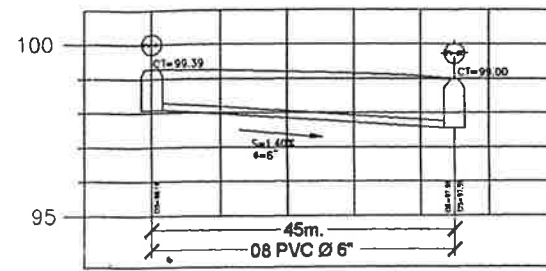
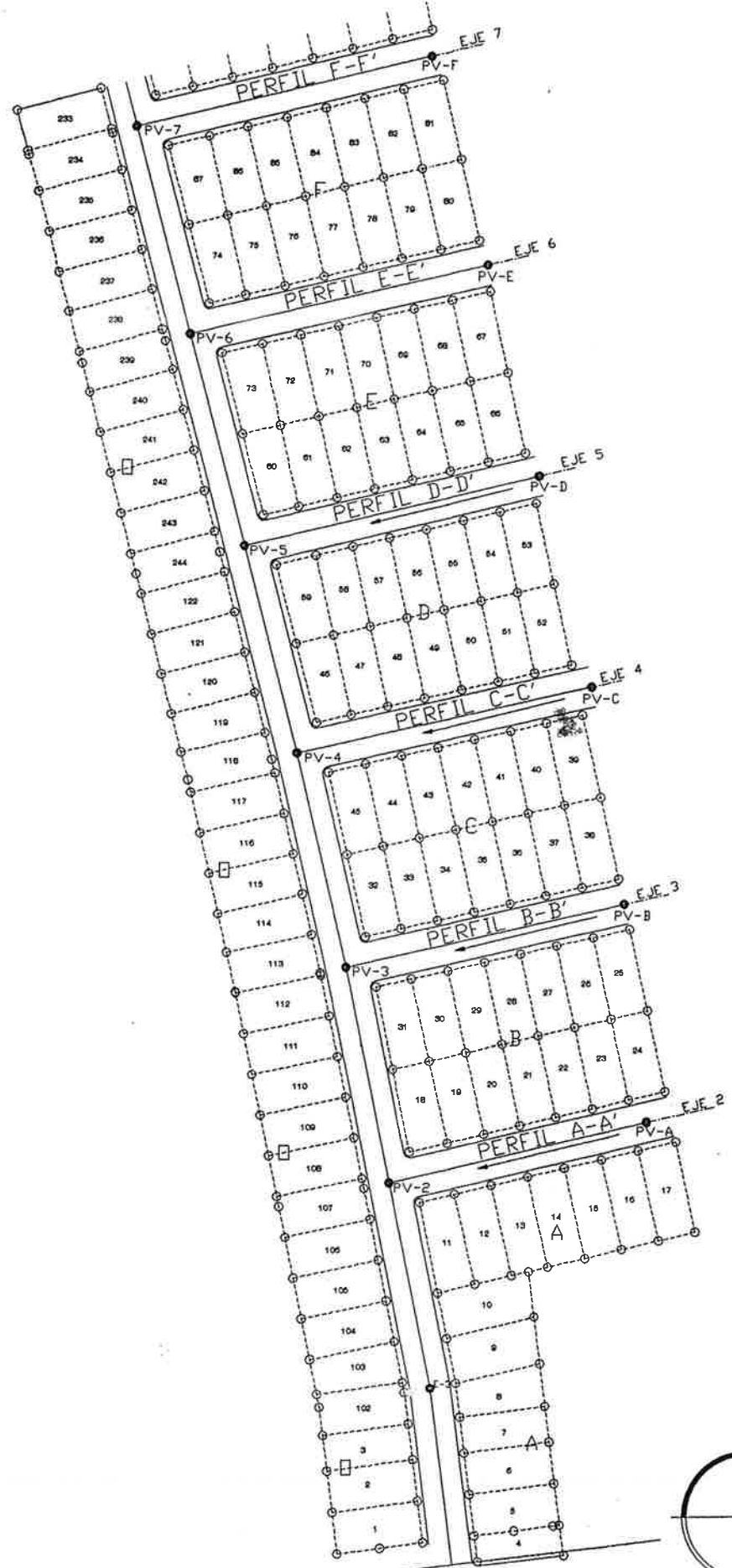
PARAMETROS DE DISEÑO	
PERIODO DE DISEÑO	30 años
POBLACION ACTUAL	1,500 Hab.
TASA DE CRECIMIENTO	3.0 %
VIVIENDAS ACTUALES	250 CASAS
VIVIENDAS FUTURAS	250 CASAS
HAB. CASA	6 hab.
DOTACION	150 l/hab/día
FACTOR DIA RETORNO	85%
FACTOR DE CAUDAL MEDIO	0.002
CANTIDAD DE POZOS DE VISITA	13 Pozos de Visita
FOSAS SEPTICAS	1 FOSAS SEPTICAS

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA (PV-No.)
	POZO DE VISITA (PV-No.) VISTA EN PERFIL
	PROYECCION DE TUBO PVC
	INDICA VIVIENDA No.
	INDICA LOTIFICACION

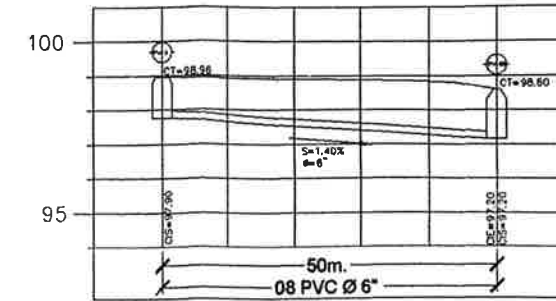
LIBRETA TOPOGRAFICA					
LADO	NUMERO	DISTANCIA	COORDENADAS		
			X	Y	Z
E-1	PV		E-1	-194.98	4,700.55
E-1	E-2	N 12°54'47.72" W 262.82	E-2	588.50	4,812.21
E-2	E-2	S 64°27'30.00" E 50.30	E-3	149.91	4,816.13
E-2	E-2.1	S 09°28'30.00" E 50.00	E-4	120.82	4,816.98
E-3	E-4	S 24°52'31.44" E 26.00	E-5	97.11	4,820.87
E-3	E-5.1	S 14°43'05.00" E 35.40	E-6	62.80	4,826.68
E-4	E-5	S 14°27'35.00" E 37.70	E-7	26.10	4,849.77
E-4	E-6	S 14°43'05.00" E 35.40	E-8	-10.42	4,856.10
E-5	E-8.1	S 14°27'35.00" E 37.70	E-9	-47.21	4,866.10
E-6	E-7	S 12°26'40.00" E 36.50	E-10	-121.15	4,885.65
E-6	E-8.1	S 11°30'30.00" E 38.30	E-11	-158.80	4,895.33
E-7	E-8	S 11°30'30.00" E 38.30	E-12	-194.98	4,700.55
E-7	E-7.1	N 12°54'47.72" W 262.82	E-1	588.50	4,812.21
E-8	E-9	S 64°27'30.00" E 50.30	E-3	149.91	4,816.13
E-8	E-10	S 09°28'30.00" E 50.00	E-4	120.82	4,816.98
E-10	E-10.1	S 24°52'31.44" E 26.00	E-5	97.11	4,820.87
E-10	E-10.2	S 14°43'05.00" E 35.40	E-6	62.80	4,826.68
E-10	E-11	S 14°27'35.00" E 37.70	E-7	26.10	4,849.77
E-11	E-11.1	S 14°43'05.00" E 35.40	E-8	-10.42	4,856.10
E-11	E-11.2	S 14°27'35.00" E 37.70	E-9	-47.21	4,866.10

PLANTA GENERAL (P.V. I-P.V.) 13
 ESC. HORIZONTAL: 1:10,000

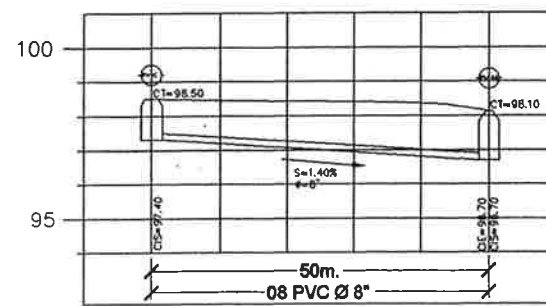
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
 PROYECTO: EDIFICACION DE DOS NIVELES
 LUGAR: ALdea BENS, MUNICIPIO DE SAN JUAN CANTON DE GUATEMALA
 DISEÑO: EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO
 CONTENIDO: **PLANTA GENERAL**



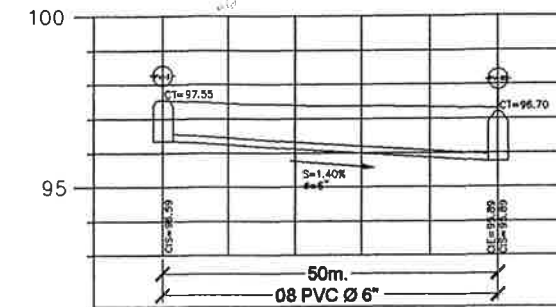
PERFIL A-A'
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:20



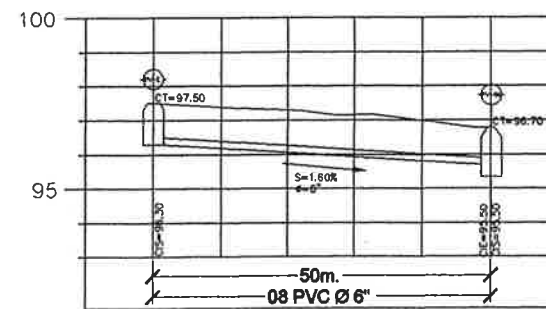
PERFIL B-B'
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:20



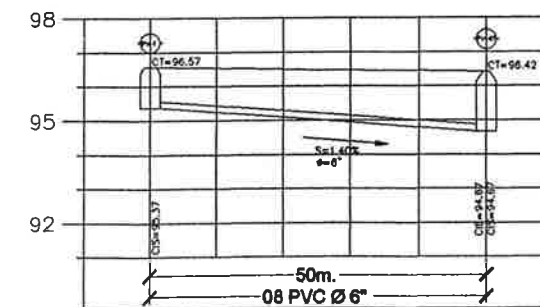
PERFIL C-C'
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:20



PERFIL D-D'
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:20



PERFIL E-E'
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:20

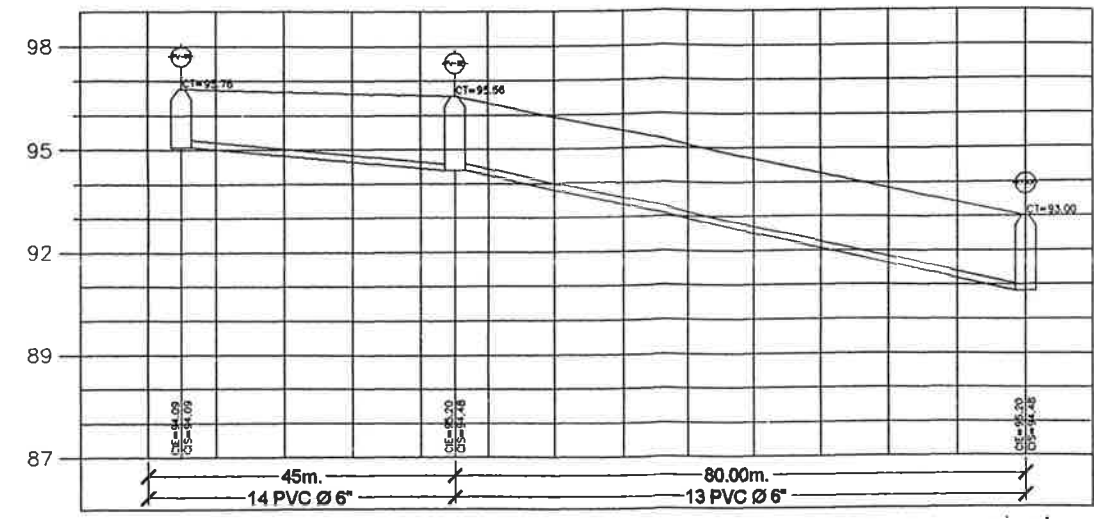
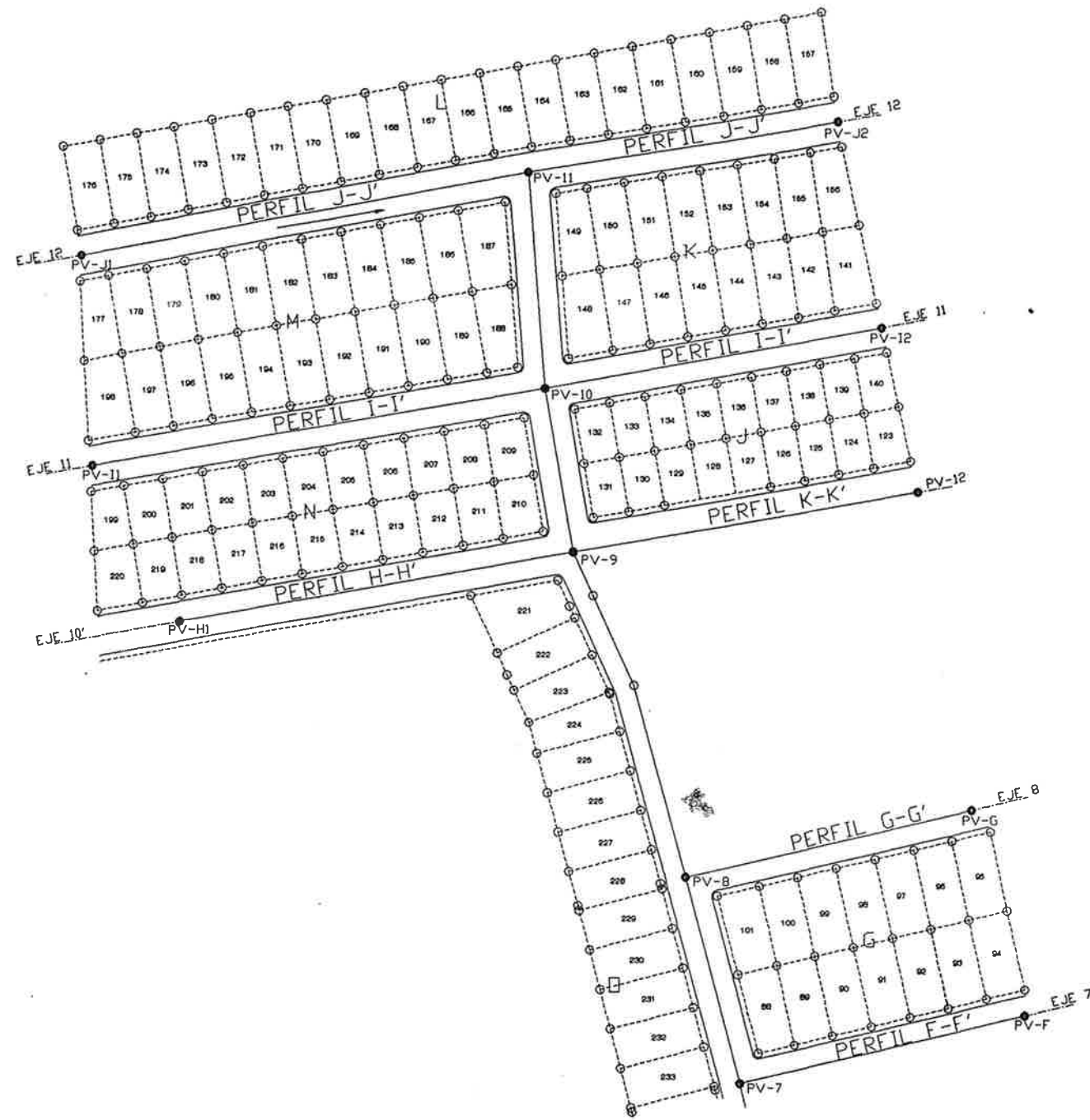


PERFIL F-F'
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:20

PLANTAGENRAL (P.V. I-P.V. 07)

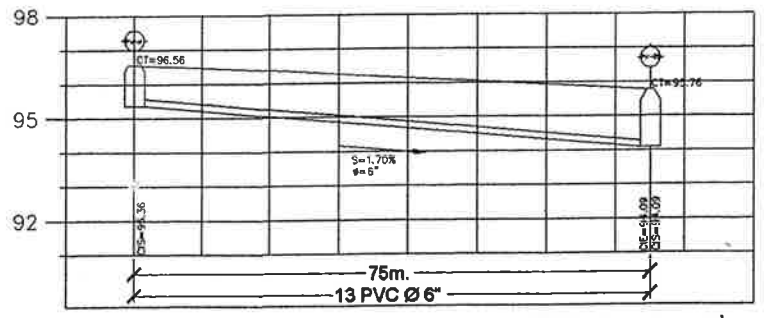
ESC. HORIZONTAL: 1:1,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIAS	
UNIVERSIDAD DE INGENIERIA Y EPS	
PROYECTO:	CONSTRUCCION ESCUELA SECUNDARIA
LUGAR:	MUNICIPIO DE ESCUELA SECUNDARIA
QUINTERO:	EDDIE FERRER CASTRO
CONTENIDO:	PERFILES A-A' HASTA H-H'
ASesor(a) SUPERVISOR(A) BPS EDDIE FERRER CASTRO 3 / 8	

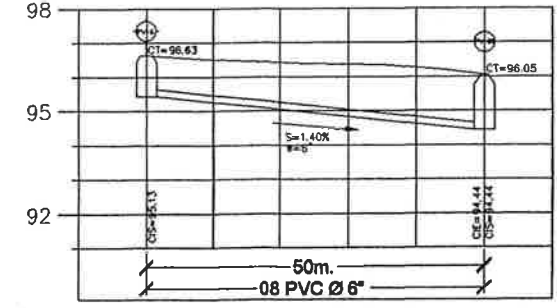


PERFIL K-K'
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:20

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	POZO DE VISITA (PV-No.)
	POZO DE VISITA (PV-No.) VISTA EN PERFIL
	PROYECCIÓN DE TUBO PVC
	INDICA VIVIENDA No.
	INDICA LOTIFICACIÓN



PERFIL H-H'
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:20



PERFIL G-G'
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:20

UNIVERSIDAD DE LOS RIOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA (A) DE EPS
 ASSESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería - EPS

PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES DE ESCUELAS PRIMARIAS DE CALIDAD
 LUGAR: ALdea BRIBAS DE AXILAPA, MUNICIPIO DE ESCUELAS PRIMARIAS DE CALIDAD DE CALAJONÉS
 GUATEMALA

PROFESOR: EDDIE FERNANDO CASTRO
 QUINTERO

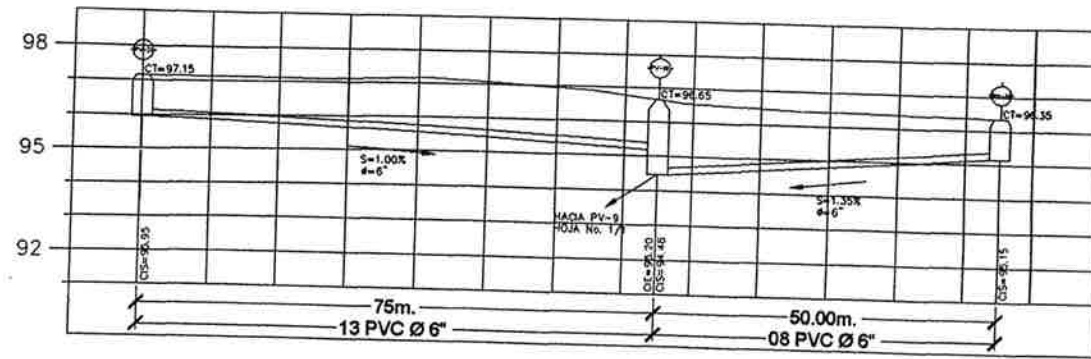
ESTUDIANTE: EDDIE FERNANDO CASTRO
 QUINTERO

FECHA: 200611163

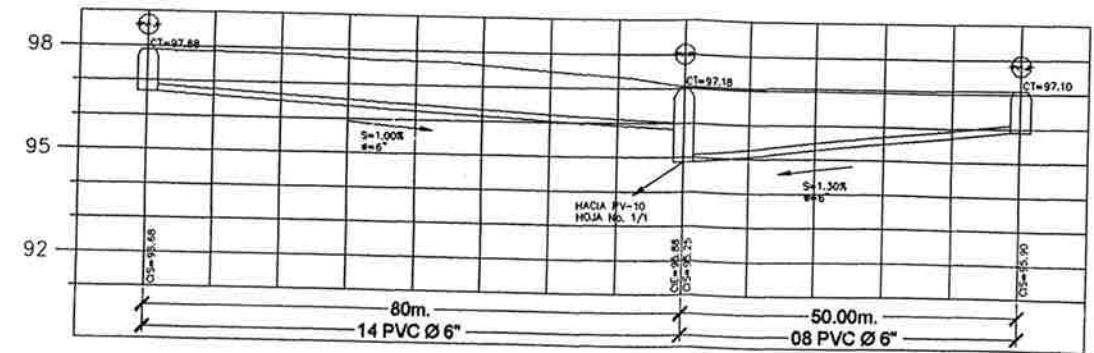
ESCALA: 1:500

HOJA No. 4 / 8

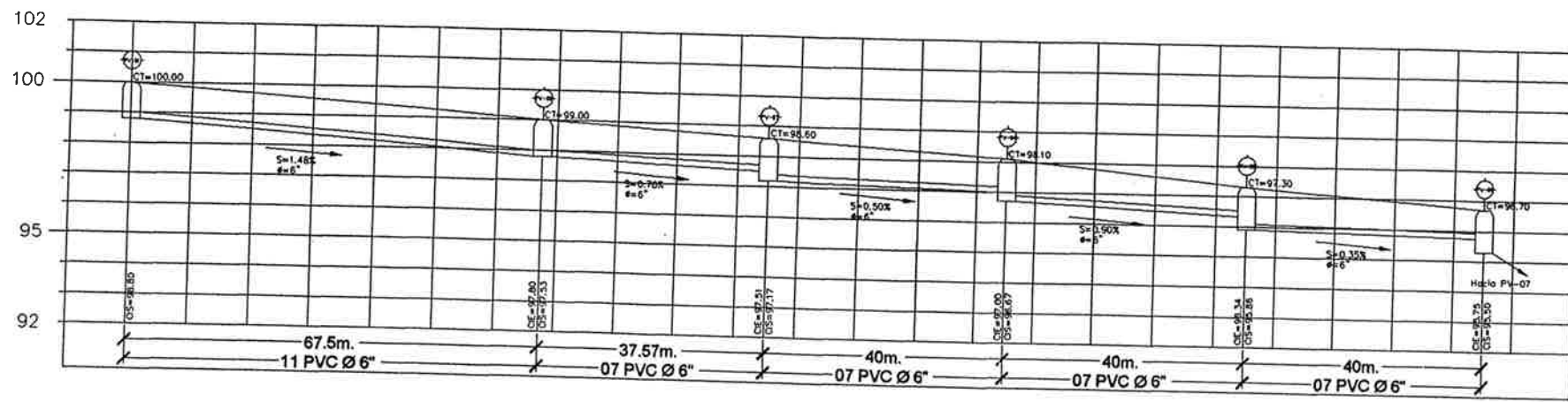
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL



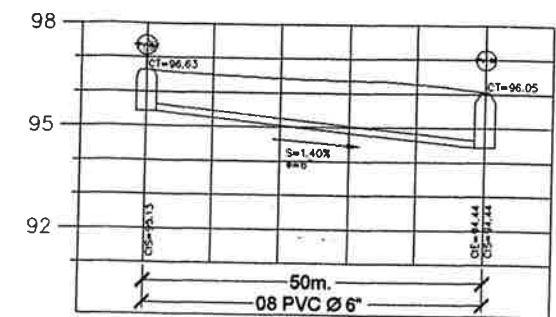
PERFIL I-I'
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:20



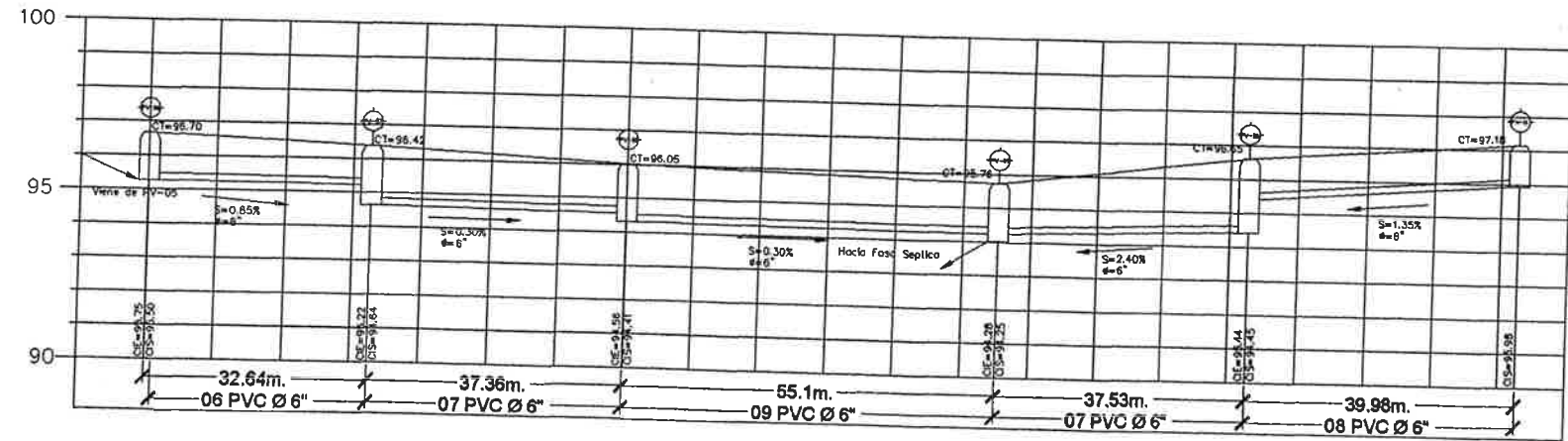
PERFIL J-J'
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:20



PERFIL PRINCIPAL
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:20

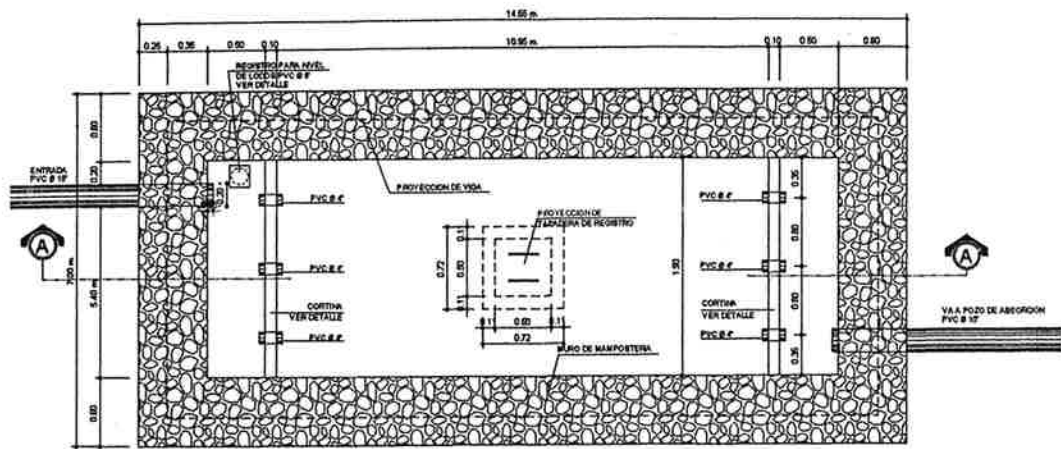


PERFIL G-G'
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:20

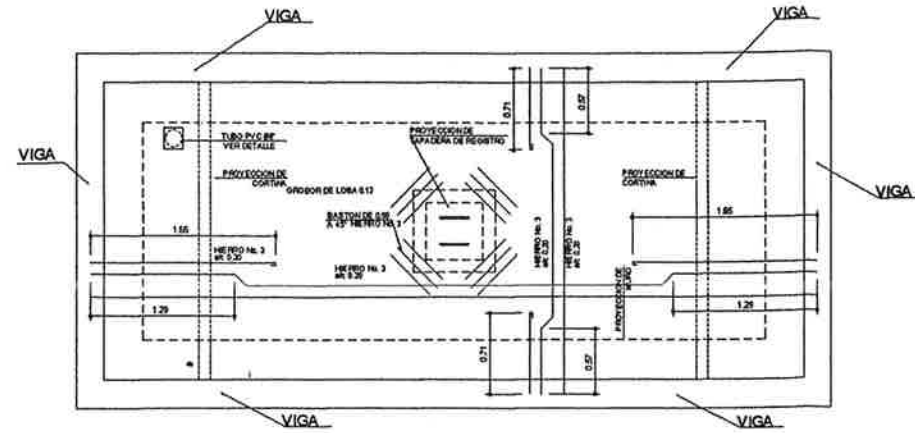


PERFIL PRINCIPAL
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:20

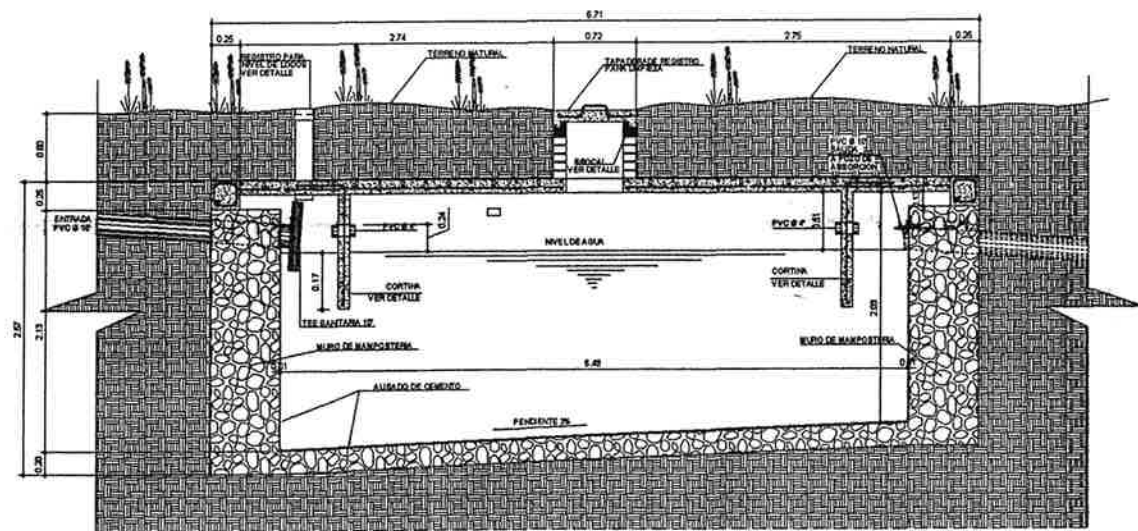
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIVERSIDAD DE INGENIERIA SUPERVISORIAL DE EPS
 PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCUELA DE DOS AULAS
 LUGAR: ALDEA BRESAS DE ATLAN, MUNICIPIO DE SAN JUAN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ
 DISEÑO: EDDIE FERNANDO CASTRO QUINTERO
 CONTENIDO: PERFILES



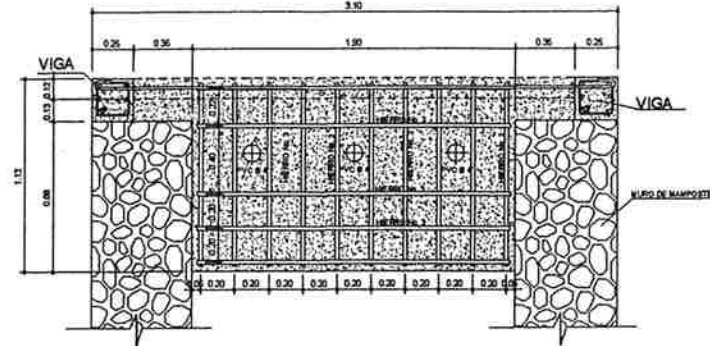
PLANTA.
FOSA SEPTICA.



PLANTA.
ESTRUCTURA DE LOSA.



SECCION A-A.
FOSA SEPTICA.



DETALLE.
CORTINA.

ESPECIFICACIONES

MATERIALES:

MAMPOSTERÍA:
87 % DE PIEDRA Y 13% CONCRETO EN PROPORCIÓN 1:2:3.
CEMENTO, ARENA DE RÍO, PIEDRA.
CONCRETO
SE USARÁ CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTRURA A COMPRESIÓN DE 210 kg/cm² (3000 PSI) A LOS 28 DÍAS.
ACERO DE REFUERZO
SE USARÁ ACERO DE REFUERZO DE fy = 2870 kg/cm² (GRADO 40) ESPECIFICACIÓN ASTM A616.

VIARIOS:

LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
TODAS LA DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3cm. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
EL TERRENO O BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISADO.
LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CADAVER INTERIORES POR MEDIO DE UN CAPA DE SABETA DE CEMENTO ARENA PROPORCIÓN (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.
LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERRIGAS CON CEMENTO ARENA.
EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 5CM.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE EPS
ASESORIA TECNICA EN INGENIERIA Y EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

PROYECTO	EDIFICACIÓN ESCUELA DE NIÑOS	ESCALA	1:50
LUGAR	ALDEA BRIGAS DE ATULÁN, MUNICIPIO DE BRIGAS DE ATULÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ	FECHA	2008/11/16
DISEÑO	EDDIE FERNANDO CASTRO	CARTE	3.00 PEROX COS
HOJA No.	7		8
CONTENIDO	DETALLE FOSA SÉPTICA		

