



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
CASERÍO SAN RAFAEL CACAOTAL E INSTITUTO DE DOS NIVELES
PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

Gustavo Adolfo Morales Barrera

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, agosto de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
CASERÍO SAN RAFAEL CACAOTAL E INSTITUTO DE DOS NIVELES
PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
CASERÍO SAN RAFAEL CACAOTAL E INSTITUTO DE DOS NIVELES
PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

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


Gustavo Adolfo Morales Barrera



Guatemala, 23 de abril de 2012
Ref.EPS.DOC.629.04.12

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

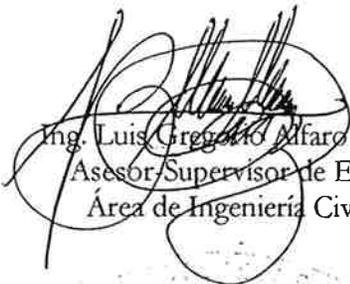
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Gustavo Adolfo Morales Barrera** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **199516433**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN RAFAEL CACAOTAL E INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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

c.c. Archivo
LGAV/ra



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



Guatemala,
2 de mayo de 2012

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN RAFAEL CACAOTAL E INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Gustavo Adolfo Morales Barrera, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC



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



Guatemala,
23 de mayo 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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN RAFAEL CACAOTAL E INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Gustavo Adolfo Morales Barrera, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



Guatemala, 29 de mayo de 2012
Ref.EPS.D.548.05.12

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN RAFAEL CACAOTAL E INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Gustavo Adolfo Morales Barrera**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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



NISZ/ra



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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Gustavo Adolfo Morales Barrera, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCATARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN RAFAEL CACAOTAL E INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, agosto 2012

/bbdeb.



DTG. 401.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN RAFAEL CACAOTAL E INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario **Gustavo Adolfo Morales Barrera**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 27 de agosto de 2012

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por toda su misericordia, sabiduría y bondad al permitir realizarme como profesional.
- Mis padres** Aura Elena Barrera García de Morales y Jorge Santiago Morales Martínez. Con mucho amor y admiración por su esfuerzo y apoyo incondicional para la obtención de este triunfo, sin ellos no lo hubiera logrado.
- Mis hermanos** Jorge Luis Morales Barrera.
Douglas Hernán Morales Barrera.
Con mucho cariño, deseándole todo lo mejor en todo lo que se propongan.
- Mis abuelos** María Basilia Martínez (q.e.p.d.), Ladislao Chacón (q.e.p.d.), Vicenta García Oliva (q.e.p.d.) y Martín Barrera Santa Cruz (q.e.p.d.). Por sus consejos y cariño hacia mi persona.
- Mis tíos** Falco Nieri, Esmirna (q.e.p.d.), Azucena, Juan, Aura y Francisco. Con cariño y aprecio a todos.
- Mi cuñada** Melba Millán Moran Godoy de Morales.

Sobrinos

Martin Jorge Antonio, Lester Josué, Luis Roberto
y Douglas Francisco.

**La Facultad de
Ingeniería**

Con gratitud por la formación profesional.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por haberme dado la vida y por la bendición de permitirme alcanzar este anhelado triunfo.
Mis padres	Aura Elena Barrera García de Morales y Jorge Santiago Morales Martínez, por su paciencia, esmero y apoyo incondicional que siempre me han dado en la vida.
Ingenieros	Julio Roberto Herrera Rivas y José Rolando Fuentes Handal, por su apoyo incondicional.
Toda mi familia	Por su aprecio y por el apoyo que siempre me han manifestado.
Mis compañeros y amigos	Por compartir con todos ellos la factura, que nos presenta la vida pasó a pasó y las intensas tertulias en las que amanecíamos en los alrededores de la ceiba Palíneca.
Ing. Luis Alfaro	Por brindarme su asesoría, apoyo moral e incondicional.
USAC	Mi alma mater.

**Municipalidad de
Guanagazapa**

Por la colaboración en la realización del
Ejercicio Profesional Supervisado y a su
gente en general.

Palín

Cómo olvidar mi pueblo, su gente en este
soñado y anhelado triunfo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del caserío San Rafael Cacaotal	1
1.1.1. Aspectos físicos	1
1.1.1.1. Ubicación y localización	1
1.1.1.2. Extensión y colindancias.....	2
1.1.1.3. Clima y zona de vida.....	2
1.1.1.4. Población actual.....	2
1.1.1.5. Tipología de la vivienda	2
1.1.2. Aspectos de infraestructura	3
1.1.2.1. Vías de acceso.....	3
1.1.2.2. Servicios públicos	3
1.1.2.3. Salud	4
1.1.2.4. Agua potable	4
1.1.2.5. Drenajes.....	4
1.1.2.6. Energía eléctrica	4
1.1.3. Aspectos socioeconómicos	4
1.1.3.1. Origen de la comunidad.....	5
1.1.3.2. Actividades económicas.....	5

1.2.	Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del caserío San Rafael Cacaotal.....	5
1.2.1.	Descripción de las necesidades	6
1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades	6
2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	9
2.1.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Rafael Cacaotal	9
2.1.1.	Descripción general del proyecto	9
2.1.2.	Levantamiento topográfico	10
2.1.2.1.	Altimetría	10
2.1.2.2.	Planimetría	10
2.1.3.	Descripción del sistema a utilizar	11
2.1.4.	Partes de un alcantarillado	11
2.1.4.1.	Colector	12
2.1.4.2.	Pozos de visita	12
2.1.4.3.	Conexiones domiciliarias	13
2.1.5.	Período de diseño	15
2.1.6.	Población futura.....	16
2.1.7.	Determinación de caudales.....	16
2.1.7.1.	Población tributaria.....	17
2.1.7.2.	Dotación.....	17
2.1.7.3.	Factor de retorno al sistema.....	17
2.1.7.4.	Caudal sanitario	18
2.1.7.4.1.	Caudal domiciliar.....	18
2.1.7.4.2.	Caudal industrial.....	19
2.1.7.4.3.	Caudal comercial.....	19
2.1.7.4.4.	Caudal por conexiones ilícitas.....	19

	2.1.7.4.5.	Caudal por infiltración.....	21
	2.1.7.5.	Caudal medio.....	21
	2.1.7.6.	Factor de caudal medio	21
	2.1.7.7.	Factor Harmond.....	22
	2.1.7.8.	Caudal de diseño.....	22
2.1.8.		Fundamentos hidráulicos	23
	2.1.8.1.	Ecuación de Manning para flujo en canales abiertos	23
	2.1.8.2.	Relaciones de diámetros y caudal	24
	2.1.8.3.	Relaciones hidráulicas.....	25
2.1.9.		Parámetros de diseño hidráulico	25
	2.1.9.1.	Coefficiente de rugosidad.....	26
	2.1.9.2.	Sección llena y parcialmente llena	26
	2.1.9.3.	Velocidades máximas y mínimas	27
	2.1.9.4.	Diámetros de colector.....	28
	2.1.9.5.	Profundidad del colector.....	29
		2.1.9.5.1. Profundidad mínima del colector	29
		2.1.9.5.2. Ancho de zanja.....	30
		2.1.9.5.3. Volumen de excavación	31
		2.1.9.5.4. Cotas invert.....	32
2.1.10.		Ubicación de los pozos de visita	33
2.1.11.		Profundidad de los pozos de visita.....	33
2.1.12.		Características de las conexiones domiciliarias	36
2.1.13.		Diseño hidráulico.....	36
2.1.14.		Ejemplo de diseño de un tramo.....	38

2.1.15.	Desfogue.....	41
	2.1.15.1. Ubicación	41
2.1.16.	Propuesta de tratamiento.....	41
2.1.17.	Administración, operación y mantenimiento	58
2.1.18.	Elaboración de planos.....	61
2.1.19.	Elaboración de presupuesto.....	61
2.1.20.	Evaluación socioeconómica.....	63
	2.1.20.1. Valor Presente Neto	63
	2.1.20.2. Tasa Interna de Retorno	65
2.1.21.	Evaluación de impacto ambiental.....	66
	2.1.21.1. Definición de impacto ambiental y evaluación de impacto ambiental.....	66
	2.1.21.2. Evaluación de impacto ambiental del proyecto de alcantarillado	67
2.1.22.	Medidas de mitigación.....	70
3.	DISEÑO DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA.....	75
3.1.	Descripción general del proyecto.....	75
3.2.	Investigación preliminar	75
	3.2.1. Terreno disponible	75
	3.2.2. Análisis de los suelos	76
	3.2.2.1. Ensayo triaxial	76
	3.2.3. Diseño arquitectónico	79
	3.2.3.1. Ubicación del edificio.....	79
	3.2.3.2. Distribución de ambientes	79
	3.2.3.3. Altura del instituto	79
	3.2.3.4. Selección del sistema a utilizar	80
3.3.	Análisis estructural de mampostería reforzada	80

3.3.1.	Predimensionamiento estructural	80
3.3.2.	Determinación características de la edificación	84
3.4.	Diseño estructural	84
3.4.1.	Cálculo de losa	88
3.4.2.	Cálculo de centro de masa y pesos por nivel	102
3.4.3.	Guía para estructuración según AGIES	104
3.4.4.	Corte basal	116
3.4.5.	Distribución de fuerzas V por piso.....	121
3.4.6.	Cálculo de rigideces	124
3.4.7.	Cálculo de excentricidades.....	133
3.4.8.	Cálculo de fuerzas cortantes y momentos real de diseño.....	135
3.4.9.	Distribución de esfuerzos por elemento	140
3.4.10.	Diseño del acero para elementos.....	141
3.4.11.	Especificaciones técnicas para muros confinados	143
3.4.12.	Cálculo de acero vertical y horizontal elemento 1	146
3.4.13.	Cálculo de columnas.....	148
3.4.14.	Cálculo de vigas	152
3.4.15.	Cálculo de cimiento corrido	160
3.4.16.	Cálculo de gradas.....	165
3.4.17.	Instalaciones hidráulicas.....	170
3.4.18.	Instalaciones drenajes.....	173
3.4.19.	Instalaciones eléctricas.....	178
3.4.20.	Estudio de impacto ambiental	180
3.4.21.	Elaboración de presupuesto	182
3.4.22.	Cronograma de actividades.....	183

CONCLUSIONES..... 185
RECOMENDACIONES 187
BIBLIOGRAFÍA..... 189
APÉNDICES 191
ANEXOS..... 197

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Pozo de visita.....	13
2.	Conexión domiciliar.....	15
3.	Sección parcialmente llena.....	26
4.	Diseño muro fosa séptica.....	48
5.	Diseño losa de fosa.....	48
6.	Diagrama de fuerzas actuantes muro.....	54
7.	Sección de viga.....	81
8.	Sección de columna.....	83
9.	Planta general del instituto.....	85
10.	Secciones instituto.....	86
11.	Áreas tributarias.....	87
12.	Planta de losa primer nivel.....	88
13.	Diagrama de momentos.....	98
14.	Diagrama de momentos balanceados.....	99
15.	Diagrama de fuerzas V por piso.....	122
16.	Diagrama de fuerzas acumuladas y momentos base.....	123
17.	Dimensiones de muros de 2do. nivel.....	125
18.	Dimensiones de muros 1er. nivel.....	126
19.	Plano de C.M. y C.R.	134
20.	Perfil estructural de columna.....	151
21.	Sección de viga estructural.....	154
22.	Diagrama de corte.....	155
23.	Diagrama de corte para vigas.....	157

24.	Diagrama para encontrar longitud de desarrollo	158
25.	Perfil estructural de viga V-2.....	159
26.	Dimensiones de muros, alturas y áreas tributarias	161
27.	Espesor de cimiento corrido	162
28.	Detalles de cimiento corrido.....	165
29.	Detalle de gradas.....	166
30.	Detalle estructurales de gradas	169

TABLAS

I.	Tabla de factor de rugosidad.....	26
II.	Profundidad mínima del colector para tubería de concreto	30
III.	Profundidad mínima del colector para tubería pvc	30
IV.	Ancho de zanja	31
V.	Bases generales de diseño proyecto alcantarillado sanitario	37
VI.	Cálculo de momentos respecto del punto A.....	56
VII.	Método de limpieza de alcantarillado sanitario.....	60
VIII.	Presupuesto de alcantarillado sanitario.....	62
IX.	Valor soporte sugerido para diferentes tipos de suelos	78
X.	Cálculo de C.M. y pesos primer nivel	102
XI.	Cálculo de C.M. y pesos segundo nivel.....	103
XII.	Nivel de protección requerida	106
XIII.	Aceleración máxima efectiva del terreno A_0	109
XIV.	Redundancia estructural q_1	111
XV.	Redundancia estructural q_2	111
XVI.	Redundancia estructural q_4 , q_5 y q_6	113
XVII.	Redundancia estructural q_7	114
XVIII.	Guía estructuración sismo resistente de una edificación.....	115
XIX.	Período de vibración T_a y T_b	117
XX.	Demanda sísmica de diseño $S_a(T)$	118

XXI.	Factor de reducción respuesta sísmica R	119
XXII.	Cálculo de pesos y altura	122
XXIII.	Fuerzas acumuladas y momentos base.....	122
XXIV.	Cálculo de rigideces primer y segundo nivel	132
XXV.	Cálculo de excentricidades	133
XXVI.	Fuerzas cortantes y momentos reales de diseño	136
XXVII.	Fuerzas cortantes y momentos reales de diseño	137
XXVIII.	Fuerzas cortantes y momentos reales de diseño	138
XXIX.	Fuerzas cortantes y momentos reales de diseño	139
XXX.	Cálculo acero refuerzo para elemento 1	143
XXXI.	Coeficiente longitud de muros.....	145
XXXII.	Cálculo de peso que soporta el muro	160
XXXIII.	Diámetros mínimos de tuberías por accesorio sanitario.....	174
XXXIV.	Estudio de impacto ambiental inicial.....	181
XXXV.	Elaboración de presupuesto del instituto.....	182
XXXVI.	Cronograma de actividades	183

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A cada
≈	Aproximadamente
A	Área
As	Área de acero
As máx	Área de acero máxima
As mín	Área de acero mínimo
Ast	Área de acero por temperatura
CM	Carga muerta
CU	Carga última
W	Carga uniformemente distribuida
CV	Carga viva
Q	Caudal
QC	Caudal de conducción
Qd	Caudal de distribución
Qm	Caudal medio
Ka	Coefficiente de empuje activo
∅	Diámetro
t	Espesor del elemento
Fs	Factor de seguridad
Fa	Fuerza activa
I	Inercia
kg	Kilogramo
kg/ cm ²	Kilogramo por metro cuadrado

psi	Libra por pulgada cuadrada
l	Litros
l/hab/día	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
L	Longitud de viga
m.c.a.	Metros columna de agua
mm	Milímetros
M	Momento
Ma	Momento activo
Mp	Momento pasivo
Mr	Momento resultante
d	Peralte
Hf	Perdida de carga
N	Período de diseño
Yagua	Peso específico del agua
Yc	Peso específico del concreto
Ycpeo	Peso específico del concreto ciclópeo
Ys	Peso específico del suelo
ft²	Pie cuadrado
Pa	Población actual
Pf	Población futura
P	Presión
Pd	Presión dinámica
In	Pulgada
In²	Pulgada cuadrada

GLOSARIO

Aguas residuales	Son los desperdicios líquidos y sólidos los cuales son transportados por aguas procedentes de las viviendas, establecimientos e industrias.
Anaeróbico	Condición en la cual no se encuentra presencia alguna de oxígeno.
Área	Espacio limitado entre ciertos límites.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético o arbitrario su rango va de 0° a 360°.
Banco de medida	Punto en la altimetría donde cuya altura es un dato conocido y se utilizaran para determinar altura posteriores.
Base de diseño	Son las bases técnicas adaptadas para el diseño de dicho proyecto.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras que provienen del interior y que conduce estas del colector al sistema de drenaje.
Carga dinámica	Es la suma de las cargas de velocidad ($v^2 / 2g$).

Carga estática	Es la diferencia de alturas que existen entre la superficie libre de una fuente de abastecimiento y un punto determinado del acueducto, esta dado por metros columna de agua.
Caudal	Es el volumen proveniente de agua que pasa por unidad de tiempo en un punto de observación.
Colector	Conjunto de tuberías, pozos de vista y obras de accesorios que se utilizaran para la descarga de las aguas servidas o aguas de lluvia.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce de las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta la candela
Cota invert	Son las alturas o cotas de la parte inferior de una tubería ya instalada.
Descarga	Lugar donde se descargan las aguas servidas o que provienen de un colector.
Dotación	Es la cantidad de agua necesaria para consumo de una persona por día.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el municipio de Guanagazapa, Escuintla; el cual tiene como objetivo fundamental, proporcionar soluciones técnicas a las necesidades reales de la población.

El trabajo de graduación está dividido en tres fases muy importantes: el primero que es la fase de investigación, se detalla la monografía del lugar y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de el caserío; en la segunda fase denominada Servicio Técnico Profesional, contiene el desarrollo del diseño del sistema de alcantarillado sanitario San Rafael Cacaotal; en la tercera fase el instituto de dos niveles para educación media del casco urbano, dichos proyectos fueron seleccionados con base al diagnóstico practicado conjuntamente con autoridades municipales y pobladores beneficiados.

Para el diseño del sistema alcantarillado sanitario se partió del levantamiento topográfico. Con esta información de campo se procedió al cálculo de diseño y posteriormente al diseño hidráulico comprobando parámetros y normas que la rigen. Posteriormente se elaboraron los planos y el presupuesto.

Para el caso de la infraestructura para el instituto, se realizo el diseño en base a mampostería reforzada iniciando con el ensayo de suelo para conocer su valor soporte. El análisis estructural fue en base a normas de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES).

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema sanitario para el caserío San Rafael Cacaotal e instituto de dos niveles para educación media, Guanagazapa, Escuintla.

Específicos

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del caserío San Rafael Cacaotal, Guanagazapa, Escuintla.
2. Capacitar a los miembros del comité Promejoramiento del caserío San Rafael Cacaotal respecto a la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado en el municipio de Guanagazapa, Escuintla; el cual tiene como objetivo fundamental, proporcionar soluciones técnicas a las necesidades reales de la población

El trabajo de investigación está dividido en tres fases muy importantes: la primera, en la que se detalla la monografía y un diagnóstico sobre las necesidades de servicio básico e infraestructura de el caserío; en la segunda denominada servicio técnico profesional, contiene el desarrollo del diseño de sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Rafael Cacaotal; y la tercera, el instituto de dos niveles para educación media, en el casco urbano dichos proyectos fueron seleccionados con base al diagnóstico practicado conjuntamente con autoridades municipales y pobladores beneficiados.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se partió del levantamiento topográfico. Con esta información de campo se procedió al cálculo del caudal de diseño y posteriormente al diseño hidráulico, teniendo en cuenta los parámetros y normas que lo rigen. Posteriormente se elaboraron los planos.

Para el caso de infraestructura del instituto, se realizo el diseño con base a mampostería reforzada iniciando con el ensayo de suelos para conocer su valor soporte. Posteriormente el análisis y diseño que fue hecho con base a normas de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES).

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del caserío San Rafael Cacaotal

Nombre geográfico oficial: San Rafael Cacaotal municipio de Guanzapaga del departamento de Escuintla. Su jurisdicción municipal corresponde a la municipalidad Guanagazapa, Escuintla. Actualmente cuenta con una población de 53 viviendas, escuela, un centro de salud, una iglesia católica, una evangélica y aparte los lotes baldíos que existen. El área aproximada 2,45 kilómetros cuadrados, San Rafael Cacaotal es un caserío que pertenece a uno de los municipios más antiguos de municipio de Escuintla como lo menciona Fuentes y Guzmán hacia 1690 en su "Recordación Florida".

1.1.1. Aspectos físicos

Cabe mencionar que dentro de los aspectos físicos con los que cuenta el municipio de Guanagazapa, se pueden contar los siguientes:

1.1.1.1. Ubicación y localización

El caserío San Rafael Cacaotal pertenece al municipio de Guanagazapa del departamento de Escuintla, su nombre geográfico San Rafael Cacaotal y se localiza a 8,5 kilómetros al norte de la cabecera municipal, se ubica a 720 metros sobre nivel del mar (msnm) en coordenadas geodésicas latitud 14° 16' 30" y longitud 90° 38'41" ver en anexo 2 detalle.

1.1.1.2. Extensión y colindancias

Tiene un extensión territorial de 2,45 kilómetros cuadrados colinda al norte con la finca el Tarral, al este con la finca San Isidro, El pito, al oeste con la finca San Nicolás y al sur con la Finca Santa Clara todas del municipio de Guanagazapa Escuintla.

1.1.1.3. Clima y zona de vida

El clima predominante es cálido con temperatura oscila entre 22° y 35°. Datos extraídos de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) de la estación las Guacamayas ubicada en las cercanías del municipio Guanagazapa, Escuintla, en coordenadas geodésicas latitud 14°08'45" y longitud 90° 37'457" ver detalle en anexo 5.

1.1.1.4. Población actual

Actualmente, el Caserío cuenta con 53 casas haciendo un total de 314 habitantes con un promedio de 6 habitantes por casa este dato se obtuvo de un censo que se realizo en noviembre 2010.

1.1.1.5. Tipología de las viviendas

El clima y las condiciones del suelo han permitido la diversidad en zonas de vida con que cuenta el país. En la región de la costa sur se pueden identificar prioritariamente en dos zonas de vida el bosque húmedo subtropical cálido sin embargo, en la actualidad es raro encontrar vegetación en estado natural, pues los bosques cedieron paso al cultivo de café, maíz y a los pastos.

Con baja densidad se pueden encontrar algunas de las especies sobrevivientes: cedro, caoba, conacaste los cuales tienen un valor económico importante.

1.1.2. Aspecto de infraestructura

En el aspecto de infraestructura, el municipio de Guanagazapa del departamento de Escuintla, cuenta con pocos recursos, por lo cual en este aspecto es reducido, a continuación se enumeran algunos aspectos.

1.1.2.1. Vías de acceso

Existe únicamente una vía de acceso al caserío San Rafael Cacaotal, esto es por Escuintla por la carretera CA-2 hasta llegar a la desviación de la finca las pilas hasta llegar a la cabecera municipal y de ahí por caminos vecinales y veredas hacia el norte del municipio a 8,5 kilómetros está el caserío, cabe mencionar que este caserío solo se puede entrar con carro de doble tracción.

1.1.2.2. Servicios públicos

La aldea cuenta actualmente con los siguientes servicios: energía eléctrica, una escuela donde se imparte clases del nivel pre-primario y primario, una iglesia católica, evangélica, guardería y puesto de salud.

1.1.2.3. Salud

Solamente cuenta con un puesto de salud, ubicado en el centro del caserío donde es atendido por un técnico en salud rural.

1.1.2.4. Agua potable

El caserío actualmente si cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, la forma de abastecerse es de un río denominado el silencio que baja de la montaña del cual se extraerá para abastecer el caserío.

1.1.2.5. Drenajes

El caserío actualmente no cuenta con un sistema de drenajes, por lo que la mayoría de casas tienen posos ciegos para la disposición de excretas y aguas negras corren a flor de tierra.

1.1.2.6. Energía eléctrica

El caserío actualmente cuenta con energía eléctrica desde finales del 2009 puesto en marcha por el alcalde de la cabecera municipal.

1.1.3. Aspecto socioeconómico

Entre otros aspectos monográficos, se tiene el origen de la comunidad y las actividades económicas que se genera en el municipio.

1.1.3.1. Origen de la comunidad

El gobierno de Álvaro Arzú por medio de FONTIERRAS, adquirió la finca San Rafael Cacaotal a un precio de Q 4 500 000,00 otorgándola a comunidad de guatemaltecos provenientes de México, la comunidad tomo el nombre de San Rafael Cacaotal, municipio de Guanagazapa, Escuintla.

1.1.3.2. Actividades económicas

La mayoría de las familias se dedican a la agricultura, se pueden mencionar como principales cultivos: el maíz, frijol, chile, legumbres, frutas y café. La canasta básica familiar se alterna con otros ingresos, por ejemplo la crianza de animales domésticos.

Debido a la carencia de fuentes económicas y la baja producción de productos agrícolas del caserío, los jefes de la familia emigran por varios meses a fincas de producción de café, caña de azúcar y otras cosechas y actividades en el departamento de Escuintla.

1.2. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del caserío San Rafael Cacaotal

A través de una encuesta sanitaria realizada y entrevistas a las autoridades y líderes del caserío, se determinaron las necesidades que a continuación se puntualizan.

1.2.1. Descripción de las necesidades

Las necesidades que se encuentran en el caserío San Rafael Cacaotal son:

- Diseño e instalación del sistema de alcantarillado sanitario ,la carencia de un sistema apropiado para disposición de aguas servidas crea alteraciones de distinta índole.
- Construcción de un centro de salud; no existe una edificación designada al servicio de la salud de la población.
- Adquisición de un predio para cementerio comunal, los pobladores no cuentan con un cementerio para el entierro de sus seres queridos.
- Construcción de una cancha de básquetbol en busca de sitios recreativos y fomentar el deporte en la niñez y la juventud.
- Construcción de un salón comunal; la población se afectada por la falta de un lugar apropiado para el montaje de actividades socioculturales y eventos importantes.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Considerando los criterios tanto de la alcaldía como de los comités, se enumeran a continuación según el orden de prioridad asignado.

- Diseño e instalación del sistema de alcantarillado sanitario

- Construcción de un centro de salud
- Adquisición de un predio para construcción de salón comunal
- Adquisición de predio para cementerio comunal

Se priorizaron los proyectos de diseño del sistema de alcantarillado sanitario y instituto. Siendo ambas de primera necesidad para el desarrollo y educación de sus habitantes.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la red de alcantarillado sanitario caserío San Rafael Cacaotal

El diseño de la red de alcantarillado sanitario consta de descripción general del proyecto, levantamiento topográfico, descripción del sistema a utilizar, período de diseño, determinación de caudales, fundamentos hidráulicos, parámetros de diseño, características de pozos y acometidas domiciliarias y propuesta de tratamiento de aguas residuales que se enumeran a continuación.

2.1.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en una red de alcantarillado sanitario por gravedad, el cual se diseñará según normas de diseño del Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM). El diseño en mención está calculado para un período de diseño de 21 años, tomando en cuenta una dotación diaria de 125 litros/habitante/día, con un factor de retorno de 0,80. La cantidad actual de viviendas a servir es de 53, con una densidad poblacional de 6 habitantes por vivienda, y una tasa de crecimiento de 2,50 por ciento.

El sistema de alcantarillado sanitario está integrada de la siguiente manera: posee una longitud total de 1 435,70 metros, 26 pozos de visita de diversas profundadas especificadas en los planos constructivos, 53 conexiones domiciliarias, y se propone un tratamiento primario.

2.1.2. Levantamiento topográfico

Se refiere al conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos en la superficie de la tierra, tanto en planta como en altura y la representación en un plano (trabajo de campo + trabajo de oficina).

2.1.2.1. Altimetría

El levantamiento que se realizó en este caso, fue de primer orden por tratarse de un proyecto de drenajes, en que la precisión de los datos es muy importante para el trabajo se utilizó un nivel de precisión marca Wild modelo N24, un estadal, plomadas, así como cinta métrica.

Teniendo los datos de altimetría se procedió al trazo de las curvas de nivel, para así poder tener una representación gráfica de las elevaciones y pendientes que existen en el lugar.

2.1.2.2. Planimetría

El levantamiento planimétrico, sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y en general; ubicar todos aquellos puntos de importancia. Para el levantamiento planimétrico, se utilizan diferentes métodos, el utilizado para éste trabajo fue el de conservación del azimut con vuelta de campana. El equipo utilizado fue un Teodolito Sokisha modelo TM20E, un estadal, plomada y una cinta métrica.

2.1.3. Descripción del sistema a utilizar

De acuerdo con su finalidad, existen tres tipos de alcantarillado. La selección o adopción de uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizás el más importante es el económico.

- Alcantarillado sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, como, baños, cocinas, lavados y servicios; las de residuos comerciales, como, restaurantes y garajes, los residuos industriales, e infiltración.
- Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia que concurren al sistema.
- Alcantarillado combinado: posee los caudales antes mencionados (sanitario y pluvial)

En este caso se diseñará un sistema de alcantarillado sanitario, porque sólo se recolectarán aguas servidas domiciliarias.

2.1.4. Partes de un alcantarillado

Se refiere al conjunto de partes del cual se compone un sistema de alcantarillado sanitario como lo son; colector, pozos de visita y conexiones domiciliarias.

2.1.4.1. Colector

Es el conducto principal. Se ubica generalmente en el centro de las calles. Transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hasta su dispositivo final, ya sea hacia una planta de tratamiento, o a un cuerpo receptor. Generalmente son secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño, de pvc o concreto. El trayecto, comúnmente obligatorio, es subterráneo.

2.1.4.2. Pozos de visita

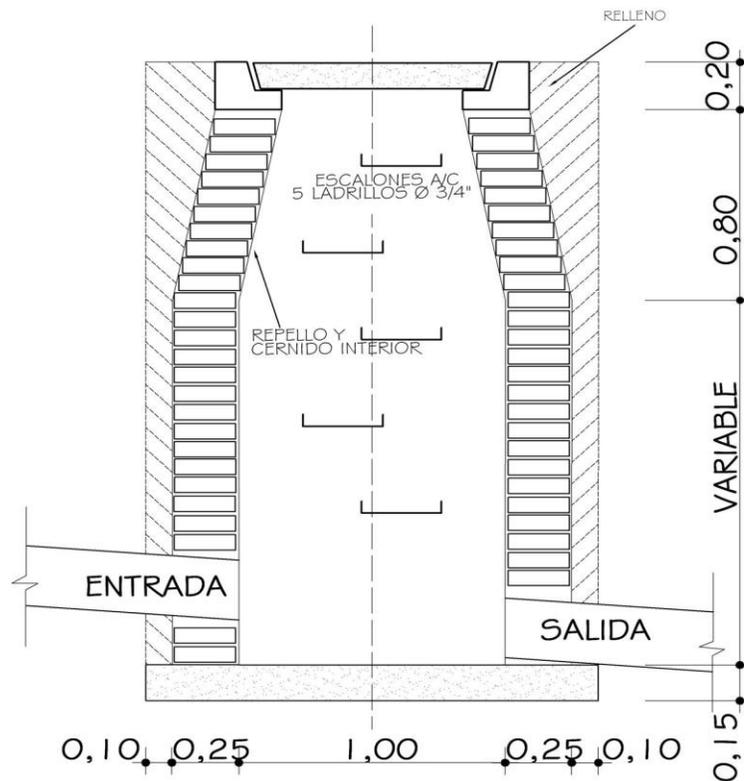
Son dispositivos que permiten verificar el buen funcionamiento de la red del colector. Permite efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento, accediendo a realizar funciones como: conectar distintos ramales de un sistema e iniciar un ramal.

Su construcción está predeterminada según normas establecidas por instituciones encargadas de velar por la adecuada construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, siendo sus principales características: fondo de concreto reforzado, paredes de mampostería o cualquier material impermeable, repellos y cernidos liso en dichas paredes, tapadera que permite la entrada al pozo de un diámetro entre 0,60 a 0,75 metros, escalones que permite bajar al fondo del pozo, esto de hierro empotrados en la paredes del pozo. La altura del pozo dependerá del diseño de la red.

Son de secciones circulares y con diámetro mínimo de 1,20 m, contruidos generalmente de ladrillo o cualquier otro material que proporcione impermeabilidad y durabilidad dentro del período de diseño; sin embargo, las limitantes del lugar pueden ser una variable para su construcción

observándose diseños desde tubos de concreto de 32 pulgadas hasta pozos fundidos de concreto ciclópeo.

Figura 1. **Pozo de visita**



Fuente: elaboración propia.

2.1.4.3. **Conexiones domiciliarias**

Son subestructuras que tienen el propósito de descargar todas las aguas provenientes de las edificaciones y conducir las al colector o alcantarillado central. Consta de las siguientes partes:

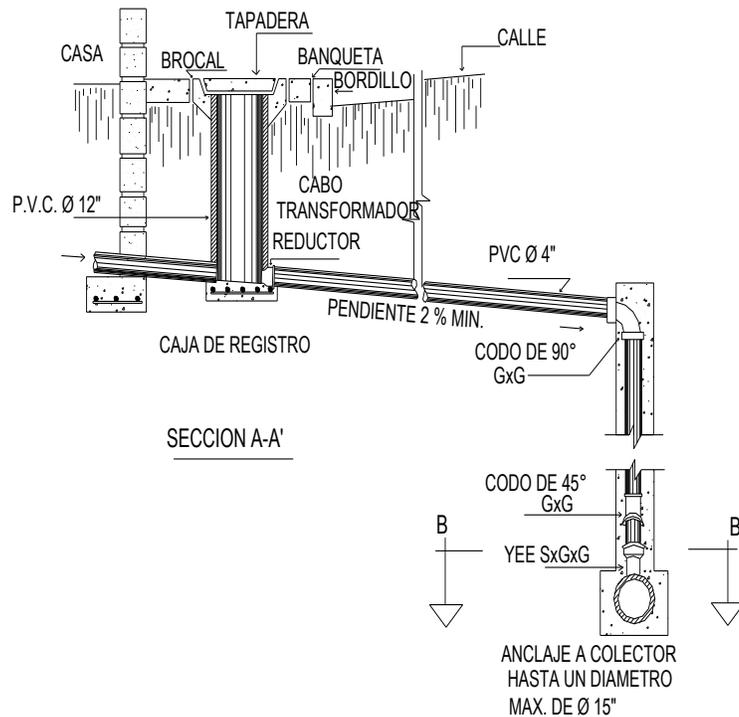
- Caja o candela

Es una estructura que permite la recolección de las aguas provenientes del interior de las edificaciones. Pueden construirse de diferentes formas, tales como: un tubo de concreto vertical no menor de 12 pulgadas de diámetro, una caja de mampostería de lado no menor de 45 centímetros, impermeabilizado por dentro. Deben de tener una tapadera que permita inspeccionar y controlar el caudal; el fondo debe estar fundido y con un desnivel para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan ser transportadas al colector, con altura mínima de la candela de 1,00 metro.

- Tubería secundaria

Es la tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Deberá utilizarse tubo pvc de 4 pulgadas, con pendiente mínima de 2, considerando las profundidades de instalación.

Figura 2. **Conexión domiciliar**



Fuente: elaboración propia.

2.1.5. **Período de diseño**

Es importante recordar que cuando se diseña una red de alcantarillado sanitario, se debe determinar el tiempo en el cual el proyecto prestará eficazmente el servicio, pudiendo proyectarlo para realizar su función en un período de 20 a 40 años, a partir de la fecha que se realice el diseño, y tomando en cuenta las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales, lo cual se puede determinar por normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

2.1.6. Población futura

El diseño de una red de alcantarillado sanitario, se debe adecuar a un funcionamiento eficaz, durante un período de diseño, realizando una proyección de la población futura que determina el aporte de caudales al sistema al final del período de diseño. Al igual que el proyecto de agua potable se usa el método geométrico.

Según el modelo geométrico:

$P_0 = 314$ habitantes

$n = 21$ años

$r = 2,5\%$ Dato utilizado en la Oficina Municipal de Planificación

$P_f = P_0 * (1 + r)^n = 314 * (1 + 0,025)^{21} = 528$ habitantes

2.1.7. Determinación de caudales

Para determinar el caudal o flujo de aguas negras del colector principal, se realiza diferentes cálculos de caudales y se aplican diferentes factores, como la dotación, la estimación de conexiones ilícitas, el caudal domiciliar, el caudal de infiltración, el caudal comercial y, principalmente las condiciones socioeconómicas de los pobladores del lugar, para determinar el factor de retorno del sistema

2.1.7.1. Población tributaria

En sistemas de alcantarillados sanitarios y combinados, la población que tributaría caudales al sistema, se calcula con los métodos de estimación de población futura generalmente empleados en Ingeniería Sanitaria. La población tributaria por casa se calcula con base al número de habitantes dividido entre el número total de casas a servir.

Habitantes por vivienda = número de habitantes / número de viviendas

Habitantes por vivienda = $314/53 = 6$

2.1.7.2. Dotación

Los factores que se consideran en la dotación son: clima, nivel de vida, condiciones socioeconómicas, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, medición, administración del sistema y presión del mismo.

El proyecto de agua potable para la misma comunidad se contempló una dotación de 125 litros/habitante/día, misma que será utilizada para diseñar este proyecto.

2.1.7.3. Factor de retorno al sistema

En las viviendas el agua tiene diferentes usos. Todos esos usos han sido cuantificados por diferentes instituciones, como la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Sanitarios y Ambientales, y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, las que han establecido datos en lo referente a factores de consumo de agua como: lavado de utensilios, baños, preparación

de alimentos, lavado de ropa, bebidas, que se dirige directamente al sistema de alcantarillado.

Gracias a esto, se ha podido estimar que, del total de agua que se consume dentro de las viviendas, aproximadamente de un setenta a un noventa por ciento se descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliar. En el presente proyecto se utilizará un valor de 0,80.

2.1.7.4. Caudal sanitario

Es la sumatoria, de la cantidad de aguas servidas que por consumo interno, es desechada al colector principal, se pueden contar los siguientes:

2.1.7.4.1. Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que se desecha de las viviendas por consumo interno hacia el colector principal, estando relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar.

El agua utilizada en jardines, lavado de banquetas, lavado de vehículos, etcétera, no es introducida al sistema de alcantarillado, de tal manera que el valor del caudal domiciliar está afectando por un factor de retorno de 0,80 para el presente informe, como se mencionó anteriormente, quedando el caudal total integrada a la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{Dot * F.R. * Hab}{86\ 400}$$

Q_{dom} = Caudal domiciliar

Hab. = Número de Habitantes futuras del tramo

Dot. = Dotación (litros/habitante /día)

F. R. = Factor de Retorno

86 400,00= Constante

Sustituyendo valores

$$Q_{dom} = \frac{125 * 0,80 * 528}{86\ 400,00} = 0,61 \text{ litros / segundo}$$

2.1.7.4.2. Caudal industrial

Es el agua proveniente del interior de todas las industrias existentes en el lugar, como procesadores de alimentos, fábrica de textiles, licoreras, etc. Puesto que la aldea carece de ellos, no se contempla caudal industrial alguno.

2.1.7.4.3. Caudal comercial

Conformado por las aguas negras resultantes de las actividades de los comercios, comedores, restaurantes, hoteles. Puesto que la aldea carece de ellos, no se contempla caudal comercial alguno.

2.1.7.4.4. Caudal por conexiones ilícitas

Es la cantidad de agua de lluvia que se va al drenaje, proveniente principalmente porque algunos usuarios, conectan las bajadas de aguas pluviales al sistema.

Este caudal daña el sistema, debe de evitarse para no causar posible destrucción del drenaje. Se calcula como un porcentaje del total de conexiones

como una función del área de techos y patios, su permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia. El caudal de conexiones ilícitas se calcula según la fórmula:

$$Q_c \text{ ilícitas} = \frac{CIA}{360} = \frac{C_i * (A * \%)}{360}$$

Donde:

Q_c ilícitas = caudal por conexiones ilícitas (m^3/s)

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia (mm/hora)

A = área que es factible conectar ilícitamente (hectáreas)

Claro está que para un área con un diferente factor de escorrentía, habrá un diferente caudal, el caudal de conexiones ilícitas puede ser calculado de otras formas, tales como estimando un porcentaje del caudal doméstico, como un porcentaje de la precipitación, etc.

En este caso se tomó como base el método dado por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), el cual especifica que se tomará el 10 por ciento del caudal domiciliar, sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial se podrá utilizar un valor más alto. El valor utilizado para el diseño fue de 25 por ciento, quedando el caudal por conexiones ilícitas total integrada a la siguiente manera:

$$Q_c \text{ ilícitas} = 25\% * Q_{\text{dom}} = 0,25 * 0,61 = 0,15 \text{ l/s}$$

2.1.7.4.5. Caudal por 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.

2.1.7.5. Caudal medio

Es la suma de todos los caudales provenientes de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas e infiltración, descartando todo aquel caudal que, dada la situación o propiedades de la red, no contribuya al sistema; se obtiene su valor de la siguiente ecuación.

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{cilicilas} + Q_{inf}$$

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{cilicilas}$$

$$Q_{med} = 0,61 + 0,15 = 0,76 \text{ l/s}$$

2.1.7.6. 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 Instituto Nacional de Fomento Municipal 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.

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$f_{qm} = \frac{Q \text{ medio}}{\text{No. Habitantes}} = \frac{0,80}{528} = 0,0014$$

Para este proyecto se tomó el valor de 0,002 como factor de caudal medio para todos los tramos, el cual es un dato regulado por el INFOM.

2.1.7.7. Factor Harmond

Conocido también como factor de flujo instantáneo, es el factor que se encarga de regular un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, determinando la probabilidad del número de usuario que estará haciendo uso del servicio o la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén usando simultáneamente. Estará siempre en función del número de habitantes localizados en el tramo de aporte y su cálculo se determina mediante la fórmula de Harmond:

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{p}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{528/100}} = 3,77 \quad p = \text{personas}/100$$

El factor de Harmond es adimensional y se encuentra entre los valores de 1,5 a 4,5; según sea el tamaño de la población a servir del tramo.

2.1.7.8. 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 alcantarilla.

Debe calcularse para cada tramo del sistema, calculado con la ecuación:

$$q_{\text{diseño}} = f_{qm} * F_H * \text{No. Habitantes} = 0,002 * 3,77 * 528 = 3,91 \text{ litros/segundo}$$

Donde $q_{\text{DISEÑO}}$ = Caudal de diseño (l/s)

f_{qm} = Factor de caudal medio

F_H = Factor de Harmond

No. Habitantes = Número de habitantes contribuyentes a la tubería

2.1.8. Fundamentos hidráulicos

El principio básico para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario, es transportar las aguas negras por tubería como si fuese canales abiertos, funcionando por gravedad, y cuyo flujo está determinado por la rugosidad del material, y por la pendiente del canal.

Particularmente para sistemas de alcantarillado sanitarios, se emplean canales circulares cerrados, y para no provocar ninguna molestia se construyen subterráneos, estando la superficie del agua afectada solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones provocadas por los gases de la materia en descomposición que dichos caudales transportan.

2.1.8.1. Ecuación de Manning para flujo en canales abiertos

Para encontrar valores que determinen la velocidad y caudal que se conducen en un canal, desde hace años se han propuesto fórmulas experimentales, en las cuales se involucran los factores que más afectan el flujo de las aguas en el conducto. Se encontraron fórmulas según las cuales existía un coeficiente C, el cual era tomado como una constante, pero se comprobó que es una variable que dependía de la rugosidad del material usado, de la

velocidad y del radio medio hidráulico y por lo tanto no se definía con exactitud la ley de la fricción de los fluidos.

Por consiguiente, se buscaron diferentes formas para calcular la velocidad en el conducto, donde se reduzcan las variaciones del coeficiente C y que dependa directamente de la rugosidad del material de transporte, y sea independiente del radio hidráulico y la pendiente.

Como una fórmula ideal de conseguir tales condiciones, fue presentada al Instituto de Ingenieros Civiles de Irlanda, en 1890, un procedimiento llamado fórmula de Manning, cuyo uso es bastante extenso por llenar condiciones factibles de trabajo en el cálculo de velocidades para flujo en canales.

La ecuación de Manning se define así:

$$V = (\sqrt{R} * \sqrt{S}) / n$$

V = Velocidad m/s

R = Radio hidráulico

S = Pendiente del canal

n = Coeficiente de rugosidad, propiedad del canal

2.1.8.2. Relaciones de diámetro y caudal

Las relaciones de diámetros y caudales que se deben tomar en cuenta en el diseño de la red de alcantarillado sanitario son: la relación d/D debe de ser mayor o igual a 0,10 y menor o igual a 0,75, y el caudal de diseño tiene que ser menor al caudal a sección llena en el colector, tomando en cuenta que estas relaciones se aplicarán solo para sistemas de alcantarillado sanitario. Esto es:

Relación de diámetro $0,1 < d / D \leq 0,75$; relación de caudal $q \text{ diseño} < Q$ sección llena.

2.1.8.3. Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas, utilizando para eso la fórmula de Manning.

La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación (q/Q). Dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se busca uno aproximado. En la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V) y obteniendo este valor se multiplica por el obtenido por la velocidad a sección llena y se logra saber así la velocidad a sección parcial. Sucesivamente se obtiene los demás valores de chequeo.

2.1.9. Parámetros de diseño hidráulico

Hoy en día existen empresas que se encargan de la fabricación de tuberías para la construcción de sistema de alcantarillado sanitario, teniendo que realizar pruebas que determinen un factor para determinar parámetros de rugosidad para diferentes tipos de materiales y diámetros ya estipulados por instituciones que regulan la construcción de alcantarillado sanitario.

2.1.9.1. Coeficiente de rugosidad

Existen valores de factores de rugosidad de algunos casos de la tubería mas empleadas en nuestro medio entre las que se pueden citar.

Tabla I. **Factor de rugosidad**

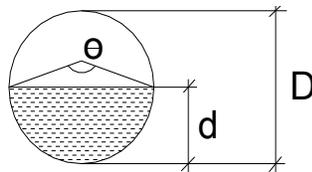
MATERIAL	FACTOR DE RUGOSIDAD
Superficie de mortero de cemento	0,011-0,013
Mampostería	0,017-0,030
Tubo de concreto diámetro < 24"	0,011-0,016
Tubo de concreto diámetro > 24"	0,013-0,018
Tubo de asbesto cemento	0,009-0,011
Tubería de pvc	0,006-0,011
Tubería de hierro galvanizado	0,013-0,015

Fuente: SANDOVAL RAMIREZ, Jorge. Diseño de los sistemas de abastecimiento agua potable y alcantarillado sanitario aldea Pacay, Chimaltenango. p. 82.

2.1.9.2. Sección llena y parcialmente llena

El principio fundamental de un sistema de alcantarillado sanitario como se ha mencionado con anterioridad, es que funcionan como canales abiertos (sección parcial) y, nunca funcionan a sección llena. En consecuencia el caudal de diseño jamás será mayor que el caudal a sección llena.

Figura 3. **Sección parcialmente llena**



Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de la velocidad se emplea la fórmula de Manning. Pero haciendo algunos arreglos algebraicos y para minimizar trabajo, se creó la fórmula siguiente, la cual se aplica en este diseño:

$$V = \frac{(0,003429) * (D)^{2/3} * (\sqrt{S})}{n}$$

Donde:

V = Velocidad a sección llena (m/s)

D = Diámetro de tubo (m)

S = Pendiente del terreno (%/100)

n = Coeficiente de rugosidad, propiedad del tubo

= Constante

El caudal que transportará el tubo a sección llena, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = A * V$$

$$A = \frac{\pi * D^4}{4}$$

Donde:

Q = Caudal a sección llena (l/s)

A = Área de la tubería (m²)

V = Velocidad a sección llena (m/s)

π = Constante Pi

A = 0,0005067 * D² * 100

D = Diámetro del tubo en pulgadas

2.1.9.3. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad de flujo se determina con factores como el diámetro, la pendiente del terreno y el tipo de tubería que se utilizará. Se define por la fórmula de Manning y por las relaciones hidráulicas de v/V , donde v es la velocidad a sección parcialmente llena y V es la velocidad a sección llena.

Según las normas ASTM D 3034 “v”, debe ser mayor de 0,60 metros por segundo, con esto se evita la sedimentación en la tubería y un taponamiento; y menor o igual que 3,0 metros por segundo, impidiendo con ello erosión o desgaste, tomando en cuenta que los datos anteriores son para tubería de concreto, y se ha aceptado para tubería de PVC velocidades entre 0,40 a 4,0 metros por segundo, la cual se instalará en este proyecto por ser de fácil el manejo, colocación y durabilidad.

2.1.9.4. Diámetro del colector

El diámetro de la tubería es una de las partes a calcular, se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Las Normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM), indican que el diámetro mínimo a colocar será de 8 pulgadas en el caso de tubería de concreto y de 6 pulgadas para tubería de PVC, esto si el sistema de drenaje es sanitario.

Para las conexiones domiciliarias se puede utilizar un diámetro de 6 pulgadas para tubería de concreto y 4 pulgadas para tubería de pvc, formando ángulo de 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal.

En este caso, el diámetro mínimo de tubería utilizado para el colector principal fue de 6 pulgadas y para las conexiones domiciliarias fue de 4 pulgadas, todas de tubería de pvc.

2.1.9.5. Profundidad del colector

La profundidad de la línea principal o colector se dará en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico. Así mismo, se debe tomar en cuenta que se debe considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo, de accidentes fortuitos.

A continuación, según estudios realizados sobre cargas efectuadas por distintos tipos de transportes, se determinan profundidades mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior extrema de la tubería, en cualquier punto de su extensión.

- Tubo de concreto:
 - Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 1,00 m
 - Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 1,20 m

- Tubo de pvc:
 - Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 0,60 m
 - Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 0,90 m

2.1.9.5.1. Profundidad mínima del colector

Según lo estipulado anteriormente y tomando en consideración que las condiciones de tránsito liviano y pesado de diferentes diámetros de tubería, con los cuales se diseña un drenaje sanitario, se presenta una tabla que tabula los valores de la profundidad mínima para distintos diámetros de tubos de concretos y pvc.

Tabla II. **Profundidad mínima del colector para tubería de concreto**

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
TRÁNSITO LIVIANO	111	117	122	128	134	140	149	165
TRÁNSITO PESADO	131	137	142	148	154	160	169	185

cm

Fuente: SANDOVAL RAMIREZ, Jorge. Diseño de los sistemas de abastecimiento agua potable y alcantarillado sanitario aldea Pacay, Chimaltenango. p.86.

Tabla III. **Profundidad mínima del colector para tubería de PVC**

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
TRÁNSITO LIVIANO	60	60	60	90	90	90	90	90
TRÁNSITO PESADO	90	90	90	110	110	120	120	120

cm

Fuente: SANDOVAL RAMIREZ, Jorge. Diseño de los sistemas de abastecimiento agua potable y alcantarillado sanitario aldea Pacay, Chimaltenango. p.86.

2.1.9.5.2. Ancho de zanja

Para llegar a las profundidades mínimas del colector se deben hacer excavaciones de estación a estación (pozos de visita), en la dirección que se determinó en la topografía de la red general; la profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y profundas requerida por la tubería a colocar. Se presenta a continuación una tabla que muestra anchos de zanjas aconsejables, en función del diámetro y de las alturas a excavar.

Tabla IV. **Ancho de zanja**

Diámetro en pulgadas	Ancho de zanja		
	Para profundidades hasta 2,00 m	Para profundidades de 2,00 a 4,00 m	Para profundidades de 4,00 a 6,00 m
4	0,50	0,60	0,70
6	0,55	0,65	0,75
8	0,60	0,70	0,80
10	0,70	0,80	0,80
12	0,80	0,80	0,80
15	0,90	0,90	0,90
18	1,00	1,00	1,10
24	1,10	1,10	1,35

Fuente: SANDOVAL RAMIREZ, Jorge. Diseño de los sistemas de abastecimiento agua potable y alcantarillado sanitario aldea Pacay, Chimaltenango. p. 86.

2.1.9.5.3. **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, el ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, y la longitud entre pozos, siendo sus dimensionales son metros cúbicos.

$$V = \frac{(H1 + H2)}{2} * d * Z$$

Donde:

V = Volumen de excavación (m³)

H1 = Profundidad del primer pozo (m)

H2 = Profundidad del segundo pozo (m)

d = Distancia entre pozos (m)

Z = ancho de zanja (m)

2.1.9.5.4. Cotas invert

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte interior inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita. Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado, se calculan de la siguiente manera:

$$CT_f = CT_i - (D.H * S_{\text{terreno}} \%)$$

$$\text{Terreno } \% = \frac{(CT_i - CT_f)}{100} * 100$$

$$CII = CT_i - (H_{\text{trafico}} + E_{\text{tubo}} + \text{diámetro})$$

$$CIF = CII - 0,03$$

$$CIF = CII - D.H. * S_{\text{tubo}} \%$$

$$H_{\text{pozo}} = CT_i - CII - 0,15$$

$$H_{\text{pozo}} = CT_f - CIF - 0,15$$

Donde:

CT_f = Cota del terreno final

CT_i = Cota de terreno inicial

D.H = Distancia horizontal

S% = Pendiente

CII = Cota invert de inicio

CIF = Cota invert de final

H_{trafico} = Profundidad mínima, de acuerdo al tráfico del sector

E_{tubo} = Espesor de la tubería

Φ = Diámetro interior de la tubería

H_{pozo} = Altura del Pozo

2.1.10. Ubicación de los pozos de visita

Luego de determinar la ruta donde correrá y se ejecutará la red de alcantarillado, se tomará en cuenta colocar pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos:

- Donde exista cambio de diámetro
- En intersecciones de dos o más tuberías
- En cambio de pendiente
- En el inicio de cualquier ramal
- En distancia no mayores de 100 metros
- En curvas no más de 30 metros

2.1.11. Profundidad de los pozos de visita

La profundidad de los pozos de visita al inicio del tramo está definida por la cota invert de salida; es decir, está determinada por la siguiente ecuación:

$$H_{P.V} = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{Cota invert de salida del tramo} - 0,15 \text{ de base}$$

Al diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, para determinar las alturas de los pozos de visita, si hubiera inconvenientes se deben tomar en cuenta las consideraciones que a continuación se mencionan:

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo 3 centímetros, debajo de la cota invert de entrada

$$\varnothing a = \varnothing b$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada}} - 0,03$$

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra diferente diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada.

$$\varnothing a > \varnothing b$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada}} - ((\varnothing b > \varnothing a) * 0,0254)$$

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale es del mismo diámetro, la cota invert de salida estará 3 centímetros debajo de la cota más baja que entra y se tomara el valor de los dos resultados.

$$\varnothing a = \varnothing b = \varnothing c$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - 0,03$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - 0,03$$

Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresan en él, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomara el valor menos, presentado en diferentes casos.

- Ingrese más de tubería de igual diámetro y sale de diferente diámetro, la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y Se toma el valor menos.

$$\varnothing a = \varnothing b \varnothing c > \varnothing a; \varnothing c > \varnothing b$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\varnothing c - \varnothing a) * 0,0254)$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - ((\varnothing c - \varnothing b) * 0,0254)$$

- Ingrese más de tubería de diferente diámetro y sale una de diámetro distinto, la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se tomará el valor menor.

$$\varnothing a \neq \varnothing b \varnothing c > \varnothing a; \varnothing c > \varnothing b$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\varnothing c - \varnothing a) * 0,0254)$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - ((\varnothing c - \varnothing b) * 0,0254)$$

- Ingrese más de una tubería de diferente diámetro, siendo una de ellas del diámetro de la tubería de salida, la cota invert de salida será, para cada una de ellas, la diferencia de los diámetros la otra tendrá como mínimo 3 centímetros. Se tomar el valor del menor.

$$\varnothing c = \varnothing b \varnothing a \neq \varnothing b; \varnothing c > \varnothing a$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - 0,03$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\varnothing c - \varnothing a) * 0,0254)$$

Cuando sólo una tubería de las que sale es de seguimiento, las demás que salgan del pozo de vista deberán ser iniciales

- La cota invert de salida de la tubería inicial deberá estar como mínimo a la profundidad del tránsito liviano o pesado, según se considere.
- La cota invert de salida de la tubería de seguimiento deberá cumplir con las especificaciones anteriores descritas.

2.1.12. Características de las conexiones domiciliarias

Habitualmente la tubería será de 6 pulgadas, si es de concreto, y 4 pulgadas, si es de PVC, presentando una pendiente que varía del 2 al 6 por ciento, que sale de la candela domiciliar hacia la línea principal, uniéndose a esta en un ángulo de 45 grados a favor de la corriente del caudal interno del colector.

Las cajas domiciliarias generalmente se construyen con tubería de concreto de diámetro mínimo de 12 pulgadas, o de mampostería de lado menor de 45 centímetros, ambos a una altura mínima de 1 metro del nivel del suelo.

En este proyecto se utilizó Tubo PVC. 4 pulgadas NORMA ASTM F-949 NOVAFORT así como Silleta "Y" O "T" 6 pulgadas x 4 pulgadas NOVAFORT, para la candela se utilizó un tubo de concreto de 12 pulgadas de diámetro.

2.1.13. Diseño hidráulico

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se elabora de acuerdo a las normas ASTM D 3034 y las normas que establece el Instituto de Fomento Municipal (INFOM). En este proyecto se beneficiará el 100 por ciento de las viviendas

Actualmente el caserío, debido a la inexistencia de este servicio, no así en el proyecto drenajes, por razones expuestas con anterioridad, con el objetivo de hacer más fácil el cálculo se utilizó un programa realizado en una hoja electrónica, para el cual se presenta las bases generales de diseño en la siguiente tabla.

Tabla V. **Bases generales de diseño proyecto alcantarillado sanitario**

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de diseño	21 años
Viviendas actuales	53 viviendas
Viviendas futuras	88 viviendas
Densidad de habitantes	6 habitantes/vivienda
Población actual	314 habitantes
Tasa de crecimiento	2,5%
Población futura	528 habitantes
Dotación	125l/hab/día
Factor de retorno	0,80
Velocidad de diseño	$0,40 < V \leq 4$ m/s. (P.V.C.)
Evacuación	Por gravedad
Colector Principal	
Tipo y diámetro de tubería	PVC de 6" y 8" n = 0.010
Pendiente	Según diseño
Conexión domiciliar	
Tipo y diámetro de tubería	PVC de 4"
Pendiente de la tubería	variable
Candela	concreto 12" de Ø
Pozo de visita	
Altura de cono	0,90 m
Diámetro superior mínimo	0,75 m
Diámetro inferior mínimo	1,20 m
Material	Ladillo tayuyo 6,5*11*23 cm.

Fuente: elaboración propia.

2.1.14. Ejemplo de diseño de un tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV 24 y PV 25; los datos necesarios para calcularlo son los siguientes:

- PV. 24 a PV. 25

- Características

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Tramo	De Est 2,2 a Est 2,3
Distancia	52,46 m
Número de casas del tramo: 4	Casas acumuladas: 18
Densidad de vivienda:	6 habitantes / vivienda
Total de habitantes a servir:	actuales: 108 Futuros: 181

- Cotas del terreno
Inicial 65,24 m
Final 62,20 m

- Pendiente del terreno
 $P = ((CT_{inicial} - CT_{final}) / distancia) * 100$
 $P = ((65,24 - 62,20) / 52,46) * 100 = 5,79 \%$

- Caudal medio
 $Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ci} + Q_{inf}$
 $Q_{dom} = No. Hab * Dotación * F.R. / 86 400$
 $Q_{dom} = 528 * 125 * 0,80 / 86 400$
 $Q_{ci} = 25 \% Q_{dom} = 0,25 * 0,61 = 0,15 \text{ l/s}$
 $Q_{inf} = (\text{Tubería PVC}) = 0$
 $Q_{med} = 0,60 + 0,25 = 0,75 \text{ l/s}$

- Factor de caudal medio
 $FQM = Q_{med} / No. habitantes$
 $FQM = 0,75 / 528 = 0,00142$

Para este proyecto se tomó el valor de 0,002 como factor de caudal medio el cual es un dato regulado por el Instituto de Fomento Municipal

- Factor de Harmond $FH = (1) + 14 / (4 + \sqrt{P})$ y $P = 108 / 100$
 $FH = (1) + 14 / (4 + \sqrt{1,08})$
 $FH = 4,08$
- Caudal de diseño $q_{dis} = \text{No. Habitantes} * f_{qm} * F.H.$
 $q_{dis} = 108 * 0,002 * 4,08 = 0,88 \text{ l / s}$
- Diámetro de tubería 6" (Tuvo PVC)
- Pendiente de tubería 5,79%
- Velocidad a sección llena $V = 0,003439 / n * (D * 0,0254)^{2/3} * S^{1/2}$
 $V = 0,003439 / 0,01 * (6 * 0,0254)^{2/3} * (7,79)^{1/2} = 1,19 \text{ m / s}$
- Caudal a sección llena $Q \text{ sección llena} = A * V$
 $Q \text{ sección llena} = (\pi / 4) * (6 * 0,0254)^2 * 1,19 * 10^3$
 $Q \text{ sección llena} = 21,73 \text{ l / s}$
- Relación de caudales $q_{dis} / Q \text{ sección llena} = 0,88 / 21,73$
 $q_{dis} / Q \text{ sección llena} = 0,0406$
- Relación de velocidad $v / V = 0,49$ dato de tabla
- Relación de tirante $d / D = 0,13$ dato de tabla

- Velocidad a sección parcial $v = V * (v / V)$
 $v = 1,19 * 0,49 = 0,58 \text{ m/s}$
- Revisión de especificaciones hidráulicas:
 - Para caudales $q_{dis} < Q_{secllena}$ $0,88 \text{ l/s} < 21,73 \text{ l/s}$ si
 - Para velocidad $0,40 \leq v \leq 4,00 \text{ m/s}$ $0,40 \leq 0,58 \leq 4,00 \text{ m/s}$ si
 - Relación d / D $0,10 \leq d/D \leq 0,75$ $0,10 \leq 0,13 \leq 0,75$ si
- Cota invert de salida del pozo 24 (C_{is})
 $C_{is} = \text{Cota invert entrada del pozo 24} - h_{\text{pozo}}$
 $C_{is} = 65,24 - 1,20 = 64,04$
- Cota invert de entrada al pozo 25 (C_{ie})
 $\text{Cota invert de salida del pozo 25 } (C_{is}) - (5,79\% * \text{distancia})$
 $C_{ie} = 62,02 - (0,059 * 52,46) = 61,00$
- Profundidad del pozo 24 H_1
 $\text{Alt. Pv24} = \text{cota del terreno} - \text{cota invert de salida del pozo 2,3}$
 $\text{Alt. Pv24} = 65,24 - 64,02 = 1,20$
- Profundidad del pozo 25 H_2
 $\text{Alt. Pv25} = \text{cota del terreno} - \text{cota invert de salida del pozo 2,3}$
 $\text{Alt. Pv25} = 62,20 - 61,00 = 1,20$
- Volumen de excavación de zanja

$$V = \frac{(H_1 + H_2)}{2} * d * Z$$

$$V = ((1,20 + 1,20) / 2) * 52,46 * 0,60 = 37,73 \text{ m}^3$$

Los datos y resultados del cálculo hidráulico para todos los ramales, realizado con el procedimiento anteriormente descrito, se presentan en la tabla del apéndice E.

2.1.15. Desfogue

Todo sistema de alcantarillado sanitario debe tener la ubicación y el método de desfogue hacia un sistema hídrico, luego de ser tratado el cual, proviene del colector, respetando las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente, para lograr mitigar daños al contexto natural.

Luego de realizar el estudio y diseño de este proyecto, se tomará en cuenta la propuesta de un tratamiento primario de las aguas provenientes de dicho sistema, para proceder, luego, a su depuración o desfogue al medio ambiente, sin provocar daños significativos al descargarlo a la naturaleza.

2.1.15.1. Ubicación

Se ubican en la parte sur del caserío, del cual se llegó a un acuerdo con los pobladores para colocar las fosas en áreas comunales.

2.1.16. Propuesta de tratamiento

En nuestro país, las aguas negras procedentes de los sistemas de alcantarillado, en la mayoría de los casos se descargan en corrientes naturales. A pesar de que las aguas negras están constituidas, aproximadamente, por 99 por ciento de agua y 1 por ciento de sólidos, su vertido en una corriente, cambia las características del agua que las recibe.

En esta forma los materiales que se depositan en el lecho impiden el crecimiento de plantas acuáticas; los de naturaleza orgánica se pudren robando oxígeno al agua con producción de malos olores y sabores.

Las materias tóxicas, compuestos metálicos, ácidos y álcalis afectan directa o indirectamente la vida acuática; las pequeñas partículas suspendidas (como fibras) pueden asfixiar a los peces por obstrucción de sus agallas; los aceites y grasas flotan en la superficie o se adhieren a las plantas e impiden su desarrollo. De esto se desprende la necesidad de reducir la descarga de aguas negras en las corrientes naturales, a los límites de auto purificación de las aguas receptoras.

La auto purificación, es el lineamiento principal para determinar los procesos de tratamiento, el grado de tratamiento dependerá de un lugar a otro, pero existen tres factores que determinan éste:

- Las características y la cantidad de sólidos acarreados por las aguas negras.
- Los objetivos que se propongan en el tratamiento.
- La capacidad o aptitud del terreno cuando se dispongan las aguas para irrigación o superficialmente, o la capacidad del agua receptora, para verificar la auto purificación o dilución necesaria de los sólidos de las aguas negras, sin excederse a los objetivos propuestos.

En esta oportunidad se hace la recomendación de la construcción de una planta de tratamiento primario, ya que el objetivo de éstas unidades es la remoción de sólidos en suspensión, lo que se puede realizar por procesos físicos como la sedimentación (asentamiento), en los que se logra eliminar en un 40 al 60 por ciento de sólidos, al agregar agentes químicos (coagulación y floculación) se eliminan entre un 80 al 90 por ciento del total de los sólidos. Otro proceso es la filtración. Las unidades empleadas tratan de disminuir la

velocidad de las aguas negras para que se sedimenten los sólidos, los dispositivos más utilizados son:

- Tanques sépticos o fosas sépticas
- Tanques Imhoff
- Tanques de sedimentación simple con eliminación de los lodos
- Reactores anaeróbicos de flujo ascendente

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.

Para éste proyecto se propone la construcción de tanques sépticos o fosas sépticas con sus respectivos pozos de absorción. Se propone esto porque el terreno ubicado dentro del caserío San Rafael Cacaotal, presenta las condiciones adecuadas tales como: extensión y ubicación, y su relativo bajo costo.

Fosas sépticas

Están diseñadas para retirar de las aguas servidas los sólidos en suspensión orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante el proceso físico de la sedimentación. Las fosas sépticas están diseñadas para mantener el flujo de aguas negras a una velocidad muy baja y bajo condiciones anaeróbicas, por un período de 12 a 24 horas llamado período de retención.

El proceso de sedimentación se logra cuando el líquido está en reposo o fluye a una velocidad relativamente baja, durante el tiempo suficiente, que

permita que se depositen en el fondo la mayor parte de los sólidos sedimentables, que son principalmente sólidos orgánicos, logrando así su separación de la corriente de aguas servidas.

De los sólidos suspendidos que llegan a la fosa, se decanta la mayor parte de la materia sedimentable, la cual entra en un proceso de digestión anaeróbica con disolución, licuación y volatilización de la materia orgánica, previamente a su estabilización. Por esta razón es que la cantidad de lodo que se acumula en el estanque es pequeña, pero que con el tiempo constituye una cantidad que hace disminuir el volumen efectivo de la fosa y por consiguiente el período de retención.

Diseño fosa séptica

En la fosa séptica, las materias en suspensión en las aguas negras sufren una sedimentación, la materia orgánica se descompone en sustancias más simples por la acción de las bacterias anaeróbicas, que pueden realizar su metabolismo sin necesidad de oxígeno.

La fosa séptica es un estanque hermético, que puede construirse de ladrillo, piedra, concreto o cualquier otro material que se considere adecuado, es un tanque de escurrimiento horizontal y continuo de un solo piso.

Las fosas pueden ser de uno o doble compartimiento. Investigaciones realizadas en fosas con uno y con dos compartimientos, han demostrado que las de dos compartimientos proporcionan una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo que es beneficio para una mayor protección del sistema de absorción.

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 litros / habitante / año.
- La capacidad máxima recomendable para que la fosa sea funcional debe ser de 60 viviendas.

Nomenclatura y fórmulas

$$T = V/Q \Rightarrow V=QT \quad y, \quad Q = q*N$$

Donde

T = Período de retención

V = Volumen en litros

Q = Caudal Litros/día

N = Número de personas servidas

Q = Gasto de aguas negras Litros/habitante/día

q = Caudal domiciliar

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:

$$V = ALH$$

Donde:

A = Ancho de fosa L = Largo de la fosa H = Altura útil.

Se conoce la relación L/A se sustituye una de las dos en la fórmula de V se determina el valor de la otra magnitud. Por ejemplo: si L/A es igual a 2, entonces $L = 2A$, al sustituir L en la fórmula se tiene:

$$V = 2 \cdot A^2 \cdot H \text{ de donde se obtiene el valor del ancho de la fosa}$$

Cálculo de las fosas para el proyecto

Período de retención	24 horas
Gasto	125 l/habitante / día
Número de habitante	120 habitantes (20 viviendas)
Lodos	30 l / habitante / año
Relación largo / ancho	2 / 1
Período de limpieza	5 años

Volumen para el líquido

Cálculo del caudal

$$Q = q N = 125,00 \text{ Litros / habitante / día} \times 0,80 \times 120,00$$
$$Q = 12\,000,00 \text{ L/día}$$
$$Q = 12,00 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen

$$V = QT = 12\,000,00 \text{ L / día} \times 24 \text{ horas} \times \text{día} / 24 \text{ horas}$$
$$V = 12\,000 \text{ litros}$$
$$V = 12,00 \text{ m}^3$$

Volumen de lodos

$$V = N \text{ gasto de lodos}$$
$$V = 120 \text{ habitantes} \times 30 \text{ l / habitantes / año}$$
$$V = 3\,600,00 \text{ litros/año}$$
$$V = 3,60 \text{ m}^3$$
$$V = 3,60 \times 5 \text{ años (período de limpieza)}$$

$V = 18 \text{ m}^3$; para período de limpieza de 5 años

Volumen total: $12,00 \text{ m}^3 + 18,00 \text{ m}^3 = 30,00 \text{ m}^3$

$V = ALH$

Como $L/A = 2$ entonces $L = 2A$ al sustituir L en la ecuación de V

$V = 2 \cdot A^2 \cdot H$

Se asume $H = 2,50$

$A^2 = V/2H$

$A^2 = 30/2(2.50) = 6$

$A = 2,50 \text{ m}$

Como $L = 2A = 2(2,50) = 5,00 \text{ m}$

Entonces:

$A = 2,50 \text{ m}$ $L = 5,00 \text{ m}$ $H = 2,50 \text{ m}$

- Diseño estructural del tanque

Los tanques de distribución o almacenamiento normalmente se construyen de muros de concreto ciclópeo, concreto reforzado, mampostería reforzada, y cubierta de losa de concreto reforzado; en los tanques elevados, predomina el uso de acero. Debido a las características del terreno y los requerimientos de la red de drenajes, los tanques pueden estar totalmente enterrados, semienterrados, superficiales o elevados. En particular el tanque se diseñara con muros de concreto ciclópeo y cubierta de concreto reforzado, y para evitar la excesiva excavación, se diseñará en estado semienterrado, donde la condición crítica es cuando ésta se encuentra completamente lleno.

- Diseño de la losa del tanque de distribución:

Datos:

$$\begin{array}{lll}
 a = 2,50 & \text{Carga viva} = 200 \text{ kilogramo} / \text{m}^2 & f'c = 2810 \text{ kg} / \text{cm}^2 \\
 b = 5,00 & \gamma_{\text{conc.}} = 2400 \text{ kilogramo} / \text{m}^3 & (\text{sobre carga}) = 100 \text{ kg} / \text{m}^2
 \end{array}$$

Cálculo de espesor de losa:

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{15}{180} = 0,08 \quad \text{se adopta } t = 0,10$$

Cálculo del peso propio de la losa:

$$W_n = 2400 + SC$$

$$W_n = 2400 * 0,10 + 100 = 340 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Integración de cargas últimas:

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

$$C_u = 1,7 * 100 + 1,4 * 340 = 340 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

El cálculo de momentos se realiza según el método 3 del ACI:

Para losa 1

$$M(-) A = 127,85 \text{ kg} \cdot \text{m} \qquad M(+) A = 127,85 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M(-) B = 32,33 \text{ kg} \cdot \text{m} \qquad M(+) B = 32,33 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Cálculo de peralte de losa:

$$D = t - \text{rec} - \frac{\varnothing}{2} = 10 - 2 - 0,5 = 7,5 \text{ cm}$$

Cálculo del refuerzo requerido con los siguientes datos:

$$f'c = 210 \text{ kg / cm}^2 \quad f'y = 2810 \text{ kg / cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm} \quad d = 7.5 \text{ cm}$$

$$As_{\text{mín}} = 40\% A_{\text{sviga}} * b * d = 0,4 * (14,1 / 2810) * 100 * 7,5 = 1,51 \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{máx}} = 3t = 3(10) = 0,30 \text{ m}$$

Armado para $As_{\text{mín}}$ usando varias No 3

$$1,51 \text{ cm}^2 \text{ — } 100 \text{ cm} \quad S = 0,47 \text{ cm} > S_{\text{máx}}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ — } S$$

Usar No. 3 @ 0,30 m

Calculando $As_{\text{mín}}$ con $S = 0,30 \text{ cm}$

$$As_{\text{mín}} \text{ — } 100 \text{ cm} \quad As_{\text{mín}} = 2,36 \text{ cm}^2$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ — } 30 \text{ cm}$$

Momento que resiste el $As_{\text{mín}} = 2,36 \text{ cm}^2$

$$M_{As_{\text{mín}}} = 436,55 \text{ kg – m}$$

Calculando As para momentos mayores al momento que resiste $As_{\text{mín}}$

$$Mu = 383,56 \text{ kg – m} \quad As = 2,97 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar No. 3 @ } 0,20 \text{ m}$$

- Diseño de viga de soporte de losas:

Debido a la forma geométrica del tanque de distribución fue necesario incorporar en su estructura dos vigas que servirán de soporte de las losas. En la figura 5 se detalla el área tributaria sobre las vigas y el muro, luego integrando cargas y haciendo el respectivo análisis estructural sobre las vigas se obtuvieron los siguientes datos:

Datos:

$$b = 20 \text{ cm} \quad \text{Carga viva} = 200 \text{ kg/ m}^2 \quad f'c = 2810 \text{ kg / cm}^2$$

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

$$L = 4,45 \text{ m}$$

$$S.C = 100 \text{ kg/m}^2$$

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

$$M(+) = 4345,63 \text{ kg-m}$$

$$Vu = 1615 \text{ kg}$$

Chequeando (h/b) donde $1,5 \leq (h/b) \leq 3 \Rightarrow (40/20) = 2 \checkmark$

Límites de acero: antes de diseñar el acero longitudinal en la viga, se calculan los límites dentro de los cuales debe estar éste, según los criterios siguientes:

Fórmulas:

Donde

$$As_{\text{mín}} = \beta_{\text{mín}} * b * d \quad \text{donde } \beta_{\text{mín}} = 14,1 / f_y$$

$$As_{\text{máx}} = \beta_{\text{máx}} * b * d \quad \text{donde } \beta_{\text{máx}} = \varphi * \beta_{\text{bal}} \quad \beta_{\text{bal}} = \frac{0,03 * E_s * 0,85^2 * f_c}{(f_y + 0,003 * E_s)}$$

$$\varphi = 0,5 \text{ en zona sísmica; } \varphi = 0,75 \text{ en zona no sísmica}$$

Solución:

$$As_{\text{mín}} = (14,1 / 2810) * 20 * 40 = 4,01 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{máx}} = 0,5 * \frac{0,85^2 * 210 * 6090}{2810 * (2810 + 6090)} * 20 * 40 = 14,77 \text{ cm}^2$$

$$\text{Donde } As_{\text{mín}} \leq As_{\text{requerido}} \leq As_{\text{máx}}$$

Acero longitudinal: por medio de los momentos dados se procede a calcular las áreas de acero con la fórmula:

$$As = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f_c}} \right] \frac{0,85 * f_c}{f_y}$$

Sustituyendo datos:

$$A_s = \left[20 \cdot 31 - \sqrt{(20 \cdot 31)^2 - \frac{4 \cdot 345,63 \cdot 20}{0,003825 \cdot 210}} \right] \frac{0,85 \cdot 210}{2 \cdot 810} = 2,76 \text{ cm}^2$$

Luego de calcular el A_s , se procede a colocar varillas de acero de tal forma que el área de ellas supla lo solicitado en los cálculos de A_s ; esto se hace tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

$A_{s \text{ MÍN}}$ para $M (-)$: en la cama superior, donde actúan momentos negativos, se debe colocar, como mínimo, dos o más varillas corridas de acero, tomando el mayor de los siguientes valores:

$$A_{s \text{ mín}} = (14,1 / 2 \cdot 810) \cdot 20 \cdot 40 = 4,01 \text{ cm}^2 \text{ 2 varillas mínimo}$$

$A_{s \text{ MÍN}}$; 33% del A_s calculada para el $M (-)$

Para éste caso usar 2 No. 4+ 1 No. 5 \checkmark

$A_{s \text{ MÍN}}$ para $M (+)$: en la cama inferior, donde actúan momentos positivos, se debe colocar, como mínimo, dos o más varillas corridas de acero, tomando el mayor de los siguientes valores: $A_{s \text{ mín}} = (14,1 / 2 \cdot 810) \cdot 20 \cdot 40 = 3,11 \text{ cm}^2$ 2 varillas No 5 mínimo

$$A_{s \text{ MÍN}}: 50\% \text{ del } A_s \text{ calculada para el } M (+) = 0,5 \cdot 3,11 = 1,55 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ MÍN}}: 50\% \text{ del } A_s \text{ calculada para el } M (-) = 0,5 \cdot 4,01 = 2,00 \text{ cm}^2$$

Se puede observar que la cama superior, el $A_{s \text{ mín}}$ son dos varillas No. 5 con un área de 4,00 centímetros cuadrados, que son los valores más altos. El resto del acero, se coloca como bastones usando la formula siguiente:

$$A_s (\text{riel}) = A_s \text{ total} - A_{s \text{ mín}} \text{ corrido}$$

Sustituyendo datos:

$$A_s \text{ riel} = 6 - 2 \cdot 2 = 2 \text{ cm}^2$$

Usar 1 No 5 como bastón

$$1 \cdot 2 = 2 \text{ cm}^2 \checkmark$$

Acero transversal (estribos): los objetivos de colocar acero transversal son: por armado, para mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada, y para contrarrestar los esfuerzos de corte; esto último en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función. El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Cálculo del corte resistente:

$$V_R = 0.85 \cdot 0.53 \cdot (f' c)^{1/2} \cdot b \cdot d$$

$$V_R = 0.85 \cdot 0.53 \cdot (210)^{1/2} \cdot 20 \cdot 40 = 5\,222,69 \text{ Kg.}$$

- Comparar corte resistente con corte último:

Si $V_R \geq V_U$ la viga necesita estribos sólo por armado

Si $V_R < V_U$ se diseñan estribos por corte

Para este caso $V_R > V_U$ ($5222,69 > 3906,21$) necesita estribos sólo por armado y zona de confinamiento a $L / 4$ est No. 3 @ 9 cm

$$S_{\text{máx}} = d / 2 = 31 / 2 = 15,5 \text{ cm} \quad \text{Usar No. 3 @ 15 cm}$$

- Diseño del muro del tanque

Datos

$$\text{Ángulo de fricción interna } (\varphi) = 30^\circ$$

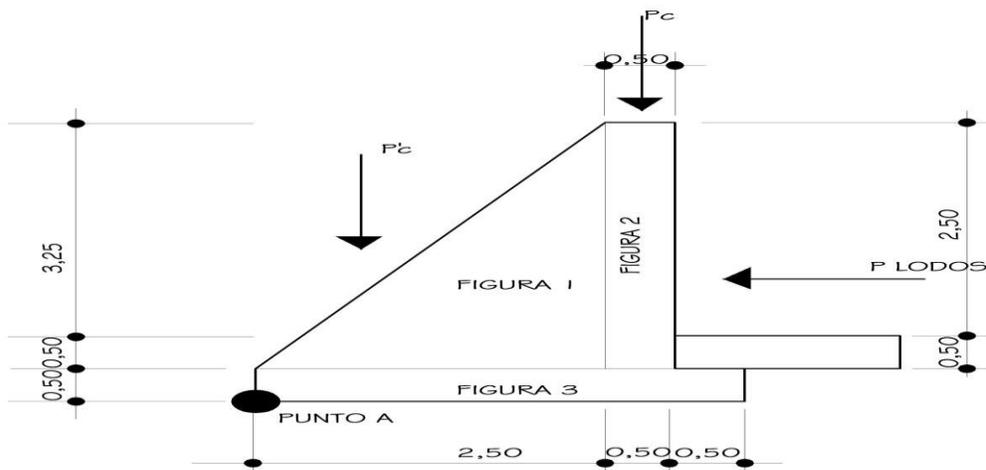
$$\text{Peso específico de Lodo } (\delta_a) = 1\,000,00 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso específico del concreto } (\delta_c) = 2\,400,00 \text{ kg/m}^3$$

Peso específico del concreto ciclópeo (δ_{cc}) = 2 500,00 kg /m³

Peso específico tierra (V_s) = 15 000,00 kg / m²

Figura 6. Diagrama de fuerzas actuantes sobre el muro



Fuente: elaboración propia.

Determinación de la carga uniforme sobre el muro ($W_{\text{sobre - muro}}$)

$W_{\text{sobre-muro}} = \text{Peso del área tributaria} + \text{peso viga perimetral}$

- Peso del área tributaria de la losa sobre el muro (W_{A_t})

$$W_{A_t} = CU * A_t$$

Donde $CU = \text{Integración de carga última}$

$A_t = \text{Área tributaria de la losa sobre el muro}$

Sustituyendo valores:

$$W_{A_t} = 6\,467 * 4,68 = 3\,023,25 \text{ kg}$$

- Peso de viga perimetral ($W_{\text{viga - perimetral}}$)

$$W_{\text{viga-perimetral}} = (\text{volumen de viga perimetral} * (\delta_c)) 1,4$$

Sustituyendo valores:

$$W_{\text{viga-perimetral}} = (2\,400,00 * 0,20 * 0,4 * 8,55) 1,4 = 1\,344 \text{ kg}$$

- Peso de suelo sobre muro

$$W_{\text{suelo / muro}} = C_u * A_t \text{ del suelo}$$

Sustituyendo valores:

$$W_{\text{suelo / muro}} = 1\,500 * \frac{1}{2} * 2,5 * 3,25 = 6\,093,75 \text{ kg}$$

- Peso P_c

$$W_{\text{sobre-muro}} = 3\,023,25 + 4\,367,25 = 7\,390,50 \text{ kg}$$

El peso total para un metro unitario de muro es:

$$W_{\text{metro unitario de muro}} = \frac{W_{\text{sobre muro}}}{\text{ml muro}} = \frac{7\,390,50 \text{ kg}}{5,00 \text{ m}} = 1\,478,10 \text{ kg/ml}$$

Considerando W como carga puntual (P_c)

- Peso $P_{c'}$

$$W_{\text{peso sobre muro}} = 6\,093,75 = 6\,093,75 \text{ kg}$$

El peso total para un metro unitario de muro es:

$$W_{\text{metro unitario muro}} = \frac{W_{\text{sobre-muro}}}{\text{ml del muro}} = \frac{6\,093,75 \text{ kg}}{5,00 \text{ m}} = 1\,218,75 \text{ kg / ml}$$

$$P_c = 1\,218,75 \text{ kg / ml} * 1 \text{ ml} = 1\,218,75 \text{ kg}$$

El momento que ejerce la carga puntual respecto del punto A es

$$M_C \text{ peso losa y viga} = 873,45 \text{ kg} * 2,75 \text{ m} = 2\,401,99 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_C \text{ peso del suelo} = 1\,218,75 \text{ kg} * 0,83 = 1\,011,56 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Fuerza activa (Fa)

$$Fa \text{ lodos} = H^2/2 * (\delta a)$$

$$Fa \text{ tierra} = H^2/2 * Vs$$

$$Fa \text{ lodos} = 1\,500 \text{ kg/m}^3 * 2,5^2/2 = 5\,000 \text{ kg}, Fa \text{ tierra} = 2,5^2/2 * 1\,500 = 7\,921,8 \text{ kg}$$

Momento de volteo respecto del punto A es:

$$M \text{ act lodos} = Fa * H/3 = 5\,000,00 * 1,825 = 9\,125,00 \text{ kg - m}$$

$$M \text{ act tierra} = Fa * H/3 = 7\,921,88 * 1,825 = 6\,575,16 \text{ kg - m}$$

Tabla VI. **Cálculo de momentos respecto del punto A**

Fig.	$\gamma * \text{Área} = W \text{ (Kg)}$	Brazo (m)	Momento (Kg-m)
1	$2\,500 * (0,5 * 2,50 * 3,25)$ 10 156,87	1,50	16 046,87
2	$2\,500 * (0,50 * 3,25)$ 4 062,90	2,75	11 171,89
3	$2\,500 * (3,50 * 0,50)$ 4 375,00	1,75	7 656,25
	$\Sigma WR = 18\,594,00$		$\Sigma MR = 34\,875,00$

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Carga total (WT)} = P c + P c' + WR$$

$$WT = 873,45 + 1\,218,75 + 18\,594,00 = 20\,686,20 \text{ kg}$$

Verificación de la estabilidad contra el volteo ($F_{sv} > 1,5$)

$$F_{sv} = \frac{MR + MC}{M_{act}} = \frac{3\,4875 + 10\,115,63}{9\,125,00} = 4,93 > 1,5 \checkmark$$

Verificación de la estabilidad contra el deslizamiento ($F_{sd} > 1,5$)

$$F_d = WT * \text{coeficiente de fricción}$$

$$F_d = 20\,686,20 * 0,9 * \text{tg}(30^\circ) = 10\,612,02 \text{ kg}$$

$$F_{sd} = F_d / Fa = 10\,612,02 / 2\,921,88 = 3,63 > 1,5$$

Verificación de la presión bajo la base del muro, $P_{\text{máx}} < V_s$ y $P_{\text{mín.}} > 0$ donde la excentricidad $(ex) = \text{Base}/2 - a$

$$a = \frac{MR + MC - M_{act}}{WT} = \frac{34\,875,00 + 2\,401,99 + 9\,125,00}{18\,594,00} = 1,51$$

$$ex = \frac{B}{2} - a = \frac{3,50}{2} - 1,51 = 0,24$$

Módulo de sección (Sx)

$$S_x = 1/6 * \text{base}^2 * \text{longitud} = 1/6 * 3,50^2 * 1 = 2,04 \text{ m}^3$$

La presión es:

$$P_{\text{máx}} = \frac{WT}{A} \pm \frac{WT * ex}{S_x} = \frac{18\,594,00}{3,5 * 1} \pm \frac{18\,594 * 0,24}{2,04}$$

$$P_{\text{máx}} = 5\,700 \text{ kg / m}^2 \quad \checkmark$$

$$P_{\text{máx}} = 7\,500 \text{ kg / m}^2 < 15\,000,00 \text{ kg / m}^2 \quad \checkmark$$

$$P_{\text{mín}} = 3\,125,05 \text{ kg / m}^2 > 0 \quad \checkmark$$

Pozo de absorción

Para este proyecto se tomó la decisión de construir 1 pozo de absorción por cada fosa séptica, con el fin de darle un tratamiento adecuado a las aguas servidas, asegurando así una infiltración de estas a los mantos permeables, evitando así la contaminación de los mismos.

2.1.17. Administración, operación y mantenimiento

En este proyecto es necesario formar un comité en el caserío, encargado de administrar correctamente las actividades de operación y mantenimiento del sistema, para poder así disminuir los costos de estas actividades. Este comité deberá ser electo anualmente o como la población lo decida, para así involucrar a toda la población en estas actividades.

A medida que se produce el envejecimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario, el riesgo de deterioro, obstrucción y derrumbes se convierte en una consideración muy importante. Por esta razón las municipalidades de todo el mundo están haciendo esfuerzos para mejorar de antemano el nivel de desempeño de sus sistemas de alcantarillado. La limpieza y la inspección de los colectores de agua residual son fundamentales para el mantenimiento y funcionamiento correcto del sistema, y además extienden la inversión de la comunidad en su infraestructura de alcantarillado.

- Técnicas de inspección

Se requieren programas de inspección para determinar la condición actual del alcantarillado y para ayudar a la planificación de una estrategia de mantenimiento. Idealmente las inspecciones del alcantarillado deben realizarse en condiciones de bajo caudal, para lo cual pueden efectuarse taponamientos temporales del colector para reducir el caudal. La mayoría de los colectores son inspeccionados utilizando uno de los métodos siguientes.

- Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)
- Cámaras
- Inspección visual

- Inspección por iluminación con lámparas

Las inspecciones por televisión y cámaras son las usadas con mayor frecuencia en los países desarrollados, indudablemente es la más eficiente a largo plazo en términos de costos y las más eficaces para documentar la condición interna del alcantarillado.

Las inspecciones visuales, el cual es una de las que se propone para este proyecto debido a su bajo costo, son vitales para tener un conocimiento completo de la condición de los alcantarillados. Las inspecciones visuales de pozos de visita y de tuberías incluyen las de superficie y las internas. Los operadores deben prestar atención a zonas colapsadas en el suelo sobre las tuberías y terreno con acumulación de agua. Las inspecciones deben también examinar en detalle la condición física de los cruces de arroyos, las condiciones de los brocales y de las tapas de los pozos de visita o de cualquier superficie de ladrillo expuesta, y la visibilidad de los pozos y otras estructuras. Para colectores grandes se recomienda una inspección interna o una visita a pie dentro de la tubería. Esta inspección requiere que el operador entre al pozo de visita, el canal y a la tubería, y examine la condición del brocal, la tapa y pared del pozo, así como las paredes de la tubería encima del nivel de flujo.

La inspección de iluminación con lámpara se utiliza para tuberías de diámetros pequeños y proyectos cuyos recursos financieros son extremadamente limitados. En esta técnica se baja una lámpara dentro del pozo de mantenimiento y se coloca en el centro del cruce del brocal del pozo y la tubería, verificando así el estado del colector.

- Técnicas de limpieza

El sistema de alcantarillado sanitario requiere un programa de limpieza para mantener su funcionamiento apropiado. Existen varias técnicas que son usadas tradicionalmente para eliminar obstrucciones y como herramientas de mantenimiento preventivo.

Tabla VII. **Métodos de limpieza de alcantarillado sanitario**

TECNOLOGÍA	USOS Y APLICACIONES
Remoción mecánica	
Método de raspado	<ul style="list-style-type: none"> • Usa un motor y un eje de soporte con barras de raspado o en sección. • A medida que rotan las barras estas deshacen los depósitos de grasas, cortan las raíces y remueven basura • Las máquinas de raspado también ayudan a colocar los cables que se usan para inspecciones televisadas y las máquinas de baldes. • Es más efectivo en tuberías hasta de 300 mm (12 pulgadas) de diámetro
Máquina de baldes	<ul style="list-style-type: none"> • Aparato cilíndrico, cerrado en un extremo y con dos mandíbulas opuestas de bisagra al otro extremo. • Las mandíbulas se abren, y raspan los materiales para depositarlos en el balde. • Remueve parcialmente depósitos de grandes de lodo, arena, grava y otros tipos de residuos sólidos.
Remoción hidráulica	
Máquina de esfera	<ul style="list-style-type: none"> • Una esfera de limpieza de caucho con estrías gira y limpia el interior de la tubería a medida que aumenta el flujo en la línea de alcantarillado. • Remueve depósito de material inorgánico sedimentado y acumulación de grasa. • Es de mayor eficiencia en tuberías de diámetro desde 13 a 60 cm (5 a 24 pulgadas)
Chorro a presión	<ul style="list-style-type: none"> • Dirige un chorro de agua de alta velocidad a la tubería desde un pozo de visita.

Fuente: Walter Pollution Control Federación, 1989.

Si bien todos estos métodos han sido eficaces en el mantenimiento de sistemas de alcantarillado, el método ideal para reducir y controlar los materiales que se encuentran en las líneas de alcantarillado son los programas de educación y prevención de la contaminación. El público debe ser informado de que sustancias comunes de uso doméstico como las grasas y aceites deben desecharse en la basura usando recipientes cerrados, no en el alcantarillado. Este método no sólo ayudaría a minimizar problemas de plomería a los dueños de viviendas sino que también ayudaría a mantener limpios los colectores del alcantarillado.

El principal beneficio de realizar un programa de mantenimiento es la reducción de los desbordes del alcantarillado, el estancamiento en sótanos, y otras descargas de agua residual debidas a la condición subestándar del alcantarillado.

2.1.18. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario se presentan en el apéndice F, están conformados por planta topográfica, densidad de vivienda, planta general de la red de alcantarillado sanitario, plantas y perfiles, detalle de pozo de visita, conexión domiciliar, fosa séptica, y pozo de absorción.

2.1.19. Elaboración del presupuesto

El presupuesto fue elaborado a base de precios unitarios, aplicando un 40 por ciento de costos indirectos incluye administración, supervisión y utilidades. Los materiales mediante cotizaciones centros cercanos y manos de obra calificada.

Tabla VIII. Presupuesto alcantarillado sanitario

No.	RENLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRAFICO				
1,1	Replanteo topografico	1 435,16	ml	Q 14,26	Q 20 462,40
2	COLECTOR PRINCIPAL				
2,1	Tubería P.V.C 6" norma 3034	1 427,40	ml	Q 166,41	Q 237 529,00
2,2	Tubería P.V.C 8" norma 3034	378,00	ml	Q 85,82	Q 32 459,72
3	POZOS DE VISITA				
3,2	Pozo H =1.20	21,00	unidad	Q 6 859,47	Q 144 048,90
3,3	Pozo H = 2.01 – 3.00 m	4,00	unidad	Q 14 737,17	Q 58 948,66
3,5	Pozo H = 4.01 – 5.00 m	1,00	unidad	Q 30 080,95	Q 30 080,95
4	EXCAVACIÓN				
4,1	Excavación	1 297,14	m³	Q 6,92	Q 8 972,60
5	RELLENO				
5,1	Relleno	98,00	m³	Q 3,42	Q 3 105,90
6	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE				
6,1	Retiro de material sobrante	389,00	m³	Q 289,58	Q 112 644,70
7	CONEXIONES DOMICILIARES				
7,1	Conexiones domiciliars	53,00	unidad	Q 2 542,54	Q 134 754,93
8	FOSAS SÉPTICAS				
8,1	Fosa séptica tipo 1	1,00	unidad	Q 148 855,90	Q 154 999,07
8,2	Fosa séptica tipo 2	2,00	unidad	Q 185 149,26	Q 370 298,20
8,3	Fosa séptica tipo 3	2,00	unidad	Q 83 164,09	Q 166 328,18
9	POZO DE ABSORCIÓN				
9,1	Pozo de absorción	5,00	unidad	Q 22 107,31	Q 110 536,55
10	MAQUINARIA				
10,1	Maquinaria	1,00	global	Q 257 672,25	Q 247 524,75
11	HERRAMIENTA Y EQUIPO				
11,1	Heerramienta y equipo	1,00	global	Q 8 348,00	Q 8 348,00
COSTO DEL PROYECTO					Q 1 729 394,80

Fuente: elaboración propia.

2.1.20. Evaluación socioeconómica

En su mayoría este tipo de proyectos no son un atractivo económico, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacer viable el proyecto con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, etcétera. Sin embargo, es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del proyecto. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

2.1.20.1. Valor Presente Neto

El Valor Presente Neto es el valor actual de los flujos de caja netos menos la inversión inicial. Para el presente proyecto se determinó el VPN con una tasa de interés igual a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es del 11 por ciento. El procedimiento a realizar será:

Egresos:

Costo de ejecución= Q 1 729 394,80 debido a la característica del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá ser proporcionada por alguna institución, sea o no gubernamental. Para el análisis de VPN, este rubro no se considerará debido a que se analiza si el proyecto es auto sostenible.

Costo de operación y mantenimiento anual (CA) Q. 5 000,00

La mano de obra, los insumos y materiales para mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado sanitario, son fijadas cuidadosamente según los estimados de la municipalidad.

convierte a un valor presente por medio del factor de pago único valor presente, de la siguiente manera.

$$VP = (VF) / (1+i)^n = (300,00 * 53) / (1 + 0,11)^{21} = Q 14 324,32$$

Tarifa poblacional anual (IA) = Q 30/vivienda*53 vivienda*12 meses

$$IA = Q 19 080,00$$

Tarifa poblacional

$$VP = IA * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = 19 080,00 * \left[\frac{(1 + 0,11)^{21} - 1}{0,11 * (1 + 0,11)^{21}} \right] = Q 145 825,71$$

El valor presente neto estará dado por la sumatorias de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema.

VPN = ingresos - egresos

$$VPN = (Q 145 825,71) + (Q 14 324,32) - (Q 34 800,00) - (Q 93 862,53)$$

$$VPN = Q 31 487,50$$

Con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el período de funcionamiento. Además, se dispondrá de una cantidad de dinero adicional para gastos imprevistos para el manejo del sistema de alcantarillado sanitario.

2.1.20.2. Tasa Interna de Retorno

Ésta es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una Tasa Interna de Retorno (TIR) atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de beneficio/costo, éste se determina de la siguiente manera:

Si es igual a 1, su Valor Presente es cero; > 1 su Valor Presente es positivo.

$$\text{Beneficio / costo} = \frac{Q\ 145\ 825,71 + Q\ 14\ 324,23}{Q\ 34\ 800,00 + Q\ 93\ 862,53}$$

Significa que su valor presente es positivo lo cual significa que beneficio / costo esta dentro de los parámetros aceptables.

2.1.21. Evaluación de impacto ambiental

En una evaluación de impacto ambiental es posible clasificar los impactos adversos significativos, impactos adversos no significativos y los impactos significativos esto con base en el tipo de proyecto.

2.1.21.1. Definición de impacto ambiental y evaluación de impacto ambiental

Impacto ambiental: es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

Evaluación de impacto ambiental (EIA): instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectúe un examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a ser desarrollada. Los resultados deberán ser presentados a los tomadores de decisión para su consideración.

Una evaluación de Impacto Ambiental es hacer un diagnóstico del área, en donde se realizará o realizó la construcción de un proyecto, determinando en

detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será impactada directamente por la obra.

La importancia de una evaluación de impacto ambiental radica en permitir analizar cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área impactada y el efecto o impacto para cada uno de los factores ambientales. El estudio de impacto ambiental da a conocer o identificar los impactos al ambiente producidos por la obra.

Durante la etapa de construcción u operación de la obra, es importante conocer que el proyecto ocasionará varios impactos negativos de carácter transitorio sobre los componentes aire, suelo, agua, biota (hábitat, flora y fauna), paisaje, etc.

2.1.21.2. Evaluación de impacto ambiental del proyecto de alcantarillado

Localización del proyecto: el caserío San Rafael Cacaotal, se localiza a una distancia aproximada de 8,50 kilómetros al norte de la cabecera municipal de Guanagazapa, Escuintla.

Descripción del proyecto: el proyecto consiste en la construcción de una red de alcantarillado sanitario para el caserío San Rafael Cacaotal, municipio de Guanagazapa, Escuintla.

Características generales del proyecto:

Tipo de sistema: alcantarillado sanitario

Período de diseño: 21 años

Población actual: 314 habitantes

Población futura: 528 habitantes
Dotación: 125 litros/ habitante / día
Factor de retorno: 0,80
Velocidad de diseño: $0,40 < V \leq 4$ m/s
Evacuación: por gravedad
Costo del proyecto: Q 1 729 394,80
Tiempo aproximado de ejecución: 5 meses

Área y situación legal del terreno: el área de influencia del proyecto es de aproximadamente 2,45 kilómetros cuadrados la mayor parte es montañosa y boscosa, aunque también hay áreas de cultivo de milpa y café, no se presentan problemas legales debido a que los vecinos son propietarios de los terrenos.

Los trabajos necesarios para la preparación del terreno son: la limpieza y desmonte del área, la explotación de bancos de material, el manejo y disposición final de los desechos sólidos provenientes de la limpieza, desmonte y cortes, la excavación y nivelación del terreno, cortes y rellenos de material, compactación o consolidación, derrame de lubricantes, combustibles u otro material provocado por la maquinaria, etc.

Uso de recursos naturales del área: arenas y selectos provenientes de bancos de materiales, agua proveniente del sistema de abastecimiento local.

Sustancias o materiales que serán utilizados: diesel y aceites lubricantes para la maquinaria de excavación y equipo a utilizar, tubería PVC de 4 pulgadas x 6 m, 6 pulgadas x 6 metros Norma ASTM F-949 NOVAFORT, cemento, piedra, grava, arena, y selecto.

- Impacto ambiental que será producido

Residuos y/o contaminantes que serán generados: dentro de los residuos generados se tendrán las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas residuales y descarga de lubricantes, entre otros.

Emisiones a la atmósfera: el componente atmosférico se verá impactado por las actividades: a) operación de maquinaria y equipo, debido a la emanación de gases producto de la combustión de derivados del petróleo; b) explotación de bancos de material; c) acarreo de material; durante la realización de estas dos actividades se generan partículas de polvo, los cuales quedan en suspensión. Este impacto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área de influencia directa.

Descarga de aguas residuales: el manejo inadecuado de excretas, provenientes de los campamentos y de otras áreas de trabajo puede generar la contaminación del suelo y los cuerpos de agua.

Sitios arqueológicos: es importante como objetivo fundamental para este factor determinar si existen vestigios arqueológicos en la zona de influencia del proyecto, tratándose de comunidades indígenas con alto interés cultural para la sociedad guatemalteca.

Desechos sólidos: dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen los residuos del material de excavación. Además se tendrán desechos producto de la maquinaria de excavación como filtros, repuestos usados, neumáticos, depósitos de aceite, basura producto de los trabajadores, cemento, arena, piedra y grava, producto del desperdicio de las construcciones.

Ruidos y/o vibraciones: los impactos ambientales por ruido se dan principalmente por la utilización de maquinaria y equipo durante la fase de preparación del sitio, explotación de bancos de material y durante la fase de construcción del sistema de alcantarillado sanitario. El ruido puede resultar perjudicial para los trabajadores de la empresa contratista y a los pobladores de la comunidad.

Contaminación visual: una mala selección del sitio donde se instale el campamento, la explotación de bancos de material, o donde se deposite el material de desperdicio, pueden ocasionar alteraciones al paisaje, además se tendrá actividades propias del proyecto como la remoción de la cobertura vegetal presente a la orilla del tramo y la excavación de zanjas donde se instalaran las tuberías.

2.1.22. Medidas de mitigación

Residuos y/o contaminantes que serán generados: la maquinaria y equipo utilizados deben tener filtros para reducir la emanación de contaminantes; durante el transporte de materiales, los mismos deben cubrirse con lona para evitar la dispersión de partículas de suelo a lo largo del trayecto de acarreo, esto evitará malestar a los pobladores que se encuentran a la orilla del tramo en construcción.

Otro aspecto importante que deberá tomarse con especial cuidado es el mantenimiento de la carretera de acceso a la comunidad, con los contenidos de humedad adecuados para evitar el polvo, es importante que todo el personal que labora en el campo deba equiparse con mascarillas para evitar infecciones respiratorias.

Descarga de aguas residuales: se recomienda que en los campamentos se instalen letrinas o en su defecto fosas sépticas, mismas que deberán ser ubicadas lejos de los causes o fuentes de agua, evitando que tengan contacto con la capa freática, estas deberán ser en número proporcional de 1 servicio por cada 10 personas.

Descarga de lubricantes: es conveniente que para el tratamiento de los lubricantes se construya una fosa de captación para este tipo de residuos en el área de campamento, estos posteriormente deberán ser recolectados y depositados en toneles de metal para trasportarlos a áreas de reciclaje.

Sitios arqueológicos: para este factor deberá realizarse un reconocimiento y levantamiento de información detallada para determinar la presencia de sitios arqueológicos, o que sean de alto interés cultural, para determinar la presencia de sitios que carácter histórico, esta actividad deberá realizarse en conjunto con el Instituto de Antropología e Historia (IDAEH).

Desechos sólidos: en lo que respecta al material de excavación, deberá analizarse si puede ser reciclado para una pronta reincorporación, ya que disminuirá la explotación de canteras y se evitará la utilización de áreas para su disposición. En lo que respecta a los repuestos, neumáticos entre otros, estos desechos deberán ser recolectados en el campamento y llevarlos a sitios donde puede ser reciclado o utilizados para alguna labor industrial, pero no deberá ser ubicados a lo largo del tramo en construcción, ni en vertederos clandestinos y municipales.

Ruidos y/o vibraciones: la maquinaria, herramienta y equipo a utilizar debe encontrarse en adecuadas condiciones de funcionamiento para minimizar las emisiones sonoras, además deberá de equiparse a todo el personal de campo

con el equipo de protección especial. Además se recomienda desarrollar los trabajos únicamente en jornada diurna, se considera que este impacto es de duración temporal ya que el mismo se presenta durante el tiempo de ejecución de la obra.

Contaminación visual: el área de campamento deberá ubicarse de preferencia en sitios donde no se afecten las cuencas visuales, o bien donde se tengan cortinas vegetales para favorecer el impacto visual. Además al finalizar las labores en el área del proyecto, se deberá adecuar el sitio a las condiciones originales, con actividades de reforestación con especies arbóreas nativas.

La ubicación de los bancos de material será determinante para este factor ya que debido a las condiciones topográficas, una mala selección de estos sitios afectará el paisaje del lugar, por lo que se recomienda al finalizar las labores de extracción de material nivelar el terreno y posteriormente revegetar con especies arbóreas del lugar.

Áreas protegidas: se deberá evitar la intervención en las áreas cercanas al área boscosa principalmente con actividades como: la explotación de bancos de material y sitios para el depósito de desperdicio, además deberá evitarse la utilización de dinamita para labores de construcción ya que podría afectar a la fauna existente en el lugar.

Es conveniente que las medidas de mitigación propuestas en el estudio sean compatibles con el área en mención, como la reforestación, ya que se deberán sembrar árboles nativos para no introducir especies exóticas al área.

El complemento lógico y deseable de un estudio de análisis de impacto ambiental es la vulnerabilidad, la ejecución de las necesarias medidas de prevención y mitigación para corregir las debilidades encontradas.

Por ello es muy importante que la formulación de recomendaciones técnicas y la estimación de los costos de las medidas de mitigación formen parte del propio estudio de vulnerabilidad. Algunas de esas medidas de mitigación serán complejas técnicamente y requerirán estudios adicionales sobre diseños de ingeniería y estimación de costos.

Las medidas de mitigación de los sistemas de alcantarillado y agua potable incluyen la readaptación, la sustitución, la reparación, la colocación de equipos de respaldo y el mejoramiento del acceso.

3. DISEÑO DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

3.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en el instituto de dos niveles para educación media, Guanagazapa, Escuintla.

El instituto contará con ambientes en el primer nivel, seis aulas, dirección, estudio, batería de baño de hombres, batería baño de mujeres, escaleras y pasillos. En el segundo nivel, seis aulas, utilería, salón de maestros, batería de baño de hombres, batería de baño de mujeres, escalera y pasillos.

La estructura del instituto está conformada por sistema de mampostería reforzada, losa de concreto reforzada y muros de carga.

3.2. Investigación preliminar

Siempre que se tenga que realizar un proyecto de tal magnitud, debe existir una investigación de donde está situado el terreno del proyecto, un análisis de suelos para ver si es factible el proyecto.

3.2.1. Terreno disponible

Se cuenta con un terreno en el casco urbano. La forma del terreno es irregular y el mismo está ubicado en la colonia Agustín Juárez tiene un área de 2 170,11 metros cuadrados.

3.2.2. Análisis de los suelos

Antes de la planificación de un proyecto de estructuras, se debe conocer el medio físico donde la estructura se sustentara, para conocer datos técnicos como el valor soporte del suelo y el peso específico.

3.2.2.1. Ensayo triaxial

Para el estudio de suelos de este proyecto se excavo un pozo con una profundidad de 1,20 metros del cual se extrajo una muestra inalterada de 1 pie cúbico.

A la muestra inalterada se le practico el ensayo de compresión triaxial, no drenada, no consolidada según norma ASTM D-2850 el ensayo fue llevado a cabo en el Multiservicios Técnicos de Ingeniería (Multiteci) ver anexo 4.

- Cálculo de la capacidad soporte del suelo por el método terzaghi

La capacidad soporte del suelo es la capacidad soporte que tiene el suelo de soportar un carga, sin que se produzca un falla en la masa.

Para calcular la capacidad del suelo se utilizara el método desarrollado por el profesor terzaghi, que se describe a continuación.

Para efectos del cálculo y por seguridad, se aplicara un factor de seguridad de 2 al ángulo de fricción interna (ϕ) y a la cohesión (C_u).

Datos para hallar el valor soporte del suelo

Ángulo de fricción interna (ϕ) = 22°

Cohesión (C_u) = 11,5 t / m²

Base (B) = 1 m

Largo (L) = 1 m

Peso específico (γ_s) = 1,54 t / m³

Desplante (D f) = 1,20 m

Descripción del suelo= Limo arcilloso arenoso color café

Nota: Por seguridad se le aplico un factor de 3 a los valores obtenidos de laboratorio.

- Factor de profundidad

$$D_c = 1 + 0,2(D_f / B) * \tan (45 + \phi/2)$$

$$D_c = 1 + 0,2(1,2/1) * \tan (45 + 7,33/2) = 1,27$$

$$D_q = d_y = 1 + 0,1(D_f / B) * \tan (45 + \phi/2)$$

$$D_q = d_y = 1 + 0,1(1,2/1) * \tan (45 + 7,43/2) = 1,14$$

- Factor de forma

$$S_c = 1 + 0,2(B/L) * \tan^2 (45 + \phi/2)$$

$$S_c = 1 + 0,2(1/1) * \tan^2 (45 + 7,33/2) = 1,26$$

$$S_q = s_y = 1 + 0,1(B/L) * \tan^2 (45 + \phi/2)$$

$$S_q = s_y = 1 + 0,1(1/1) * \tan^2 (45 + 7,33/2) = 1,13$$

- Factores de capacidad de carga

$$N_q = e \pi \tan \phi ((1 + \sin \phi) / (1 - \sin \phi))$$

$$N_q = e \pi \tan 7,21 ((1 + \sin 7,21) / (1 - \sin 7,21)) = 1,92$$

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

$$N_c = (N_q - 1) (\cot 7,21) = 7,23$$

$$N_\gamma = 1,5(N_q - 1) (\tan \phi)$$

$$N_\gamma = 1,5(N_q - 1) (\tan 7,21) = 0,17$$

$$q_0 = D_f \cdot \gamma = 1,2 \cdot 1,54 = 1,84 \text{ t/m}^2$$

$$q = C \cdot N_c \cdot d_c \cdot S_c + q_0 \cdot N_q \cdot d_q \cdot S_q + \frac{1}{2} B \cdot \gamma_s \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot S_\gamma$$

$$q = 3,83 \cdot 7,23 \cdot 1,27 \cdot 1,26 + 1,84 \cdot 1,92 \cdot 1,14 \cdot 1,13 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1,54 \cdot 0,08 \cdot 1,14 \cdot 1,13$$

$$q = 48,98 \text{ t / m}^2$$

- Factores de seguridad = 2
 $q = 48,98 \text{ t / m}^2 / 2 = 24,49$ toneladas por metro cuadrado
 $q = 24,00$ tonelada por metro cuadrado

De acuerdo con tabla IX, el valor soporte del suelo se puede considerar como aceptable está dentro de los parámetros normales por lo que para efectos de diseño se tomo el valor calculado 24 toneladas por metro cuadrado.

Tabla IX. **Valor soporte sugerido para diferentes tipos de suelos**

Material del suelo	t / m ²	Observaciones
Roca sana no impermeabilizada.	645	Hay estructuras de grietas
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
Suelo graviloso	107	Compactados buena granulometría
Suelo graviloso	64	Flojos, mala granulometría
Suelo graviloso	43	Flojos, con mucha arena
Suelo arenoso	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Dura
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: CABRERA, Jadenón. Guía teórica del curso de cimentaciones 1. p. 44.

3.2.3. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico se ocupa de la proyección distribución de los ambientes, de acuerdo a las necesidades de cada edificación y de acuerdo a su ocupación. El fin es crear espacios donde los seres humanos puedan desarrollar cualquier tipo de actividad.

Se contó con el apoyo de documentación proporcionada por el ministerio de educación para la distribución de los ambientes.

3.2.3.1. Ubicación del edificio

La ubicación del instituto dentro del terreno, será la parte este sobre la calle principal de la colonia Agustín Juárez, teniendo un acceso apropiado para la entrada de los estudiantes sobre la calle principal de dicha colonia.

3.2.3.2. Distribución de ambientes

El tamaño de los ambientes y su distribución dentro del instituto, se hizo de forma que queden ubicados conforme a su función y la relación existente entre ellos.

3.2.3.3. Altura del instituto

El instituto está compuesto por un módulo diseñado con el sistema de mampostería reforzada conformada por dos niveles, cada nivel tendrá una altura de tres metros de cielos a piso esta altura se debe a que es una zona calurosa por eso es aconsejable esta altura.

3.2.3.4. Selección del sistema a utilizar

La selección del tipo de estructura depende de ciertos factores; economía, materiales disponibles, área de terreno, dimensiones de cada ambiente, forma y mano de obra disponible.

Con base a estos aspectos, se eligió utilizar el sistema de mampostería reforzada, el peso de la estructura será distribuido por medio de cimiento corrido; los muros serán de carga y estará confinado por medio de columnas y soleras que estarán sustentados por medio del cimiento corrido. Las losas serán tradicionales.

3.3. Análisis estructural de mampostería reforzada

Consiste en determinar los efectos máximos producidos por las cargas, sobre los elementos estructurales como los son, vigas, columnas, losas y cimiento corrido.

3.3.1. Predimensionamiento estructural

Antes de determinar las dimensiones finales, es necesario realizar un pre dimensionamiento, aquí es necesario recurrir a la experiencia en obras similares y utilizar conocimientos de los elementos que componen el sistema estructural, tomando en cuenta los materiales y las sollicitaciones a las que será sometida. Para este trabajo se presentaran los cálculos de los lados críticos en ambos sentidos.

- Predimensionamiento de vigas

El predimensionamiento de viga se puede realizar con base al criterio que por cada metro lineal de luz libre, aumentar ocho centímetros de peralte y la base equivale a $\frac{1}{2}$ del peralte.

El método ACI-318 en el capítulo 9.53 tabla 9.5 se considera diferentes situaciones para pre dimensionamiento para este caso se considera una viga continua en un extremo.

Longitud de viga critica= 6,00 m

H viga=8%*Longitud de viga

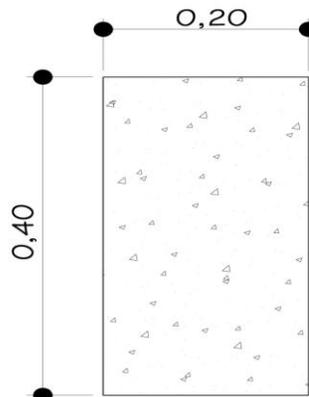
H viga=0,08*6,00=0,48 m

H viga=L / 18,5= 6,00/18,5= 0,32 m

H promedio= (0,48+0,32)/2 = 0,40 m

B = h/2 = 0,40/2 = 0,20 m

Figura 7. **Sección de viga**



Fuente: elaboración propia.

- Predimensionamiento de columnas

El predimensionamiento de columnas se basa en el cálculo de carga axial aplicada a una columna crítica y esta se determina por el área bruta de la sección, por medio de la ecuación (10-2) del código ACI 318-05 capítulo 10 secciones 10.3.6.2 al tener este valor se puede proponer las medidas de la sección, ver detalle en figura 11.

Fórmula a utilizar

$$P = 0,8 \{ (0,225 * f' c * A_g) + (f_y * A_s) \}$$

Donde P= peso concreto*área tributaria

$$0,01 A_g \leq A_s \leq 0,08 A_g \quad \text{según ACI 318R- 99}$$

Datos:

$$\text{Área tributaria} = 23,4 \text{ m}^2$$

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

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

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

Ancho de columna= 20 cm de ancho de pared

P= peso concreto * área tributaria

$$\text{Sección de viga} = 20 \text{ cm} * 40 \text{ cm}$$

$$P = (2400 \text{ kg / m}^3) * (23,4 \text{ m}^2) = 56 160 \text{ kg/m}$$

Sustituir P en fórmula

$$56 160 = 0,8 \{ (0,225 * 281 * A_g) + (4200 * 0,01 A_g) \}$$

$$56 160 = 84,18 A_g$$

$$667,14 = A_g$$

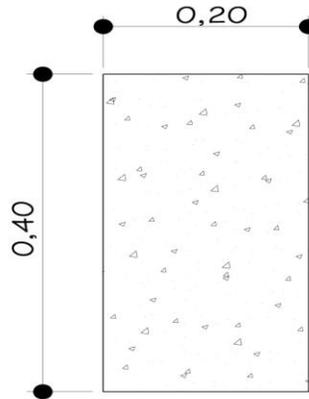
Donde Largo * ancho = área

$$L * 20 = 667,14$$

$$L = 33,35 \text{ cm}$$

Por modulación la medida es de 20 * 40

Figura 8. **Sección de columna**



Fuente: elaboración propia.

- Predimensionamiento de losas.

Se utilizó el criterio del perímetro/180 para losas en 2 sentidos. Se utilizó la losa mayor dimensión

Relación

$m = a / b \leq 0,5$ losa trabaja en un sentido

$m = a / b \geq 0,5$ losa trabaja en dos sentidos

Donde a = sentido más corto de la losa b = sentido más largo de la losa

Calculando m para la losa de mayor dimensión con $a = 3,9$ $b = 6,00$

$m = 3,9 / 6,00 = 0,65 > 0,5$ la losa trabaja en dos sentidos

Espesor de la losa

$t = \text{perímetro} / 180$

donde t es espesor de la losa

$t = ((2 \cdot 3,9) + (2 \cdot 6)) / 180$

$t = 11 \text{ cm}$

- Predimensionamiento de cimentación

El cimiento se diseñara por medio de cimiento corrido, ver el pre dimensionamiento de esto en el capítulo.

3.3.2. Determinación características de la edificación

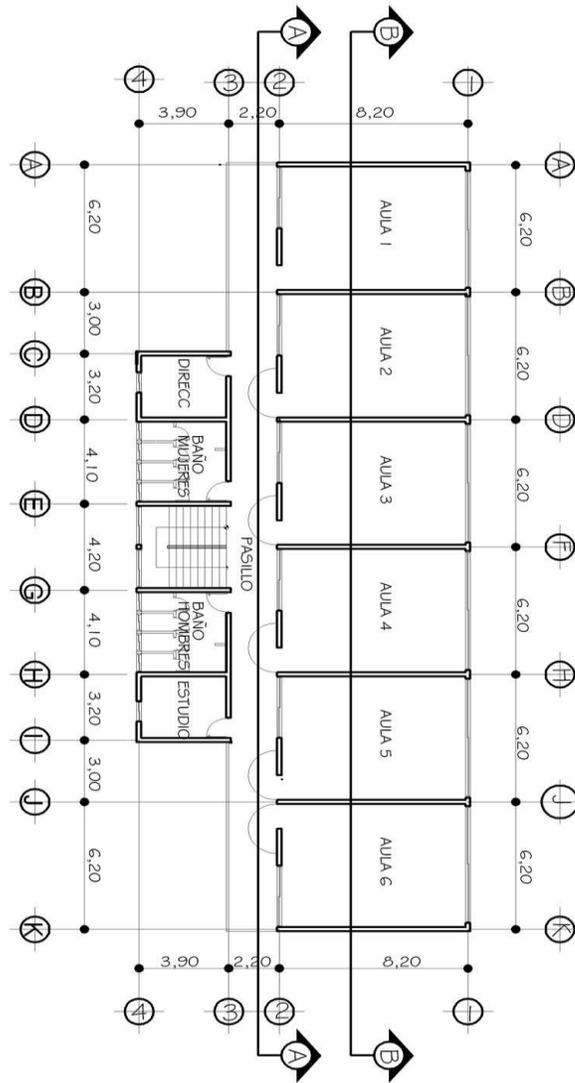
La mampostería a utilizar será de 19 * 19 * 39 centímetros con un resistencia de $f'_m = 70 \text{ kg/cm}^2$, el acero para el refuerzo será de grado 60 ($f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$), el valor soporte del suelo será de 24 toneladas por metro cuadrado. La ubicación del edificio es un terreno ubicado el municipio de Guanagazapa del departamento de Escuintla.

3.4. Diseño estructural

Para integrar las cargas es necesario definir los espesores de vigas, columnas, cimientos y losas los cuales ya los definimos anteriormente. Las losas pueden ser definidas inicialmente debido a que no se diseñan por aspectos sísmicos, sino únicamente para soportar cargas gravitacionales.

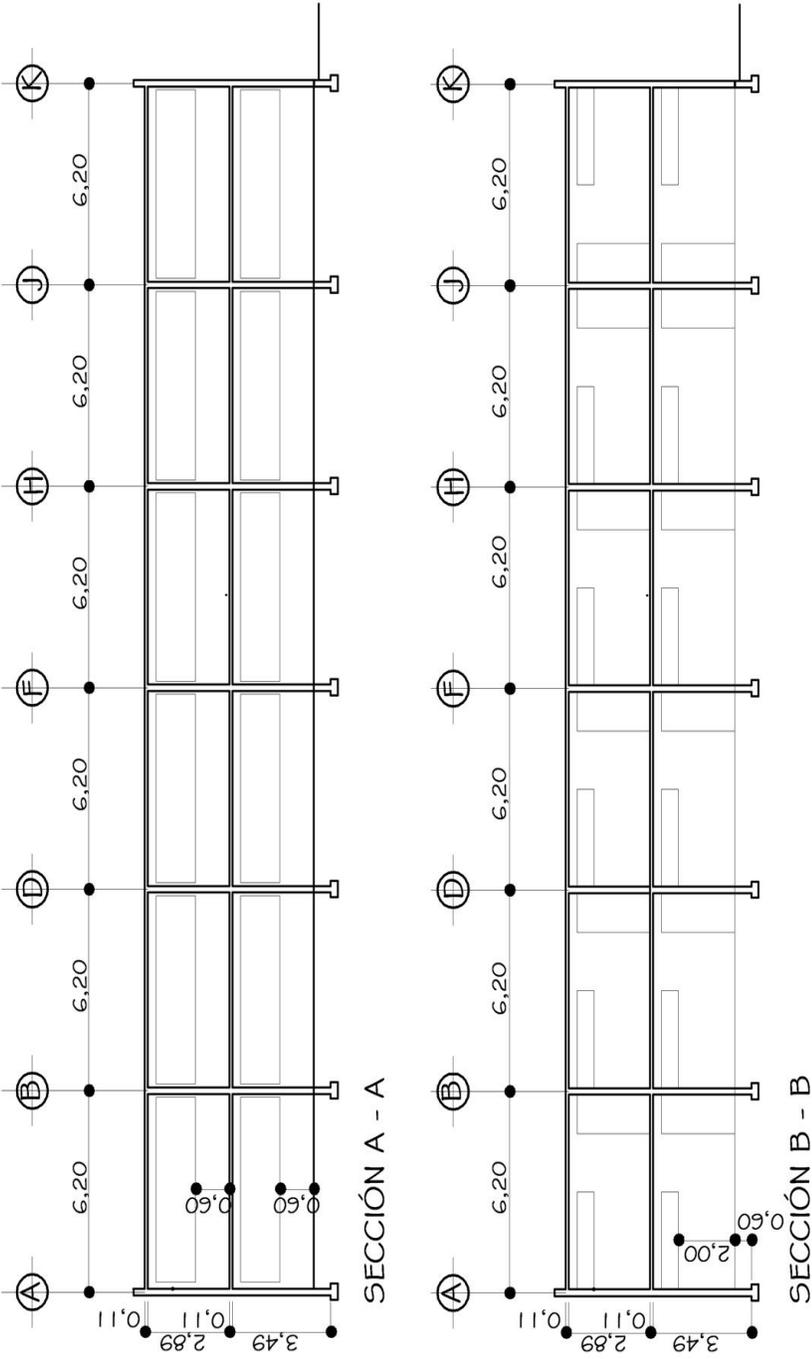
Por tal motivo se inicia con el cálculo de losas en el cual se realiza la integración de cargas gravitacionales por losa, las que posteriormente se usaran para calcular fuerzas sísmicas código ACI 318-06 concreto 281 kilogramo por centímetro cuadrado y acero estructural con resistencia 4 200,00 kilogramos por centímetro cuadrado.

Figura 9. **Planta general de instituto**



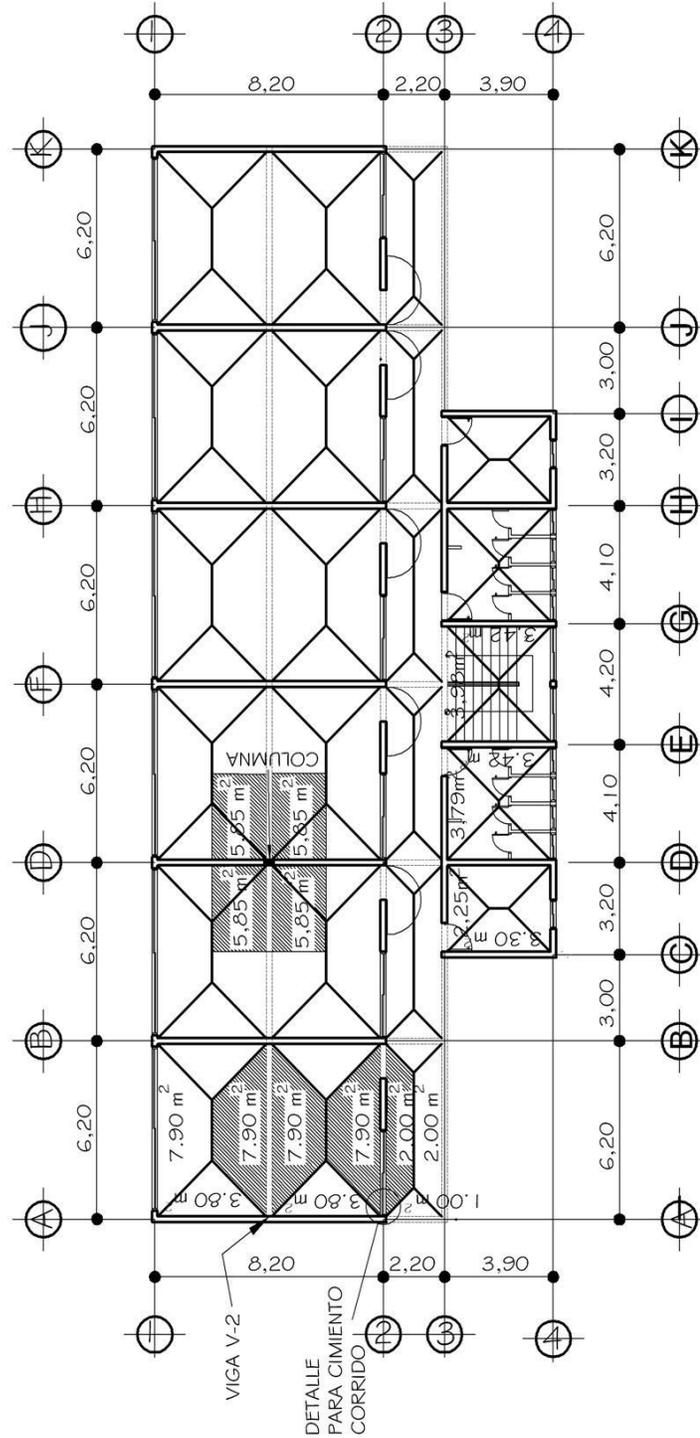
Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Secciones instituto



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Áreas tributarias

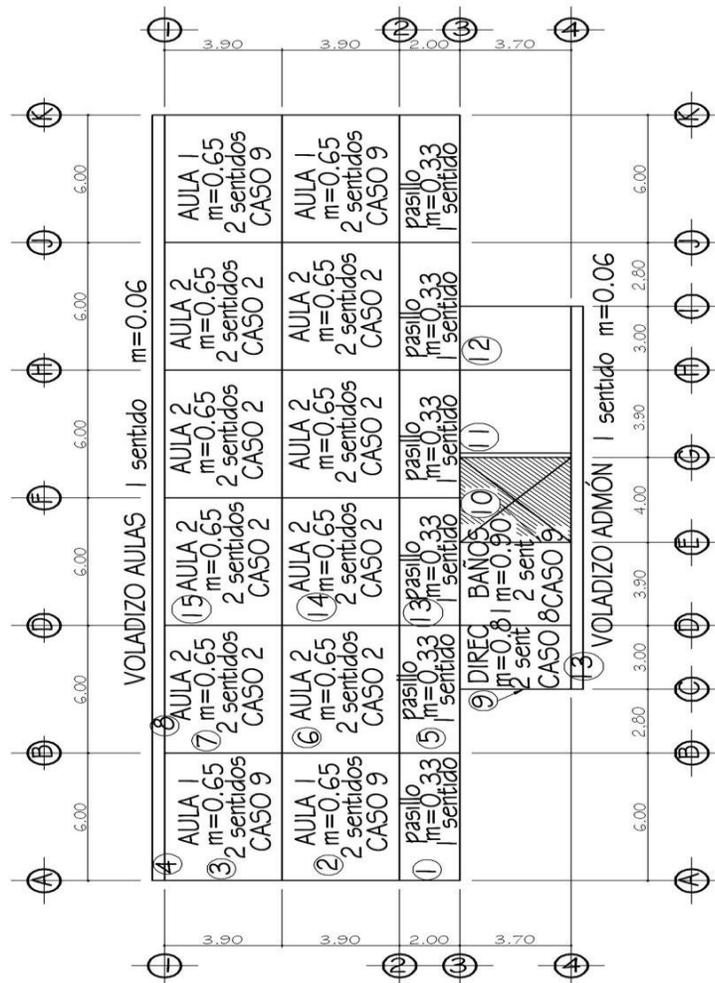


Fuente: elaboración propia

3.4.1. Diseño de losa

El cálculo del espesor de la losa ya se realizó en el pre dimensionamiento en el capítulo 3.3.1 el cual nos dio un resultado de 0,11 metros para la losa de mayor dimensión en el cual se aplicó el método 3 ACI.

Figura 12. Planta de losa primer nivel



Fuente: elaboración propia.

Datos

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

$$F_y = 4\,200,00 \text{ kg / cm}^2$$

$$\text{Espesor de losa} = 0,11 \text{ m}$$

$$\text{Peso específico concreto} = 2\,400,00 \text{ kg / cm}^2$$

Cargas vivas

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

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

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

$$\text{Relleno} = 1\,600,00 \text{ kg / cm}^2$$

$$\text{Acabados} = 60 \text{ kg / cm}^2$$

$$\text{Piso} = 60 \text{ kg / cm}^2$$

- Cálculo de cargas primer nivel

Cargas de aulas

$$\text{Losa} = (\text{y concreto}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (2\,400 \text{ kg / m}^3) \cdot (0,11 \text{ m}) \cdot (6 \cdot 3,9 \text{ m}^2) = 6\,177,60 \text{ kg}$$

$$\text{Relleno} = (\text{y relleno}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (1\,600 \text{ kg / m}^3) \cdot (0,10 \text{ m}) \cdot (6 \cdot 3,9 \text{ m}^2) = 3\,744,00 \text{ kg}$$

$$\text{Piso} = (\text{y piso}) \cdot (\text{área}) = (60 \text{ kg / m}^2) \cdot (6 \cdot 3,9) = 1\,404,00 \text{ kg}$$

$$\text{Acabados} = (\text{y acabados}) \cdot (\text{área}) = (30 \text{ kg / m}^2) \cdot (6 \cdot 3,9) = \underline{702,00 \text{ kg}}$$

$$\text{Carga total} = 12\,027,60 \text{ kg}$$

$$\text{Carga muerta distribuida} = \text{carga total} / \text{área} = 12\,027,60 / 6 \cdot 3,9 = 514 \text{ kg / m}^2$$

$$C_U = 1,4C_M + 1,7C_V$$

$$C_U = (1,4 \cdot 514) + (1,7 \cdot 200)$$

$$C_U = 1\,059,60 \text{ kg / m}^2$$

Cargas de voladizo

$$\text{Losa} = (\text{y concreto}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (2400 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,11 \text{ m}) \cdot (0,4 \cdot 6,00 \text{ m}^2) = 633,60 \text{ kg}$$

$$\text{Relleno} = (\text{y relleno}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (1600 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,10 \text{ m}) \cdot (24,00 \text{ m}^2) = 384,00 \text{ kg}$$

$$\text{Acabados} = (\text{y acabados}) \cdot (\text{área}) = (30 \text{ kg/m}^2) \cdot (24 \text{ m}^2) = \underline{72,00 \text{ kg}}$$

$$\text{Carga total} \quad \quad \quad 1\ 089,60 \text{ kg}$$

$$\text{Carga muerta distribuida} = \text{carga total} / \text{área} = 1089,60 / 0,4 \cdot 0,6 = 454,00 \text{ kg / m}^2$$

$$\text{CU} = 1,4\text{CM} + 1,7\text{CV}$$

$$\text{CU} = (1,4 \cdot 454) + (1,7 \cdot 200)$$

$$\text{CU} = 975,60 \text{ Kg / m}^2$$

Cargas de pasillos

$$\text{Losa} = (\text{y concreto}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (2400 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,11 \text{ m}) \cdot (12 \text{ m}^2) = 3\ 168,00 \text{ kg}$$

$$\text{Relleno} = (\text{y relleno}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (1600 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,10 \text{ m}) \cdot (12,00 \text{ m}^2) = 1\ 920,00 \text{ kg}$$

$$\text{Piso} = (\text{y piso}) \cdot (\text{área}) = (60 \text{ kg/m}^2) \cdot (6,00 \cdot 2,00) = 720,00 \text{ kg}$$

$$\text{Acabados} = (\text{y acabados}) \cdot (\text{área}) = (30 \text{ kg/m}^2) \cdot (6,00 \cdot 2,00 \text{ m}^2) = 360,00 \text{ kg}$$

$$\text{Muro baranda} = (\text{peso}) \cdot (\text{área}) = (160 \text{ kg/m}^2) \cdot (16 \text{ m}^2) = \underline{2\ 560,00 \text{ kg}}$$

$$\text{Carga} \quad \quad \quad 8\ 728,00 \text{ kg}$$

$$\text{Carga muerta distribuida} = \text{carga total} / \text{área} = 8\ 728,00 / 6,00 \cdot 2,00 = 727,33 \text{ kg / m}^2$$

$$\text{CU} = 1,4\text{CM} + 1,7\text{CV}$$

$$\text{CU} = (1,40 \cdot 727,33) + (1,70 \cdot 400,00)$$

$$\text{CU} = 1\ 698,27 \text{ Kg/m}^2$$

Cargas de dirección y/o estudio

$$\text{Losa} = (\text{y concreto}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (2400 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,11 \text{ m}) \cdot (11,10 \text{ m}^2) = 2\ 930,40 \text{ kg}$$

$$\text{Relleno} = (\text{y relleno}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (1600 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,10 \text{ m}) \cdot (11,10 \text{ m}^2) = 1\ 776,00 \text{ kg}$$

$$\text{Piso} = (\text{y piso}) \cdot (\text{área}) = (60 \text{ kg/m}^2) \cdot (11,10 \text{ m}^2) = 666,00 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Acabados} &= (\text{y acabados}) \cdot (\text{área}) = (30 \text{ kg/m}^2) \cdot (11,10 \text{ m}^2) && = \underline{333,00 \text{ kg}} \\ \text{Carga} &&& 5\,705,40 \text{ kg} \\ \text{Carga muerta distribuida} &= \text{carga total} / \text{área} = 5705,40 / 3,00 \cdot 3,70 = 514,00 \text{ kg / m}^2 \\ \text{CU} &= 1, 4\text{CM} + 1,7\text{CV} \\ \text{CU} &= (1,40 \cdot 514,00) + (1,70 \cdot 250,00) \\ \text{CU} &= 1\,144,60 \text{ Kg/ m}^2 \end{aligned}$$

Carga de baños

$$\begin{aligned} \text{Losa} &= (\text{y concreto}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (2400 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,11 \text{ m}) \cdot (14,43 \text{ m}^2) = 3\,809,52 \text{ kg} \\ \text{Relleno} &= (\text{y relleno}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (1600 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,20 \text{ m}) \cdot (14,43 \text{ m}^2) = 4\,617,60 \text{ kg} \\ \text{Piso} &= (\text{y piso}) \cdot (\text{área}) = (60 \text{ kg/m}^2) \cdot (14,43 \text{ m}^2) && = 865,80 \text{ kg} \\ \text{Acabados} &= (\text{y acabados}) \cdot (\text{área}) = (30 \text{ kg/m}^2) \cdot (14,43 \text{ m}^2) && = 432,90 \text{ kg} \\ \text{Muro tabla yeso} &= (\text{peso}) \cdot (\text{área}) = (160 \text{ kg/m}^2) \cdot (16 \text{ m}^2) && = \underline{622,44 \text{ kg}} \\ \text{Carga} &&& 10\,348,26 \text{ kg} \\ \text{Carga muerta distribuida} &= \text{carga total} / \text{área} = 10\,348,26 / 3,90 \cdot 3,70 = 717,14 \text{ kg / m}^2 \\ \text{CU} &= 1, 4\text{CM} + 1,7\text{CV} \\ \text{CU} &= (1,40 \cdot 717,14) + (1,70 \cdot 250,00) \\ \text{CU} &= 1\,428,98 \text{ Kg/ m}^2 \end{aligned}$$

Cargas de voladizo de administración

$$\begin{aligned} \text{Losa} &= (\text{y concreto}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (2400 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,11 \text{ m}) \cdot (1,28 \text{ m}^2) && = 337,92 \text{ kg} \\ \text{Relleno} &= (\text{y relleno}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (1600 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,10 \text{ m}) \cdot (1,28 \text{ m}^2) && = 153,60 \text{ kg} \\ \text{Acabados} &= (\text{y acabados}) \cdot (\text{área}) = (30 \text{ kg/m}^2) \cdot (1,28 \text{ m}^2) && = 38,40 \text{ kg} \\ \text{Relleno} &= (\text{y acabados}) \cdot (\text{área}) = (160 \text{ kg/m}^2) \cdot (3,20 \cdot 0,40 \text{ m}^2) && = 204,80 \text{ kg} \\ \text{Carga total} &&& \underline{734,72 \text{ kg}} \\ \text{Carga muerta distribuida} &= \text{carga total} / \text{área} = 734,72 / 3,20 \cdot 0,40 = 540,24 \text{ kg / m}^2 \\ \text{CU} &= 1, 4\text{CM} + 1,7\text{CV} \end{aligned}$$

$$CU = (1,40 \cdot 540,24) + (1,70 \cdot 250,00)$$

$$CU = 1181,32 \text{ Kg/m}^2$$

- Cálculo de cargas segundo nivel

Cargas de aulas

$$\text{Losa} = (\text{y concreto}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (2400 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,11 \text{ m}) \cdot (23,4 \text{ m}^2) = 6177,60 \text{ kg}$$

$$\text{Relleno} = (\text{y relleno}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (1600 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,10 \text{ m}) \cdot (23,40 \text{ m}^2) = 3744,00 \text{ kg}$$

$$\text{Acabados} = (\text{y acabados}) \cdot (\text{área}) = (30 \text{ kg/m}^2) \cdot (23,40 \text{ m}^2) = 702,00 \text{ kg}$$

$$\text{Carga total} \quad \quad \quad \underline{10623,60 \text{ kg}}$$

$$\text{Carga muerta distribuida} = \text{carga total} / \text{área} = 10623,60 / 6 \cdot 3,9 = 454,00 \text{ kg / m}^2$$

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

$$CU = (1,40 \cdot 454,00) + (1,70 \cdot 100)$$

$$CU = 805,60 \text{ Kg / m}^2$$

Cargas de voladizo de aulas

$$\text{Losa} = (\text{y concreto}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (2400 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,11 \text{ m}) \cdot (2,40 \text{ m}^2) = 633,60 \text{ kg}$$

$$\text{Relleno} = (\text{y relleno}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (1600 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,10 \text{ m}) \cdot (2,40 \text{ m}^2) = 384,00 \text{ kg}$$

$$\text{Acabados} = (\text{y acabados}) \cdot (\text{área}) = (30 \text{ kg/m}^2) \cdot (2,4 \text{ m}^2) = 72,00 \text{ kg}$$

$$\text{Muro de block} = (\text{peso block}) \cdot (\text{área}) = (160,00 \text{ kg/m}^2) \cdot (2,64 \text{ m}^2) = 422,40 \text{ kg}$$

$$\text{Carga total} \quad \quad \quad \underline{1512,00 \text{ kg}}$$

$$\text{Carga muerta distribuida} = \text{carga total} / \text{área} = 1512,00 / 0,40 \cdot 6,00 = 630,00 \text{ kg / m}^2$$

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

$$CU = (1,40 \cdot 630,00) + (1,70 \cdot 100,00)$$

$$CU = 1052,00 \text{ Kg / m}^2$$

Cargas de pasillos

$$\begin{aligned} \text{Losa} &= (\text{y concreto}) \cdot (t) \cdot (\text{área}) = (2400 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,11 \text{ m}) \cdot (12 \text{ m}^2) = 3\,168,00 \text{ kg} \\ \text{Mezclón} &= (\text{y piso}) \cdot (\text{área}) = (60 \text{ kg/m}^2) \cdot (12 \text{ m}^2) = 720,00 \text{ kg} \\ \text{Acabados} &= (\text{y acabados}) \cdot (\text{área}) = (30 \text{ kg/m}^2) \cdot (12 \text{ m}^2) = 360,00 \text{ kg} \\ \text{Carga} &= \underline{4\,248,00 \text{ kg}} \\ \text{Carga muerta distribuida} &= \text{carga total} / \text{área} = 4248,00 / 6,00 \cdot 2,00 = 354,00 \text{ kg / m}^2 \\ \text{CU} &= 1, 4\text{CM} + 1,7\text{CV} \\ \text{CU} &= (1, 40 \cdot 354, 00) + (1, 70 \cdot 100, 00) \\ \text{CU} &= 665, 60 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

Cargas de utilería y salón profesores

$$\begin{aligned} \text{Losa} &= (\text{y concreto}) \cdot (t) \cdot (\text{área}) = (2400 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,11 \text{ m}) \cdot (11,10 \text{ m}^2) = 2\,930,40 \text{ kg} \\ \text{Mezclón} &= (\text{y relleno}) \cdot (t) \cdot (\text{área}) = (1600 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,10 \text{ m}) \cdot (11,10 \text{ m}^2) = 1\,776,00 \text{ kg} \\ \text{Acabados} &= (\text{y piso}) \cdot (\text{área}) = (60 \text{ kg/m}^2) \cdot (11,10 \text{ m}^2) = 666,00 \text{ kg} \\ \text{Carga} &= \underline{5\,372,40 \text{ kg}} \\ \text{Carga muerta distribuida} &= \text{carga total} / \text{área} = 5372,40 / 3,00 \cdot 3,70 = 484,00 \text{ kg / m}^2 \\ \text{CU} &= 1, 4\text{CM} + 1,7\text{CV} \\ \text{CU} &= (1, 40 \cdot 484, 00) + (1, 70 \cdot 100, 00) \\ \text{CU} &= 854, 60 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

Cargas de baños

$$\begin{aligned} \text{Losa} &= (\text{y concreto}) \cdot (t) \cdot (\text{área}) = (2400 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,11 \text{ m}) \cdot (14,43 \text{ m}^2) = 3\,809,52 \text{ kg} \\ \text{Mezclón} &= (\text{y relleno}) \cdot (t) \cdot (\text{área}) = (1600 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,10 \text{ m}) \cdot (14,43 \text{ m}^2) = 2\,308,80 \text{ kg} \\ \text{Acabados} &= (\text{y acabados}) \cdot (\text{área}) = (30 \text{ kg/m}^2) \cdot (14,43 \text{ m}^2) = 432,90 \text{ kg} \\ \text{Carga} &= \underline{6\,551,22 \text{ kg}} \\ \text{Carga muerta distribuida} &= \text{carga total} / \text{área} = 6551,22 / 3,90 \cdot 3,70 = 454,00 \text{ kg / m}^2 \end{aligned}$$

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

$$CU= (1,40 \cdot 454,00) + (1,70 \cdot 100,00)$$

$$CU= 805,60 \text{ Kg / m}^2$$

Cargas de voladizo de administración

$$\text{Losa} = (\text{y concreto}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (2400 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,11 \text{ m}) \cdot (1,64 \text{ m}^2) = 337,92 \text{ kg}$$

$$\text{Relleno} = (\text{y relleno}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (1600 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,10 \text{ m}) \cdot (1,64 \text{ m}^2) = 153,60 \text{ kg}$$

$$\text{Acabados} = (\text{y acabados}) \cdot (\text{área}) = (30 \text{ kg/m}^2) \cdot (1,64 \text{ m}^2) = 38,40 \text{ kg}$$

$$\text{Muro block} = (\text{y acabados}) \cdot (\text{área}) = (160 \text{ kg/m}^2) \cdot (2,05 \text{ m}^2) = 123,00 \text{ kg}$$

$$\text{Carga total} \quad \quad \quad \underline{818,36 \text{ kg}}$$

$$\text{Carga muerta distribuida} = \text{carga total} / \text{área} = 818,36 / (0,40 \cdot 4,10) = 499,00 \text{ kg / m}^2$$

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

$$CU= (1,40 \cdot 499,00) + (1,70 \cdot 100,00)$$

$$CU= 868,60 \text{ Kg / m}^2$$

Cargas de escalera

$$\text{Losa} = (\text{y concreto}) \cdot (\text{t}) \cdot (\text{área}) = (2400 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,11 \text{ m}) \cdot (14,80 \text{ m}^2) = 3907,20 \text{ kg}$$

$$\text{Mezclón} = (\text{y piso}) \cdot (\text{área}) = (1600 \text{ kg/m}^2) \cdot (14,8 \text{ m}^2) = 2368,00 \text{ kg}$$

$$\text{Acabados} = (\text{y acabados}) \cdot (\text{área}) = (30 \text{ kg/m}^2) \cdot (14,80 \text{ m}^2) = 360,00 \text{ kg}$$

$$\text{Carga} \quad \quad \quad \underline{6779,20 \text{ kg}}$$

$$\text{Carga muerta distribuida} = \text{carga total} / \text{área} = 6779,20 / (4,00 \cdot 3,70) = 454 \text{ kg / m}^2$$

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

$$CU= (1,40 \cdot 454,00) + (1,70 \cdot 100,00)$$

$$CCU=828,00 \text{ Kg/m}^2$$

- Cálculo de momentos primer nivel

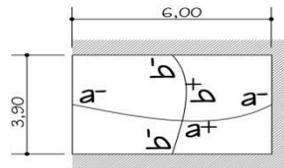
Método 3 ACI

$$M_{a-} = C_{a-} * (CUT) (a)_2$$

$$M_{b-} = C_{b-} * (CUT) (b)_2$$

$$M_{a+} = C_{a+} * (CMU) (a)_2 + C_{a+} * (CVU) (a)_2$$

$$M_{b+} = C_{b+} * (CMU) (b)_2 + C_{b+} * (CVU) (b)_2$$



Donde:

A= lado más corto B= lado más largo para voladizo

$C_{a+/-} C_{b+/-}$ = factores dados por relación a/b M (-)= $WL^2/14$ empotrado

M_{a-} y M_{b-} = momentos negativos en losa M (+)= $WL^2/19$

M_{a+} y M_{b+} = momentos positivos en losa M (-) = $WL^2/10$ voladizo

$M_{a-} = 1/3 * M_{a+}$ } losa sin continuidad

$M_{b-} = 1/3 * M_{b+}$ } losa sin continuidad. Ver factores de $C_{a+/-}$ - $C_{d+/-}$ en anexo 3

Cálculo de momento de pasillo $C_u = 1\ 698,28\ \text{kg/m}^2$

$$M (-) \text{ ext} = WL^2/14 = (1698,27\ \text{kg/m}^2) * (2,00\ \text{m})/14 = 485,22\ \text{kg-m}$$

$$M (+) \text{ ext} = WL^2/9 = (1698,27\ \text{kg/m}^2) * (2,00\ \text{m})/9 = 754,78\ \text{kg-m}$$

$$M (-) \text{ ext} = WL^2/10 = (1\ 698,27\ \text{kg/m}^2) * (2,00\ \text{m})/10 = 679,31\ \text{kg-m}$$

Cálculo de momento aula 1 $C_u = 1\,059,60 \text{ kg/m}^2$

$a = 3,90 \text{ m}$ $b = 6,00 \text{ m}$ $m = 0,65$ CASO 9

$$M_a (-) = 0,083(1\,059,60) \cdot (3,90)^2 = 1\,337,67 \text{ kg-m}$$

$$M_b (-) = 0,008 \cdot (1\,059,60) \cdot (3,90)^2 = 305,16 \text{ kg-m}$$

$$M_a (+) = 0,034 \cdot (514,00) \cdot (3,90)^2 + 0,054 \cdot (200,00) \cdot (3,90)^2 = 430,08 \text{ kg-m}$$

$$M_b (+) = 0,005 \cdot (514,00) \cdot (6,00)^2 + 0,009 \cdot (200,00) \cdot (6,00)^2 = 157,32 \text{ kg-m}$$

Cálculo de momento aula 2 $C_u = 1\,059,60 \text{ kg/m}^2$

$a = 3,90 \text{ m}$ $b = 6,00 \text{ m}$ $m = 0,65$ CASO 2

$$M_a (-) = 0,077 \cdot (1\,059,60) \cdot (3,90)^2 = 1\,240,97 \text{ kg-m}$$

$$M_b (-) = 0,008 \cdot (1\,059,60) \cdot (6,00)^2 = 305,16 \text{ kg-m}$$

$$M_a (+) = 0,034 \cdot (514,00) \cdot (3,90)^2 + 0,058 \cdot (200,00) \cdot (3,90)^2 = 442,24 \text{ kg-m}$$

$$M_b (+) = 0,006 \cdot (514,00) \cdot (6,00)^2 + 0,010 \cdot (200,00) \cdot (6,00)^2 = 183,02 \text{ kg-m}$$

Cálculo de momento dirección 9 $C_u = 1\,144,60 \text{ kg/m}^2$

$a = 3,00 \text{ m}$ $b = 3,70 \text{ m}$ $m = 0,65$ CASO 9

$$M_a (-) = 0,055 \cdot (1\,144,60) \cdot (3,00)^2 = 566,58 \text{ kg-m}$$

$$M_b (-) = 0,041 \cdot (1\,144,60) \cdot (3,70)^2 = 642,45 \text{ kg-m}$$

$$M_a (+) = 0,031 \cdot (514,00) \cdot (3,00)^2 + 0,044 \cdot (250,00) \cdot (3,00)^2 = 247,03 \text{ kg-m}$$

$$M_b (+) = 0,005 \cdot (514,00) \cdot (3,70)^2 + 0,019 \cdot (250,00) \cdot (3,70)^2 = 179,58 \text{ kg-m}$$

Cálculo de momento baños $C_u=1\ 148,98\ \text{kg/m}^2$

$a=3,70\ \text{m}$ $b=3,90\ \text{m}$ $m=0,65$ CASO 9

$$M_a (-) = 0,038*(1\ 148,98)*(3,70)^2 = 743,38\ \text{kg-m}$$

$$M_b (-) = 0,0080*(1\ 148,98)*(3,90)^2 = 1\ 217,98\ \text{kg-m}$$

$$M_a (+) = 0,034*(714,14)*(3,70)^2 + 0,054*(250,00)*(3,90)^2 = 322,09\ \text{kg-m}$$

$$M_b (+) = 0,005*(714,14)*(3,70)^2 + 0,009*(250,00)*(3,90)^2 = 331,73\ \text{kg-m}$$

Cálculo de losa 13 $C_u=1\ 181,32\ \text{kg/m}^2$

$$M = \frac{WL^2}{2} = \frac{(1\ 181,32)*(0,40)^2}{2} = 94,51\ \text{kg-m}$$

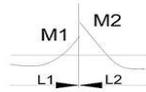
Cálculo de losa 4 $C_u=975,60\ \text{kg/m}^2$

$$M = \frac{WL^2}{2} = \frac{(973,60)*(0,40)^2}{2} = 78,05\ \text{kg-m}$$

- Balanceo de momentos

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

Figura 13. Diagrama de momentos



Fuente: elaboración propia.

$$M_2 > M_1$$

Si $M_1 > 0,8M_2$; entonces, $M_B = (M_1 + M_2) / 2$

Si $M_1 < 0,8M_2$; se distribuye proporcional a la rigidez

$$K_1 = 1 / L_1 \quad K_2 = 1 / L_2$$

Donde:

K_1, K_2 = son las rigideces de las losas

L_1, L_2 = son las longitudes de las losas

D_1, D_2 = factores de distribución de losas 1 y 2

$$D_1 = K_1 / (K_1 + K_2) \quad D_2 = K_2 / (K_1 + K_2)$$

Para realizar la distribución se realizó el cálculo siguiente:

$$M_B = M_1 + ((M_2 - M_1) * (D_1))$$

$$M_B = M_2 - ((M_2 - M_1) * (D_2))$$

Balanceo de momentos en losas 1 y 2

$$M_2 = 1\,337,67 \text{ kg-m} \quad L_2 = 3,90 \text{ m}$$

$$M_1 = 679,31 \text{ kg-m} \quad L_1 = 2,00 \text{ m}$$

$$0,8 * (1\,337,67) = 1\,070,13 \text{ kg-m}$$

$M_1 < 0,8M_2$ se distribuye proporcional a la rigidez

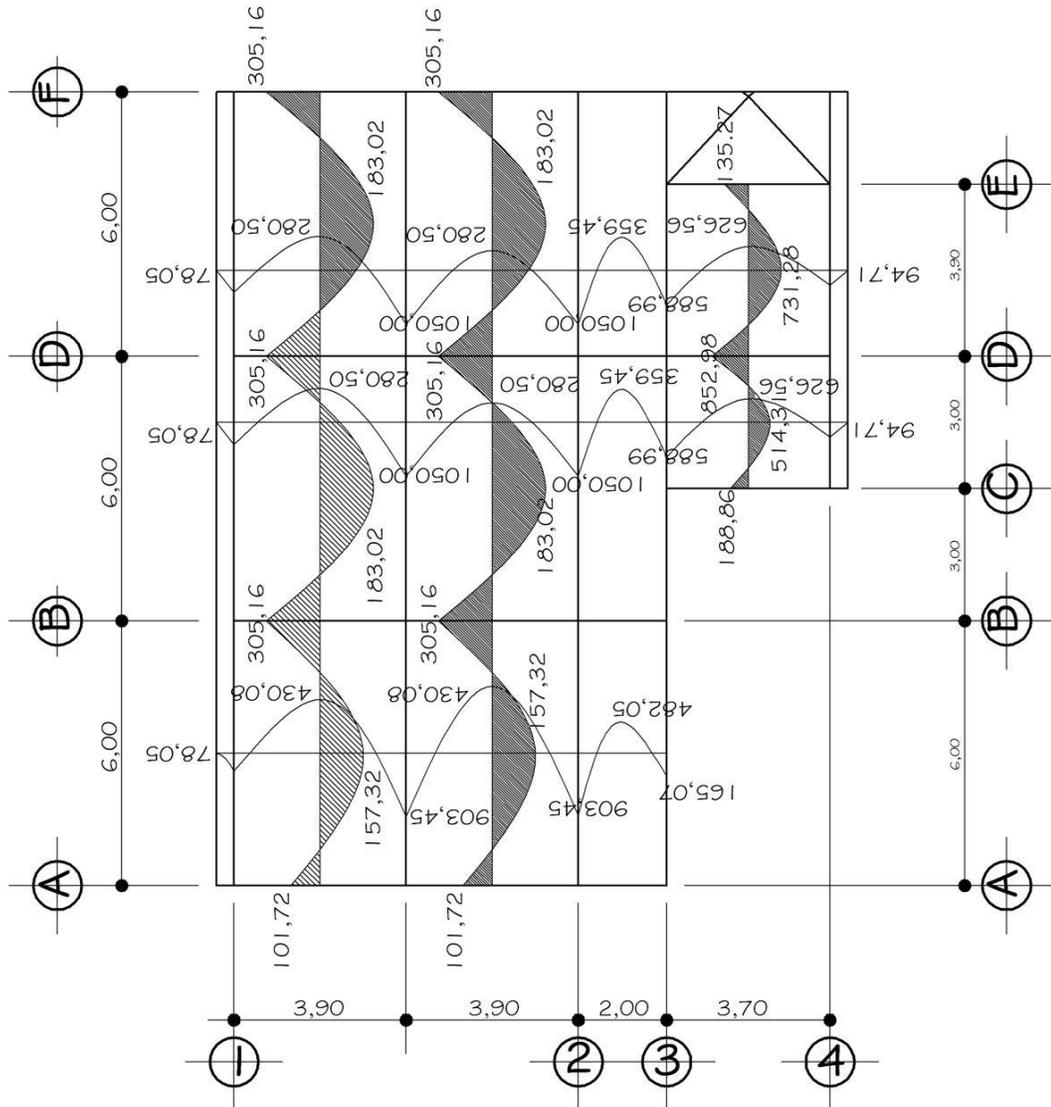
$$D_1 = (1/2) / (1/2 + 1/3,9) = 0,66 \quad D_2 = (1/3,9) / (1/2 + 1/3,9) = 0,34$$

$$M_B = 1\,337,67 - ((1\,337,67 - 679,31) * (0,66)) = 903,45 \text{ kg-m}$$

$$M_B = 679,31 + ((1\,337,67 - 679,31) * (0,34)) = 903,45 \text{ kg-m}$$

El momento balanceado entre las losas 1 y 2 es de 903,45. Este procedimiento se aplicó a todas las losas de la estructura.

Figura 14. Diagrama de momentos balanceados



Fuente: elaboración propia.

- Diseño de armado de losa

Se define el área de acero mínimo y el momento que resiste. Luego se calcula el acero de refuerzo para los momentos mayores que resiste el acero mínimo. Basado en el código ACI 318-05.

Datos:

$$f'c = 281 \text{ kg/cm}^2 \longrightarrow 4\,000 \text{ psi}$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2 \longrightarrow \text{grado } 60$$

$$B = 100 \text{ cm (franja unitaria)}$$

$$T = 11 \text{ cm}$$

$$\text{Cálculo de peralte efectivo} = t - \text{recubrimiento} - \varnothing/2$$

$$= 11 - 2,00 - 1,27/2$$

$$= 8,50 \text{ cm}$$

$$\text{Cálculo de } A_{s \text{ min}} = (14,1 / 4\,200,00) * (100,00) * (8,50)$$

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

$$\text{Proponer armado } \varnothing = 1/2'' \quad A_s = 1,27 \text{ cm}^2$$

$$2,85 \text{ cm}^2 \text{ ————— } 100 \text{ cm}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \text{ ————— } S \text{ cm}$$

$$S = 45 \text{ cm}$$

Espaciamiento máximo

$$S_{\text{máx.}} = 3t = 3(11) = 33 \text{ cm}$$

$$S = 33 \text{ cm}$$

Como armado propuesto es > S máx. Utilizar S máx.

$$S_{\text{máx.}} = \text{No. } 4 @ 0,33$$

Cálculo momento resiste $A_{s \text{ min}}$

$$\text{Momento que resiste el } A_{s \text{ min}} = 4,77 \text{ cm}^2$$

$$M_{A_{s \text{ min}}} = \varnothing \left(A_s * fy \left(d - \frac{A_s * fy}{1,7 * f'c * b} \right) \right)$$

$$M_{A_{s \text{ min}}} = 0,90 \left(2,85 * 4\,200,00 \left(8,50 - \frac{2,85 * 4\,200,00}{1,7 * 281 * 100} \right) \right) = 887,25 \text{ kg - m}$$

Cálculo acero momento mayor $M_u = 1\ 050,00\text{ kg-m}$
 áreas de acero con la fórmula:

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

Sustituyendo datos:

$$A_s = \left[100 * 8,5 - \sqrt{(100 * 8,5)^2 - \frac{1\ 050 * 100}{0,003825 * 281}} \right] \frac{0,85 * 281}{2\ 810} = 3,40\text{ cm}^2$$

$$A_s = 3,40\text{ cm}^2$$

$$\begin{array}{l} 3,40\text{ cm}^2 \text{ ————— } 100\text{ cm} \\ 1,27\text{ cm}^2 \text{ ————— } X \end{array}$$

No. 4 @ 38 cm

Como el $S_{\text{máx.}}$ Es menor al que soporta el momento máximo entonces se utiliza el $S_{\text{máx.}} = 0,33\text{ m}$

Siendo conservador el espaciamiento propuesto es de $0,30\text{ m}$ para facilidad.

$$\underline{S = \text{No. 4 @ } 0,30\text{ m}}$$

Revisión por corte, verificando espesor de losa.

$$V_{\text{máx.}} = (W_u * L) / 2 = (1\ 059,60 * 3,90) / 2 = 2\ 066,22\text{ kg}$$

$$V_{\text{resiste concreto}} = 0,85 * (\sqrt{281}) * 100 * 8,5 = 12\ 111,31\text{ kg}$$

Como $V_{\text{resiste concreto}} > V_{\text{máx.}}$ Espesor $t = 0,11\text{ m}$ de losa es adecuada.

3.4.2. Cálculo de centro de masa y pesos por nivel

Para seguir con la realización de los cálculos del instituto, es necesario saber el peso de dicha estructura y centro de gravedad. $CM = \sum (W_i * X_i) / W_{total}$

Tabla X. Cálculo de C.M. y pesos primer nivel

ENTRREPISO SOBRE NIVEL NIVEL 1	CANTIDAD	UNIDAD	PESO UNITARIO	SUB TOTAL kg	DISTANCIA C.M.		(X)(PESO)	(Y)(PESO)
					EN X (m)	EN Y (m)		
LOSA SOBR AULAS 1	140,40	M ²	514,00	72 166,00	18,60	12,75	1 342 287,60	920 116,50
LOSA SOBRE AULAS 2	140,40	M ²	514,00	72 166,00	18,60	8,65	1 342 287,60	624 235,90
LOSA SOBRE PASILLOS	72,00	M ²	727,33	52 368,00	18,60	5,50	974 044,80	288 024,00
LOSA VOLADIZO SOBRE AULAS	14,96	M ²	454,00	6 792,00	18,60	15,10	126 331,20	102 559,20
LOSA 9 Y 12	22,20	M ²	514,00	11 411,00	18,60	2,45	212 244,60	27 956,95
LOSA 10 Y 11	28,86	M ²	717,14	20 697,00	18,60	2,45	384 964,20	50 707,65
LOSA VOLADIZO SOBRE ADMÓN.	7,60	M ²	540,24	4 106,00	18,60	0,20	76 371,60	821,20
VIGA V-1, V-1"	2,99	M ³	2 400,00	7 176,00	18,60	14,80	133 473,60	106 204,80
VIGA V-2	2,99	M ³	2 400,00	7 176,00	18,60	10,70	133 473,60	76 783,20
VIGA V-3	2,99	M ³	2 400,00	7 176,00	18,60	6,60	133 473,60	47 361,60
VIGA V-4,V-5,V-6	2,99	M ³	2 400,00	7 176,00	18,60	4,40	133 473,60	31 574,40
VIGA V-7, V-8, V-9	1,52	M ³	2 400,00	3 648,00	18,60	0,50	67 852,80	1 824,00
VIGA V-11	2,18	M ³	2 400,00	5 232,00	18,60	12,75	97 315,20	66 708,00
VIGA V-11	2,18	M ³	2 400,00	5 232,00	18,60	8,65	97 315,20	45 256,80
VIGA V-12	1,12	M ³	2 400,00	2 688,00	18,60	5,50	49 996,80	14 784,00
VIGA V-13	1,77	M ³	2 400,00	4 248,00	18,60	2,45	79 012,80	10 407,60
MURO A	78,97	M ²	300,00	23 691,00	18,60	14,80	440 652,60	350 626,80
MURO B.C.D,E,F,G	95,88	M ²	300,00	28 764,00	18,60	6,60	535 010,40	189 842,40
MURO H,K	13,96	M ²	300,00	4 188,00	18,60	4,40	77 896,80	18 427,20
MURO I,J	20,24	M ²	300,00	6 072,00	18,60	4,40	112 939,20	26 716,80
MURO L,P	21,54	M ²	300,00	6 462,00	18,60	0,50	120 193,20	3 231,00
MURO M,O	27,75	M ²	300,00	8 326,00	18,60	0,50	154 863,60	4 163,00
MUROS 1,2,3,4,5,6,7	205,24	M ²	300,00	61 572,00	18,60	10,70	1145 239,20	658 820,40
MUROS 8,9,10,11,12,13	81,66	M ²	300,00	24 498,00	18,60	2,45	455 662,80	60 020,10
ESCALERAS	14,80	M ²	708,96	10 493,00	18,60	2,45	195 169,80	25 707,85
CARGA VIVA LOSA 9 Y 12	22,20	M ²	62,50	1 388,00	18,60	2,45	25 816,80	3 400,60
CARGA VIVA LOSA 10 Y 11	28,86	M ²	62,50	1 804,00	18,60	2,45	33 554,40	4 419,80
CARGA VIVA SOBRE AULAS	140,40	M ²	50,00	7 020,00	18,60	12,75	130 572,00	89 505,00
CARGA VIVA VOLADIZO AULAS	14,96	M ²	50,00	748,00	18,60	15,10	13 912,80	11 294,80
CARGA VIVA VOLADIZO ADMÓN.	7,60	M ²	62,50	475,00	18,60	0,20	8 835,00	95,00
CARGA VIVA SOBRE AULAS	140,40	M ²	50,00	7 020,00	18,60	8,65	130 572,00	60 723,00
CARGA VIVA SOBRE PASILLOS	72,00	M ²	100,00	7 200,00	18,60	5,50	133 920,00	39 600,00
				489 179,00			9 098 729,40	3 961 919,55

CV AULAS	200 kg/mt ²
CV PASILLOS	400,00 kg/mt ²
CV VOLADIZO	100,00 kg/mt ²
CV ADMÓN.	250,00 kg/mt ²
CV VOLADIZO AULAS	200,00 kg/mt ²
CV VOLADIZO ADMÓN.	250,00 kg/mt ²

CM (X) mts	CM(Y) mts	TOTAL Kg
18,60	8,10	489 179,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Cálculo de C.M. y pesos segundo nivel

LOSA TOPE NIVEL 2	CANTIDAD	UNIDAD	PESO UNITARIO	SUB TOTAL(Kg)	DISTANCIA C.M.		(X)(PESO)	(Y)(PESO)	
					EN X	EN Y			
LOSA SOBR AULAS	140,40	M ²	454,00	63741,6	18,60	12,75	1 185 593,76	812 705,40	
LOSA SOBRE AULAS	140,40	M ²	454,00	63741,6	18,60	8,65	1 185 593,76	551 364,84	
LOSA SOBRE PASILLOS	72,00	M ²	354,00	25488	18,60	5,50	474 076,80	140 184,00	
LOSA VOLADIZO SOBRE AULAS	14,96	M ²	630,00	9 424,80	18,60	15,10	175 301,28	142 314,48	
LOSA 9 Y 12	22,20	M ²	484,00	10744,8	18,60	2,45	199 853,28	26 324,76	
LOSA 10 Y 11	28,86	M ²	454,00	13102,44	18,60	2,45	243 705,38	32 100,98	
LOSA VOLADIZO SOBRE ADMON	7,60	M ²	614,00	4 666,40	18,60	0,20	86 795,04	933,28	
LOSA SOBRE ESCALERAS	14,80	M ²	454,00	6 719,20	18,60	2,45	124 977,12	16 462,04	
VIGA V-1, V-1"	2,99	M ³	2 400,00	7 176,00	18,60	14,80	133 473,60	106 204,80	
VIGA V-2	2,99	M ³	2 400,00	7 176,00	18,60	10,70	133 473,60	76 783,20	
VIGA V-3	2,99	M ³	2 400,00	7 176,00	18,60	6,60	133 473,60	47 361,60	
VIGA V-4, V-5, V-6	2,99	M ³	2 400,00	7 176,00	18,60	4,40	133 473,60	31 574,40	
VIGA V-7. V-8. V-9	1,52	M ³	2 400,00	3648	18,60	0,50	67 852,80	1 824,00	
VIGA V-11	2,18	M ³	2 400,00	5 232,00	18,60	12,75	97 315,20	66 708,00	
VIGA V-11	2,18	M ³	2 400,00	5 232,00	18,60	8,65	97 315,20	45 256,80	
VIGA V-12	1,12	M ³	2 400,00	2 688,00	18,60	5,50	49 996,80	14 784,00	
VIGA V-13	1,77	M ³	2 400,00	4 248,00	18,60	2,45	79 012,80	10 407,60	
MURO A	56,53	M ²	300,00	16959	18,60	14,80	315 437,40	250 993,20	
MURO B.C.D.E,F,G	77,86	M ²	300,00	23358	18,60	6,60	434 458,80	154 162,80	
MURO H,K	11,56	M ²	300,00	3 468,00	18,60	4,40	64 504,80	15 259,20	
MURO I,J	16,76	M ²	300,00	5 028,00	18,60	4,40	93 520,80	22 123,20	
MURO L,P	17,48	M ²	300,00	5 244,00	18,60	0,50	97 538,40	2 622,00	
MURO M,O	22,58	M ²	300,00	6 774,00	18,60	0,50	125 996,40	3 387,00	
MUROS 1,2,3,4,5,6,7	169,96	M ²	300,00	50988	18,60	10,70	948 376,80	545 571,60	
MUROS 8,9,10,11,12,13	67,63	M ²	300,00	20289	18,60	2,45	377 375,40	49 708,05	
CARGA VIVA LOSA 9 Y 12	22,20	M ²	25,00	555,00	18,60	2,45	10 323,00	1 359,75	
CARGA VIVA LOSA 10 Y 11	28,86	M ²	25,00	721,50	18,60	2,45	13 419,90	1 767,68	
CARGA VIVA LOSA ESCALERAS	14,80	M ²	25,00	370,00	18,60	2,45	6 882,00	906,50	
CARGA VIVA SOBRE AULAS	140,40	M ²	25,00	3 510,00	18,60	12,75	65 286,00	44 752,50	
CARGA VIVA VOLADIZO AULAS	14,96	M ²	25,00	374,00	18,60	15,10	6 956,40	5 647,40	
CARGA VIVA VOLADIZO ADMON	7,60	M ²	25,00	190,00	18,60	0,20	3 534,00	38,00	
CARGA VIVA SOBRE AULAS	140,40	M ²	25,00	3 510,00	18,60	8,65	65 286,00	30 361,50	
CARGA VIVA SOBRE PASILLOS	72,00	M ²	25,00	1800,00	18,60	1,10	33 480,00	1 980,00	
							390 519,34	7 263 659,72	3 253 934,56

CV AULAS 100,00 kg/mt²
 CV PASILLOS 100,00 kg/mt²
 CV VOLADIZO 100,00 kg/mt²
 CV ADMON 100,00 kg/mt²
 CV VOLADIZO AULAS 100,00 kg/mt²
 CV VOLADIZO ADMON 100,00 kg/mt²

CM(X) mts	CM(Y) mts	TOTAL Kg
18,60	8,33	390 519,34

Fuente: elaboración propia.

3.4.3. Guía para estructuración según AGIES

- Clasificación de las obras

Para los propósitos de las normas, cada obra se clasifica dependiendo del impacto socioeconómico que implica la falla o cesión de funciones de la obra, existiendo cinco categorías.

Obras críticas: son las indispensables para el desenvolvimiento socioeconómico de grandes sectores de la población, también son aquellas que al fallar podrían en peligro directa o indirectamente a gran número de personas, por ejemplo; centrales energéticas, presas de gran tamaño, grandes puentes, etc.

Obras esenciales: son aquellas que deberán permanecer en función durante y después de un desastre o evento natural adverso, por ejemplo: hospitales con instalaciones de emergencias, quirófanos e intensivo, instalaciones de defensa civil, bomberos, policía y comunicaciones asociadas con la atención de desastre, plantas de energía, instalaciones de captación y tratamiento de agua, instalaciones de importancia estratégica, centrales de telecomunicación, puentes sobre carreteras de primer orden, o aquellas que autoridades estatales o municipales declaren como tales.

Obras importantes: son aquellas que albergan o pueden afectar a gran número de personas, donde los ocupantes estén restringidos de desplazarse, donde se presten servicios importantes pero no esenciales después de un desastre, que alberguen valores culturales reconocidos o equipo de alto costo. Por ejemplo, obras y edificaciones del estado que no son esenciales: edificios educativos, guarderías, hospitales, sanatorios y centros de salud públicos,

privados que no clasificaban como esenciales, garajes de vehículos de emergencia, prisiones, museo y similares todos los edificios de 5 pisos o más , o de 3 000,00 metros cuadrados de área interior (excluyendo estacionamiento) teatros, cines, templos, auditorios, mercados, restaurantes y similares que alojen más de 300 personas, edificios en que hay fabricación de materiales tóxicos, explosivos o inflamables.

Obras ordinarias: son aquellas que no hayan sido nombradas en los numerales 1,2 y 3 por ejemplo: viviendas, comercios, edificios industriales y agrícolas que por su volumen tamaño. Función o característica no tenga que asignarse a otra clasificación.

Obras utilitarias: aquellas que no están diseñadas para albergar personas, pero que accidentalmente pueden hacerlo en períodos de tiempo no prolongados, pueden hacerlo en períodos no prolongados; obras auxiliares de infraestructura que no tienen instalaciones de estar. En caso de duda clasificar como ordinaria.

- Índice de sismicidad del sitio (I_0)

El índice de sismicidad es una medida relativa de la severidad esperada del sismo en una localidad, por lo cual se necesita un nivel de protección adecuado para diseñar la obra.

Para efectos de estas normas, el territorio de Guatemala se divide en macro zonas, caracterizadas por su índice I_0 que varía de $2 < I_0 < 4$, adicionalmente, estas normas requieren la aplicación de un índice sismicidad $I_0=5$ a nivel de micro zonas para tomar en cuentas condiciones localizadas, flancos de barrancos, terrenos inclinados, franjas de terreno fallas o fisuras,

peligro de derrumbe o deslave, arenales y suelos granulares saturados, litorales, riveras de playas, etc. Ver mapa en anexo 1

- Nivel de protección requerida

El nivel de protección es una medida del grado de protección suministrada al público y a los usuarios de las obras, contra riesgos derivados de las sollicitaciones de carga y de amenazas naturales.

Para los propósitos de estas normas se establecen cinco niveles de protección A, B, C, D y E el nivel E es el que da la más alta protección, este valor se determinará según el índice de sismicidad y clasificación de la obra

Tabla XII. **Nivel de protección requerida**

INDICE DE SISMICIDAD I _o	CLASIFICACIÓN DE LA OBRA				
	CRITICA	ESENCIAL	IMPORTANTE	ORDINARIA	UTILITARIA
5	E	E	D	C2	C1
4	E	D	C2	C1	B
3	D	C2	C2	B	B
2	C2	C1	B	B	A

Fuente: normas AGIES NSE capítulo 4 4 -2.

El nivel de protección requerido hace énfasis en la necesidad de proyectar edificaciones con un control explícito de su deformabilidad, especialmente por sismos.

- Perfil del suelo

Para establecer el espectro del sismo de diseño, en estas normas se define tres perfiles de suelo.

- Perfil se suelo S1

Satisface cualquiera de las siguientes condiciones

Roca de cualquier clase: tal material puede caracterizarse por velocidades de onda de corte mayores que 800 metros por segundo.

Suelo rígido cuyo basamento rocoso está a menos de 50 metros de profundidad y constituido por cenizas volcánicas, arenas, gravas densas o arcillas firmes.

- Perfil se suelo S2

Satisface cualquiera de las siguientes condiciones:

Suelo firme cuyo basamento rocoso está a más de 50 metros de profundidad y cuyos depósitos son de cenizas volcánicos, suelos granulares densos, limos densos o arcillas firmes

En general, suelos firmes y estables cuyos perfiles no clasificación como S1 ni como S3.

- Perfil se suelo S3

Satisface cualquiera de las siguientes condiciones

Depósitos de más de 10 metros de espesor de cenizas, arenas o limos desde sueltos hasta de densidad media.

Depósitos de más de 10 metros de espesor de arcillas blandas o semi blandas con sin estratos arenosos intermedios.

En general perfiles de suelo donde la velocidad de onda de corte del depósito es menor de 200 metros por segundo.

En caso de duda se tomará el resultado más crítico suponer perfil S2 y S3

- Aceleración máxima efectiva del terreno (A_o)

Es un parámetro para el cálculo del sismo básico de diseño. A_o es una reducción de la aceleración pico o sea la máxima absoluta. Se utiliza la reducción de la aceleración porque la aceleración efectiva intenta representar al conjunto de pulsos grandes de un sismo, los valores para cada zona se expresan en una tabla que se encuentra a continuación.

Tabla XIII. **Aceleración máxima efectiva del terreno (Ao)**

ZONA	Ao	Af	Io
2	0,1 g	0,00g	2
3	0,10 a 0,30g	0,00 a 0,10g	3
4.1	0,30g	0,10 a 0,15g	4
4.2	0,30g	0,15g	4

Fuente: normas AGIES NSE capítulo 4 4 -4.

- Tipo de estructura

Estas normas clasifican a las estructuras en 5 familias fundamentales, de la E1 a la E5, las cuales se subdividen según serán los elementos verticales que sirvan para proporcionar resistencia y rigidez laterales, en caso de duda, se clasifican como E6.

- Sistema de cajón
- Sistemas de marcos
 - Marcos ordinarios
 - Marcos especiales
- Sistema combinado de muros y marcos
- Sistema dual de muros y marcos
- Péndulo invertido
- Otro tipo

Para el análisis de un edificio de mampostería, el sistema estructural básico es el E1 De cajón, este sistema tiene restricciones de altura. Para edificaciones con nivel de protección C la altura máxima es de 30 metros y

para niveles de protección D o superior la altura máxima es de 20 metros. Puesto que para mayores alturas a las indicadas se necesita un sistema E3 o E4.

- Descripción de la estructura

Para esta información se debe presentar una planta esquemática, donde el término bajo el suelo significa los niveles de sótano del edificio, y sobre el suelo significa los niveles del edificio respecto del nivel de la calle.

La longitud X máxima y longitud Y máx. Corresponde a la distancia entre ejes externos, vistos en planta para X & Y respectivamente.

- Configuración de la edificación

En esta sección se califican los valores de los índices de calidad q_i con base a la redundancia estructural, la configuración en planta y configuración vertical. Estas reglas no tienen el propósito de normas sino de calificar la estructuración con base en características esenciales, fácilmente accesibles a los diseñadores.

Redundancia estructural: se verificará separadamente para cada dirección de análisis atendiendo el número de tramos, números de ejes estructurales y al número de muros en cada dirección, si se da el caso de que dos ejes tienen diferentes índices q_1 y q_2 se tomará el promedio aritmético.

Tabla XIV. Redundancia estructural q1

TRAMOS	CONDICIÓN	INDICE q1
4 o más	tramo menor > 0,75 tramo mayor	2,50
	tramo menor < 0,45 tramo mayor	1,50
3	tramo menor > 0,75 tramo mayor	1,50
	tramo menor < 0,45 tramo mayor	0,00
2	tramo menor > 0,75 tramo mayor	0,00
	tramo menor < 0,45 tramo mayor	-2,50
1		-3,00

Fuente: normas AGIES NSE capítulo 3: 1-16.

Número de ejes estructurales q2 se toma como S el espaciamiento entre ejes, medido del centro a centro para relaciones intermedia se puede interpolar o tomar el menor

Tabla XV. Redundancia estructural q2

NÚMEROS EJES	CONDICION	INDICE q2
5 o más		2,50
4	S menor > 0,70 S mayor	2,50
	S menor < 0,45 S mayor	0,00
3	S menor > 0,70 S mayor	0,00
	S menor < 0,45 S mayor	-2.50
2		-3.00

Fuente: normas AGIES NSE capitulo 3: 1-16.

La presencia de muros y riostras q3 para los sistemas de cajón E1 este índice de calidad es de q3= +2,50

Configuración en planta: las edificaciones se clasificarán como regulares e irregulares, con la atención de clasificar como regulares los edificios con

configuración simétrica y rectangular, sin grandes agujeros y cuya distribución de masa y distribución de sistemas sismo resistentes sean bastante coincidente, sus índices de calificación son q4, q5 & q6.

Un edificio se calificará como aceptable si cumple con todas las condiciones siguientes.

Q4. Más del 75 por ciento del área del edificio sobre el nivel del suelo están construidas por pisos cuyas plantas son regulares, sin entrantes o salientes de dimensiones significativas, si los sótanos están confinados por el terreno circundante no se toman en cuenta.

Q5. No hay ningún piso con excesiva excentricidad entre su centro de masa y su centro de rigidez. Se exceptúan los pisos superiores que sumen menos del 15 por ciento de la masa del edificio sobre nivel del suelo. Se considera excentricidad excesiva si está en X o en Y es mayor al 15 por ciento.

Q6. No hay ningún piso con excesiva anisotropía de rigideces. Se produce cuando la relación de rigideces entre los ejes X & Y esta fuera del rango de 0,67 a 1,50 y si la relación entre longitudes del edificio en X y Y no quedan comprendidas entre 0,33 y 3,00.

Tabla XVI. **Redundancia estructural q4, q5 y q6**

INDICE NÚMERO	CONDICIÓN	INDICE qi
q4	Todos los pisos tiene plantas regulares	2,50
	Si ningun pisos tiene planta regular	-2,50
	Situaciones intermedias	interppolar
q5	Todos los pisos sin excentricidades	2,50
	Si todos los pisos tienen excentricidades grande	-2,50
	si algun pisos tiene excentericidad excesiva	-3,00
	Situaciones intermedias	interppolar
q6	Si todos y cada uno de los pisos son siotropicos	2,50
	Si ningun piso es isotropico	-2,50
	Si algun pisos tiene anisotropia excesiva	-3,00
	Situaciones intermedias	interpolar

Fuente: normas AGIES NSE capitulo 3 1:17.

Configuración vertical: las edificaciones se clasificaran como regulares si cumplen con las siguientes condiciones.

Si la estructura tiene una configuración geométrica vertical aproximadamente constante y carece de escalonamientos de un tramo o más, se exceptúan los escalamientos entre el sótano y el cuerpo del edificio o los que ocurran en el primer 15 por ciento de la altura.

Si la relación masa /rigidez no sufre cambios de 15 por ciento entre pisos adyacentes.

Si los tabiques, sillares y otros elementos secundarios están dispuestos de manera no produzcan cambios significativos de rigidez de un piso a otro de preferencia los tabiques estarán aislados de los estructurales.

Si todos los pisos cumplen los criterios anteriores, se asignara un índice $q_7=0,00$ para cada piso que no cumpla alguno de los criterios descontara 1,5 del índice $-5,0 < q_7 < 0,00$.

Tabla XVII. **Redundancia estructural q_7**

CONFIGURACION VERTICAL REGULAR	$q_7 = 0,00$ restar 1,50
POR CADA PISO QUE NO CUMPLA LOS CRITERIOS	q_7 mínimo -5,00

Fuente: normas AGIES NSE capítulo 3: 1-17.

Tabla XVII. **Guía estructuración sismo resistente de una edificación**

GUÍA PARA ESTABLECER LA ESTRUCTURACIÓN SISMO RESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN E INTEGRAR EL ÍNDICE DE CALIDAD Q SEGÚN AGIES						
II.2.1	NOMBRE DE LA EDIFICACIÓN	EDIFICIO EDUCATIVO				
	CLASIFICACIÓN DE LA OBRA	IMPORTANTE				
II.2.2	ÍNDICE DE SISMICIDAD DEL SITIO	ZONA 4.2, $I_0=4$				
II.2.3	NIVEL DE PROTECCIÓN REQUERIDO	C2 ASIGNADO C2				
II.2.4	PERFIL DEL SUELO	S3				
II.2.5	ACELERACIÓN MÁXIMA EFECTIVA DEL TERRENO	0.30g				
II.2.6	TIPO DE ESTRUCTURACIÓN	<u>E1 SISTEMA CAJÓN</u>				
II.2.7	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA					
	NÚMERO DE PISOS BAJO EL SUELO	0,00	SOBRE SUELO	0,00		
	ALTURA TOTAL BAJO EL SUELO	0,00	SOBRE SUELO	6,40		
	LONGITUD $X_{r\text{máx}}$ BAJO EL SUELO	0,00	SOBRE SUELO	37,20		
	LONGITUD $X_{\text{máx}}$	0,00	SOBRE SUELO	14,30		
II.2.8	CONFIGURACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DIRECCIÓN DEL ANALISIS			VALORES q_i DE REFERENCIA	
		X	AMBOS EJES	Y	min	máx
1	REDUNDANCIA ESTRUCTURAL					
	NÚMERO DE TRAMOS	$q_1= 2,50$		$q_1= 2,50$	-3,00	2,50
	NÚMERO DE EJES ESTRUCTURALES	$q_2= 2,50$		$q_2= 2,50$	-3,00	2,50
	PRESENCIA DE MUROS O RIOSTRAS	$q_3= 2,50$		$q_3= 2,50$	0,00	3,50
2	CONFIGURACIÓN EN PLANTA					
	REGULARIDAD DE PLANTA		$q_4= 2,50$		-3,00	2,50
	EXCENTRICIDAD DE PLANTA	$q_5= -2,50$		$q_5= 2,50$	-3,00	2,50
	ISOTROPIA DE PLANTA		$q_6= -2,50$		-3,00	2,50
3	CONFIGURACIÓN VERTICAL					
	CAMBIOS DE RIGIDEZ	$q_7= 0,00$		$q_7= 0,00$	-5,00	0,00
	POSICIÓN DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	$q_8= 0,00$		$q_8= 0,00$	-5,00	0,00

Fuente: normas AGIES NSE capítulo 4: 4-9.

3.4.4. Corte basal

El edificio se considera fijo en la base y se diseña en cada dirección del análisis para resistir, como mínimo, el corte basal estático equivalente (V). Las normas AGIES, presentan el análisis del corte basal V para diseño de resistencia o también llamado Carga última, por lo que deberá reducirse su valor a carga de servicio 0,70 sólo para mampostería reforzada.

$V = (C_s) * (W_s)$ fórmula propuesta por AGIES para cálculo corte basal

Donde:

C_s = Es el coeficiente sísmico de diseño

W_s = Es el peso de la masa del edificio capaz de generar fuerzas inerciales que contribuyan al corte basal. Debe tomarse como el total de la carga muerta más el 25 por ciento de la carga viva.

El coeficiente C_s debe calcularse para cada dirección de análisis, se establece de la siguiente manera.

$C_s = \frac{S_a * (T)}{R}$ Si $T > T_a$ Fórmula propuesta por AGIES corte basal

$C_s = \frac{S_a (T)}{1 + (r - 1) ^ (T / T_a)}$ Si $T < T_a$

Donde

R = Factor e reducción

T_a = Períodos de vibración que definen al espectro sísmico de diseño

$S_a(T)$ = Es la demanda sísmica de diseño para una estructura con período T

T = Es el período fundamental de la estructura, puede usarse el valor genérico empírico T_e .

- Período fundamental de la estructura (T)

$$T = T_e = 0,09 h_w / \sqrt{L}$$

Donde

L= Distancia entre los ejes estructurales extremos en dirección paralela a la dirección del análisis en metros.

H w= Altura de la estructura en metros desde la base o nivel del terreno, si la estructura tiene sótanos restringidos por el suelo, se tomará el nivel de la calle.

- Período de vibración Ta y Tb

Son los valores que dependen del perfil del suelo S (valores)

Tabla XIX. Período de vibración Ta y Tb

	S1	S2	S3
Ta	0,12	0,12	0,12
Tb	0,40	0,42	0,74

Fuente: normas AGIES NSE capítulo 3: 3-3.

- Demanda sísmica de diseño $S_a(T)$

$$S_a(T) = A_o D(T)$$

A_o = Es la aceleración máxima efectiva determinada en el cuadro anterior

$D(T)$ = Es la función de ampliación dinámica

Tabla XX. **Demanda sísmica de diseño $S_a(T)$**

CONDICIÓN	FUNCIÓN DE AMPLIACION DINAMICA
$T_a < T_a$	$D(T) = 1 + 1,5 T / T_a$
$T_a < T_a < T_b$	$D(T) = 2,5$
$T > T_b$	$D(T) = 2,50 (T_b / T)^{0,65}$

Fuente: normas AGIES NSE capítulo 3: 3-4

- Factor de reducción de respuesta sísmica R

$$R = 1,20 R_o Q$$

Donde

R_o = Factor genérico de respuesta

Q = Factor de calidad sismo resistente

Tabla XXI. **Factor de reducción de respuesta sísmica R**

SISTEMAS DE CAJÓN	Ro
De mampostería reforzada	2,50
De concreto reforzado	3,50
De mampostería sin refuerzo	1,00
De mampostería parcialmente reforzada	1,70
De madera	4,00
Con marcos arriostrados	3,00

Fuente: normas AGIES NSE capítulo 3: 3-4.

- Factor de calidad sismo resistente Q

Es específico para cada proyecto y para cada dirección del análisis, valor mínimo para Q es de 0,80 si un proyecto no alcanza este valor, deberá modificarse para que llegue al mínimo. Los valores de q_i se analizarán en anteriores. $Q = 1 + 0,01 \sum q_i$

Ejemplo cálculo de corte basal

$$V = (C_s) * (W_s)$$

$$C_s = S_a(T) / R \quad \text{Si } T > T_a$$

$$C_s = ((S_a)(T)) / 1 + ((R-1) \wedge (T / T_a)) \quad \text{Si } T < T_a$$

Cálculo de período fundamental

$$T = T_e = (0,09 (H_n)) / \sqrt{L}$$

$$\text{En X } T = 0,09 (6,00) / \sqrt{37,20} = 0,088$$

$$\text{En Y } T = 0,09 (6,00) / \sqrt{14,30} = 0,014$$

Período de vibración T_a y T_b

Depende suelo como es S3

Según tabla XVIII el valor es

$$\text{Para este caso } T_a = 0,12 \quad T_b = 0,74$$

Índice de sismicidad

Según tabla XII como es región 4,2 que es para la costa sur, ver anexo 1.

$$\text{Según agies } I_o = 4 \quad A_o = 0,30g$$

Cálculo de demanda sísmica de diseño

Según tabla XIX

$$\text{En X } T = 0,09 \quad T_a = 0,12 \text{ como } T < T_a \quad D(T) = 1 + ((1,5)(0,09)) / 0,12 = 2,125$$

$$\text{En Y } T = 0,15 \quad T_b = 0,14 \text{ como } T_a < T > T_b \quad D(T) = 2,50$$

$$\text{En X } S_a(T) = A_o * D(T) = 0,30 * 2,125 = 0,63$$

$$\text{En Y } S_a(T) = A_o * D(T) = 0,30 * 2,50 = 0,75$$

Cálculo de factor de respuesta R

$$\text{Según tabla XX } R_o = 2,50$$

$$R = 1,2 R_o Q$$

Cálculo de factor de calidad sismo resistente Q

$$Q = 1 + 0,10 \sum 0,10 q_i$$

$$\text{En X } Q = 1 + 0,10 (2,50 + 2,50 + 2,50 + 2,50 - 2,50 + 0,00 + 0,00) = 1,50$$

$$\text{En Y } Q = 1 + 0,10 (2,50 + 2,50 + 2,50 + 2,50 + 2,50 - 2,50 + 0,00 + 0,00) = -2,00$$

Cálculo de R

$$\text{En X= R= 1,20 Ro Q} \quad 1,20(2,50)*(1,50)= 4,50$$

$$\text{En Y= R= 1,20 Ro Q} \quad 1,20(2,50)*(2,00)= 6,00$$

Cálculo de V

$$\text{En X} \quad V_x = C_s = \left(\frac{(0,30)*(2,125)}{1 + (4,50 - 1) \wedge (0,08 / 0,12)} \right) * (488\ 179,00 + 390\ 519,34)$$

$$V_x = 167\ 142,68$$

$$\text{En Y} \quad V = S_a (T) W_s / R \quad ((0,75) (488\ 179,00 + 390\ 519,34)) / 6,00$$

$$V_y = 109\ 962,29 \text{ kg}$$

3.4.5. Distribución de fuerzas V por piso

El corte basal se distribuye a lo largo de la estructura, para ello se toma en cuenta el peso de cada uno de los niveles y la posición en que se encuentra referente al nivel 0, según la siguiente fórmula.

$$F_j = C_v j * V$$

Donde:

$$C_v j = ((W_j * H_j)) / (\sum (W_i * h))$$

F_j cortante del nivel j

K Depende del periodo de la edificación

$$K=1 \quad \text{Si el período } T < 0,50$$

$$K= 0,75+0,50T \quad \text{Si el período } T > 0,50$$

W_j= Peso del nivel j

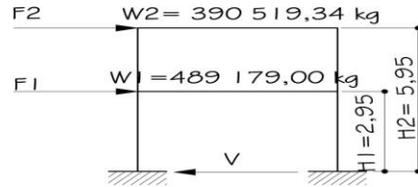
H_j= Altura en metros del nivel de plaza al nivel j

W_i= Peso del nivel i

H_i= Altura en metros del nivel de plaza al nivel i (a centro de losa)

Momento base= Fuerza acumulada por H hacia nivel piso centroide de la losa

Figura 15. Diagrama de fuerzas V por piso



Fuente: elaboración propia.

Datos

Vx= 167 142,68 kg peso 1er. nivel= 489 179,00 kg

Vy= 109 962,29 kg peso 2do. nivel= 390 529,34 kg

Tabla XXII. Cálculo de pesos y altura

NIVELES	PESO (KG)	ALTURA DESDE NIVEL CERO (mts)	PESO * ALTURA	FACTOR
2	390 519,34	5,95	2 323 590,07	0,62
1	489 179,00	2,95	1 443 078,05	0,38
			3 766 668,12	

Fuente: elaboración propia

Factor= (peso * altura) / (Σ (peso * altura))

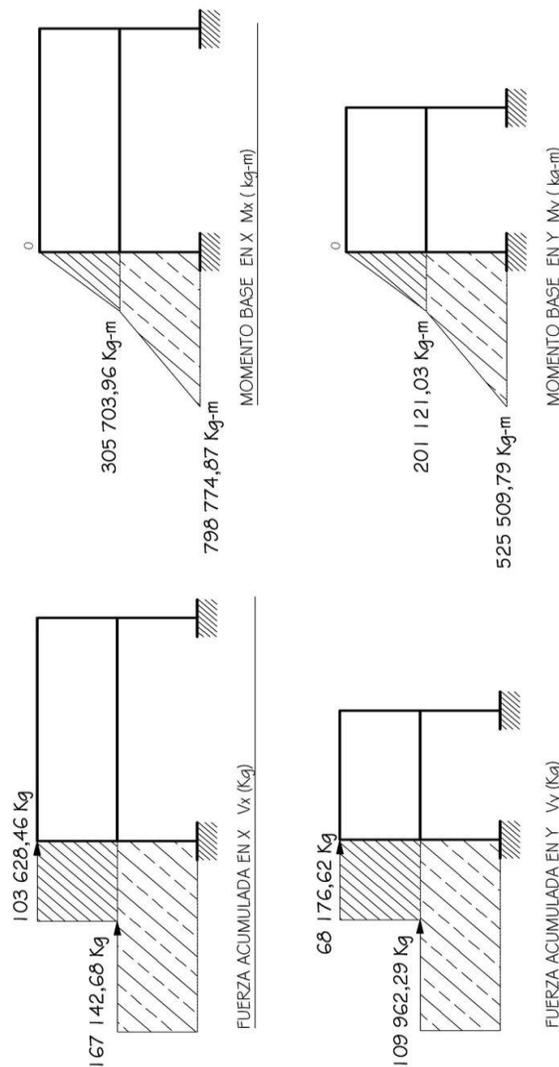
Tabla XXIII. Cálculo fuerzas acumuladas y momentos base

PISO	FUERZA EN KILOGRAMOS		FUERZA ACUMULADA (Kg)		MOMENTO DE BASE (Kg-m)	
	Factor * Vx	Factor * Vy	X	Y	X	Y
2	103 628,46	68 176,62	103 628,46	68 176,62	305 703,96	201 121,03
1	63 614,22	41 785,67	167 142,68	109 962,29	798 774,87	525 509,79

Fuente: elaboración propia

$$\begin{aligned}
 \text{MB x 2do. nivel} &= ((103\,703,95 \text{ kg}) \cdot (2,95 \text{ m})) && = 305\,703,95 \text{ kg-m} \\
 \text{MBx 1er. nivel} &= ((167\,142,68 \text{ kg}) \cdot (2,95)) + 305\,703,95 \text{ kg-m} && = 798\,774,85 \text{ kg-m} \\
 \text{Mby 2do. nivel} &= ((68\,176,62 \text{ kg}) \cdot (2,95\text{m})) && = 201\,121,03 \text{ kg-m} \\
 \text{MBy 1er. nivel} &= ((109\,962,29 \text{ kg}) \cdot (2,95\text{m})) + 201\,121,03 \text{ kg-m} && = 525\,509,79 \text{ kg-m}
 \end{aligned}$$

Figura 16. Diagrama de fuerzas acumuladas y momentos base



Fuente: elaboración propia.

3.4.6. Cálculo de rigideces

Consiste en calcular el centro de rigidez, para la cual se calcula la rigidez relativa de los muros, clasificándolos según su forma, existen nueve clases de muros. La rigidez depende del grado de fijación superior e inferior de los muros, las fórmulas para la rigideces relativas, los valores son propuestos por James Amrhein en el Manual de Mampostería Reforzada así.

Para voladizo

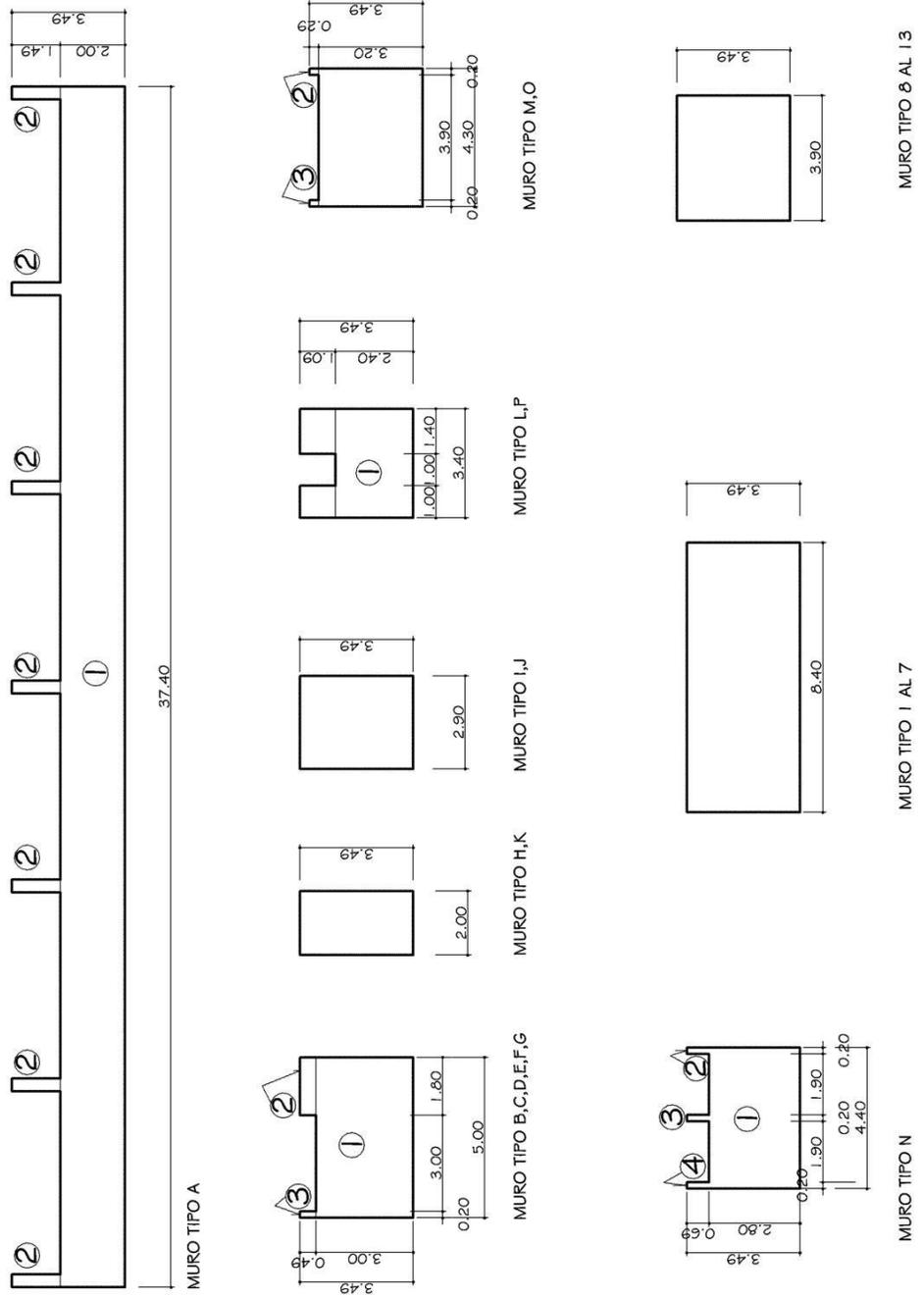
$$R = (1) / (0,40(h/d)^3 + 0,30 (h/d))$$

Para empotrado

$$R = (1) / (0,1(h/d)^3 + 0,30(h/d))$$

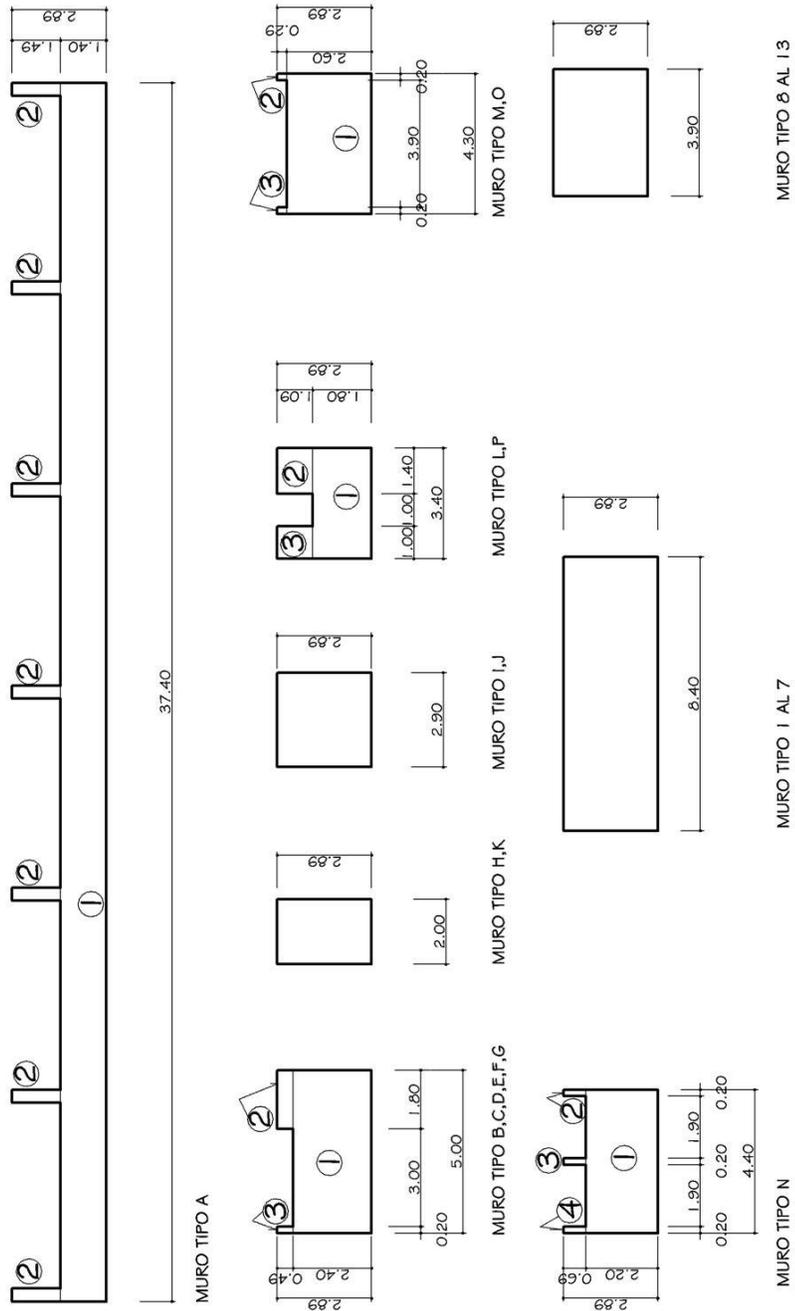
Si se trata de la combinación de varios muros la rigidez es la sumatoria de cada una de sus rigideces.

Figura 17. Dimensiones de muros, 2do. nivel



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Dimensiones de muros 1er. nivel



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de rigideces en base a dimensiones muros, ver figuras 17 y 18

Muro A 2do. nivel

$$R \text{ muro} = \frac{1}{\frac{1}{R1} + 1/\sum R2}$$

$$R1 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(1,40/37,40)^3 + 0,30(1,40/37,40) = 0,0110$$

$$R2 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(1,49/0,40)^3 + 0,30(1,49/0,40) = 0,0458$$

$$R \text{ muro} = \frac{1}{\frac{1}{0,011} + 1/7 * 0,04588} = 0,3199 \quad R \text{ muro A} = 0,3199$$

Muro B, C, D, E, F, G, 2do. nivel

$$R \text{ muro} = \frac{1}{\frac{1}{R1} + 1/\sum R2, R3}$$

$$R1 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(2,40/5,00)^3 + 0,30(2,40/5,00) = 0,1882$$

$$R2 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(0,49/1,80)^3 + 0,30(0,49/1,80) = 0,0897$$

$$R3 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(0,49/0,20)^3 + 0,30(0,49/0,20) = 0,0790$$

$$R \text{ muro} = \frac{1}{\frac{1}{0,188} + 1/0,189 + 0,079} = 3,6443 \quad R \text{ muro B, C, D, E, F, G} = 3,6443$$

Muro H, K 2do. nivel

$$R \text{ muro} = 1/R1$$

$$R1 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(2,89/2,00)^3 + 0,30(2,89/2,00) = 1,6404$$

$$R \text{ muro} = 1/1,6404 = 0,6096 \quad R \text{ muro H, K} = 0,6096$$

Muro I, J 2do. nivel

$$R \text{ muro} = 1/R$$

$$R1 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(2,89/2,00)^3 + 0,30(2,89/2,00) = 0,6948$$

$$R \text{ muro} = 1/0,6948 = 1,4391 \quad R \text{ muro I, J} = 1,4391$$

Muro L, P 2do. nivel

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1/R1 + 1/\sum R2, R3}$$

$$R1 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(1,80/3,40)^3 + 0,30(2,60/4,30) = 4,5850$$

$$R2 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(1,09/1,40)^3 + 0,30(0,29/0,20) = 2,3679$$

$$R3 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(0,29/0,20)^3 + 0,30(0,29/0,20) = 1,1834$$

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1/4,5850 + 1/2,3679+1,1834} = 2,00 \quad \text{Muro L,} = 2,0000$$

Muro M, O 2do. nivel

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1/R1 + 1/\sum R2, R3}$$

$$R1 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(2,60/4,30)^3 + 0,30(2,60/4,30) = 0,2181$$

$$R2 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(0,29/0,20)^3 + 0,30(0,29/0,20) = 0,4223$$

$$R3 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(0,29/0,20)^3 + 0,30(0,29/0,20) = 0,4223$$

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1/0,2181 + 1/0,4223+0,4223} = 0,9115 \quad \text{R muro M, O} = 0,9115$$

Muro N 2do. nivel

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1/R1 + 1/\sum R2, R3, R4}$$

$$R1 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(2,20/4,40)^3 + 0,30(2,20/4,40) = 5,0000$$

$$R2 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(0,29/0,20)^3 + 0,30(0,29/0,20) = 17,4604$$

$$R3 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(0,29/0,20)^3 + 0,30(0,29/0,20) = 17,4604$$

$$R4 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(0,29/0,20)^3 + 0,30(0,29/0,20) = 17,4604$$

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1/5,00+ 1/17,464 * 3} = 0,1659 \quad \text{R muro N} = 0,1659$$

Muro 1 al 7 2do. nivel

$$R \text{ muro} = 1 / R1$$

$$R1 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(2,89/8,40)^3 + 0,30(2,89/8,40) = 0,1195$$

$$R \text{ muro} = 1 / 0,1195 = 8,3679 \quad R \text{ muro 1 al 7} = 8,3679$$

Muro 8 al 13 2do. nivel

$$R \text{ muro} = 1 / R1$$

$$R1 = (0,30(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(2,89/3,90)^3 + 0,30(2,89/3,90) = 0,3850$$

$$R \text{ muro} = 1 / 0,3850 = 2,5969 \quad R \text{ muro 8 al 13} = 2,5969$$

Muro A 1er. nivel

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1 / R1 + 1 / \sum R2}$$

$$R1 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,10(2,00/37,40)^3 + 0,30(2,00/37,40) = 62,5000$$

$$R2 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,10(1,49/0,40)^3 + 0,30(1,49/0,40) = 0,1590$$

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1 / 62,50 + 1 / 7 * 0,1590} = 1,0936 \quad R \text{ muro A} = 1,0936$$

Muro B, C, D, E, F, G 1er. nivel

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1 / R1 + 1 / \sum R2, R3}$$

$$R1 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(3,00/5,00)^3 + 0,30(3,00/5,00) = 4,9606$$

$$R2 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(0,49/1,80)^3 + 0,30(0,49/1,80) = 12,0480$$

$$R3 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(0,49/0,20)^3 + 0,30(0,49/0,20) = 0,4533$$

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1 / 4,9606 + 1 / 12,0480 + 0,4533} = 3,5435 \quad R \text{ muro B, C, D, E, F, G} = 3,5435$$

Muro H, K 1er. nivel

$$R \text{ muro} = 1 / R1$$

$$R1 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,10(3,49/2,00)^3 + 0,30(3,49/2,00) = 1,0549$$

$$R \text{ muro} = 1 / 1,0549 = 0,9479 \quad R \text{ muro H, K} = 0,9479$$

Muro I, J 1er. nivel

$$R \text{ muro} = 1 / R1$$

$$R1 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,10(2,89/2,00)^3 + 0,30(2,89/2,00) = 0,5353$$

$$R \text{ muro} = 1 / 0,5353 = 1,8680 \quad R \text{ muro I, J} = 1,8680$$

Muro L, P 1er. nivel

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1 / R1 + 1 / \sum R2, R3}$$

$$R1 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,10(2,40/3,40)^3 + 0,30(2,40/3,40) = 4,0502$$

$$R2 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,10(1,09/1,40)^3 + 0,30(1,09/1,40) = 3,5625$$

$$R3 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,10(0,29/0,20)^3 + 0,30(0,29/0,20) = 2,1905$$

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1 / 4,0502 + 1 / 3,5625 + 2,1905} = 2,3769 \quad R \text{ muro L, P} = 2,3719$$

Muro M, O 1er. nivel

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1 / R1 + 1 / \sum R2, R3}$$

$$R1 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,10(3,20/4,30)^3 + 0,30(3,20/4,30) = 0,2181$$

$$R2 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,10(0,29/0,20)^3 + 0,30(0,29/0,20) = 1,3527$$

$$R3 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,10(0,29/0,20)^3 + 0,30(0,29/0,20) = 1,3517$$

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1 / 0,2181 + 1 / 1,3527 + 1,3517} = 1,5765 \quad R \text{ muro M, O} = 1,5765$$

Muro N 1er. nivel

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1/R1 + 1/\sum R2, R3, R4}$$

$$R1 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,10(2,80/4,40)^3 + 0,30(2,80/4,40) = 4,4385$$

$$R2 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,10(0,69/0,20)^3 + 0,30(0,29/0,20) = 5,1413$$

$$R3 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,10(0,69/0,20)^3 + 0,30(0,29/0,20) = 5,1413$$

$$R3 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,10(0,69/0,20)^3 + 0,30(0,29/0,20) = 5,1413$$

$$R \text{ muro} = \frac{1}{1/4,4385 + 1/5,1413 \cdot 3} = 0,1659 \quad R \text{ muro N} = 0,5157$$

Muro 1 al 7 1er. nivel

$$R \text{ muro} = 1/R1$$

$$R1 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(3,49/8,40)^3 + 0,30(3,49/8,40) = 0,1318$$

$$R \text{ muro} = 1/0,1318 = 7,5864 \quad R \text{ muro 1 al 7} = 7,5864$$

Muro 8 al 13 1er. nivel

$$R \text{ muro} = 1/R1$$

$$R1 = (0,10(h/d)^3 + 0,30(h/d)) = 0,30(3,69/3,90)^3 + 0,30(3,69/3,90) = 0,3401$$

$$R \text{ muro} = 1/0,3401 = 2,9401 \quad R \text{ muro 8 al 13} = 2,9401$$

Tabla XXIV. Rigideces de primer y segundo nivel

NIVEL 1										
MURO	DIRECCION	LONGITUD (m)	h (mts)	h/l	RIGIDEZ R		DISTANCIA AL EJE		(Ry)*(x)	(Rx)*(Y)
					Rx	Ry	Y (mts)	X (mts)		
1	Y	8,40	3,49	0,42		7,59		0,00	0,00	
2	Y	8,40	3,49	0,42		7,59		6,20	47,06	
3	Y	8,40	3,49	0,42		7,59		12,40	94,12	
4	Y	8,40	3,49	0,42		7,59		18,60	141,17	
5	Y	8,40	3,49	0,42		7,59		24,80	188,23	
6	Y	8,40	3,49	0,42		7,59		31,00	235,29	
7	Y	8,40	3,49	0,42		7,59		37,20	282,35	
8	Y	3,90	3,49	0,89		2,94		9,20	27,05	
9	Y	3,90	3,49	0,89		2,94		12,40	36,46	
10	Y	3,90	3,49	0,89		2,94		16,50	48,51	
11	Y	3,90	3,49	0,89		2,94		20,70	60,86	
12	Y	3,90	3,49	0,89		2,94		24,80	72,91	
13	Y	3,90	3,49	0,89		2,94		28,00	82,32	
A	X	5,20	3,49	0,67	1,09		14,80			16,13
B	X	5,20	3,49	0,67	3,54		6,60			23,36
C	X	5,20	3,49	0,67	3,54		6,60			23,36
D	X	5,20	3,49	0,67	3,54		6,60			23,36
E	X	5,20	3,49	0,67	3,54		6,60			23,36
F	X	5,20	3,49	0,67	3,54		6,60			23,36
G	X	5,20	3,49	0,67	3,54		6,60			23,36
H	X	2,00	3,49	1,75	0,95		4,40			4,18
I	X	2,90	3,49	1,2	1,87		4,40			8,23
J	X	2,90	3,49	1,2	1,87		4,40			8,23
K	X	2,00	3,49	1,75	0,95		4,40			4,18
L	X	3,40	3,49	1,03	2,38		0,50			1,19
M	X	4,30	3,49	0,81	1,57		0,50			0,79
N	X	4,40	3,49	0,79	0,52		0,50			0,26
O	X	4,30	3,49	0,81	1,58		0,50			0,79
P	X	5,20	3,49	0,67	2,38		0,50			1,19
					36,40	70,77			1 316,33	185,33

CR(X) (mts)	CR(Y) (mts)
18,60	5,09

$$CR(X) = \sum (Ry * X) / \sum (Ry)$$

$$CR(Y) = \sum (Rx * Y) / \sum (Rx)$$

NIVEL 2										
MURO	DIRECCION	LONGITUD (m)	h (mts)	h/l	RIGIDEZ R		DISTANCIA AL EJE		(Ry)*(x)	(Rx)*(Y)
					Rx	Ry	Y (mts)	X (mts)		
1	Y	8,40	2,89	0,34		8,37		0,00	0,00	
2	Y	8,40	2,89	0,34		8,37		6,20	51,89	
3	Y	8,40	2,89	0,34		8,37		12,40	103,79	
4	Y	8,40	2,89	0,34		8,37		18,60	155,68	
5	Y	8,40	2,89	0,34		8,37		24,80	207,58	
6	Y	8,40	2,89	0,34		8,37		31,00	259,47	
7	Y	8,40	2,89	0,34		8,37		37,20	311,36	
8	Y	3,90	2,89	0,74		2,60		9,20	23,92	
9	Y	3,90	2,89	0,74		2,60		12,40	32,24	
10	Y	3,90	2,89	0,74		2,60		16,50	42,90	
11	Y	3,90	2,89	0,74		2,60		20,70	53,82	
12	Y	3,90	2,89	0,74		2,60		24,80	64,48	
13	Y	3,90	2,89	0,74		2,60		28,00	72,80	
A	X	5,20	2,89	0,56	0,32		14,80			4,74
B	X	5,20	2,89	0,56	3,64		6,60			24,02
C	X	5,20	2,89	0,56	3,64		6,60			24,02
D	X	5,20	2,89	0,56	3,64		6,60			24,02
E	X	5,20	2,89	0,56	3,64		6,60			24,02
F	X	5,20	2,89	0,56	3,64		6,60			24,02
G	X	5,20	2,89	0,56	3,64		6,60			24,02
H	X	2,00	2,89	1,45	0,61		4,40			2,68
I	X	2,90	2,89	1	1,44		4,40			6,34
J	X	2,90	2,89	1	1,44		4,40			6,34
K	X	2,00	2,89	1,45	0,61		4,40			2,68
L	X	3,40	2,89	0,85	2		0,50			1,00
M	X	4,30	2,89	0,67	0,91		0,50			0,46
N	X	4,40	2,89	0,66	0,17		0,50			0,09
O	X	4,30	2,89	0,67	0,91		0,50			0,46
P	X	5,20	2,89	0,56	2		0,50			1,00
					32,25	74,19			1 379,93	169,91

CR(X) mts	CR(Y) mts
18,60	5,27

Fuente: elaboración propia.

3.4.7. Cálculo de excentricidades

La excentricidad del nivel, será la distancia entre el punto de centro de masa y el centro de rigidez. AGIES requiere que se incluya el 5 por ciento de la distancia perpendicular a la acción del sismo debido a la torsión accidental, ocasionado por las variaciones de carga reales o localización de estas en la vida útil de la estructura, tanto en la carga muerta como en la viva.

Tabla XXV. Cálculo de excentricidades

NIVEL	CR(X) mts	CM(X) mts	ex cm-cr	longitud sentido x	ex min 0.05*L	ex total		CR (Y) mts	CM(Y) mts	ey cm-cr	longitud sentido y	ey min 0.05 * L	ey total	
						ex+exmin	ex - exmin						ey+ey min	ey - eymin
2	18,60	18,60	0,00	37,20	1,86	1,86	-1,86	5,27	8,33	3,06	8,20	0,41	3,47	2,65
1	18,60	18,60	0,00	37,20	1,86	1,86	-1,86	5,09	8,10	3,01	8,20	0,41	3,42	2,60

Fuente: elaboración propia.

Para primer nivel

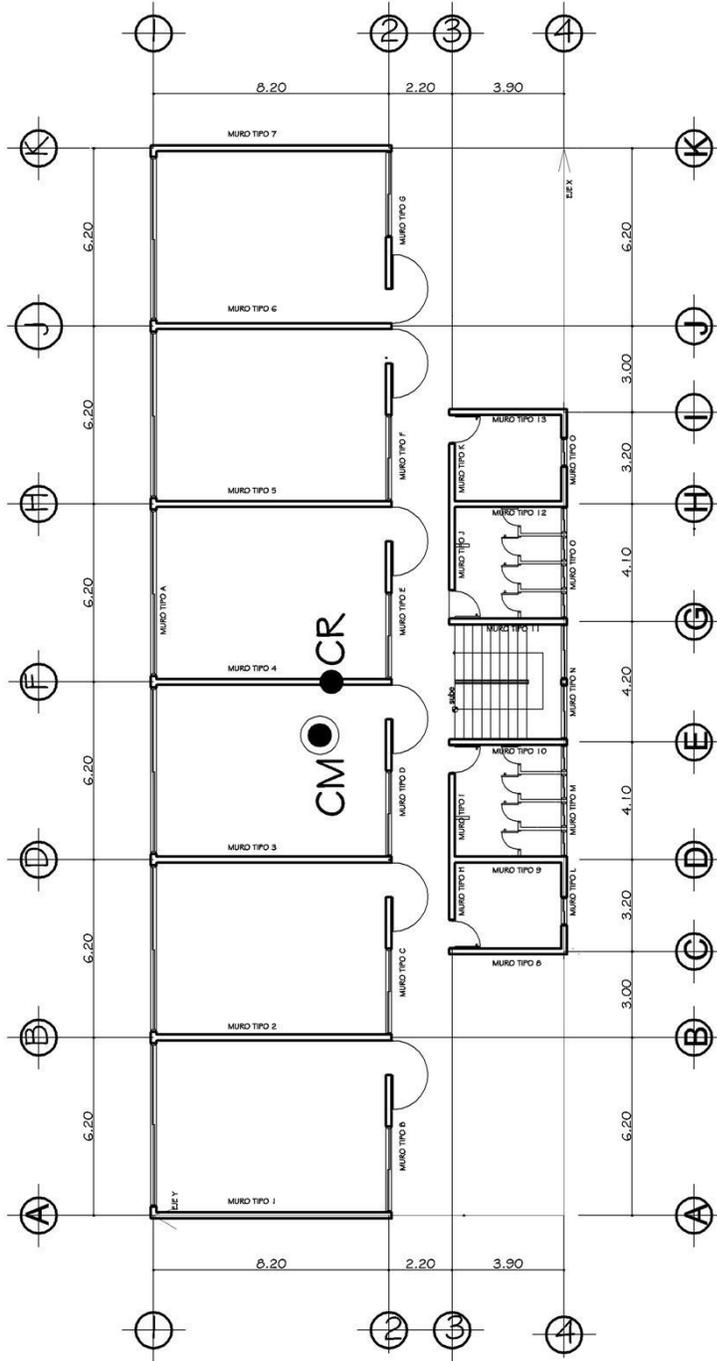
$$C R (Y) = C R (Y) + (e y + e y \text{ min}) - e y \text{ min}$$

$$C R (X) = C R (X) + (e x + e x \text{ min}) - e x \text{ min}$$

$$C R (Y) = 5,09 + (3,42) - 0,41 = 8,10 \text{ m}$$

$$C R (X) = 18,60 + (1,86) - 1,86 = 18,60 \text{ m}$$

Figura 19. Plano de C.M. y C.R.



Fuente: elaboración propia.

3.4.8. Cálculo de fuerzas cortantes y momento real de diseño

Consiste en calcular las fuerzas cortantes por elemento V_a y los momentos por el diseño a flexo compresión M_{rd} , para el cual se elaboran los cuadros cuyas columnas corresponden a:

- Rigidez del muro R (1)
- Longitud del muro L_x (2)
- Distancia del centro de rigidez al eje en estudio(3)
- Distancia del centro de rigidez al eje en estudio por la rigidez del muro(4)
- Distancia del centro de rigidez al eje en estudio al cuadrado por la rigidez del muro. (5)
- Fuerza lateral $FL = R / \sum R V$ (6)
- Fuerza de torsión $FT = R d / \sum R d^2$ (7)
- Fuerza de corte $F = FL + FT$ (8)
- La mayor F ó FL el mayor de los dos (8,1)
- Diseño por cortante del muro V_a $V_a = 1.5F$ de la columna 8,1 (9)
- Momento base $M_b = R / \sum R M_B$ (10)
- Momento de torsión $M_t = FT * H$ muro (11)
- Momento de diseño $M_d = M_b + M_t$ (12)
- Momento real de diseño se toma el mayor de M_d ó M_b el mayor de los dos (13).

Nota: las fuerzas cortantes solo se calculan en dirección paralela a fuerzas V .

Tabla XXVI. Fuerzas cortantes y momentos reales de diseño

FUERZAS CORTANTES PARA ELEMENTOS Va y MOMENTOS REALES DE DISEÑO Mrd

NIVEL 1
 f.a.v. 109 962,29 kg f.a.v.=fuerza acumulada v
 MB 525 509,79 kg-m MB= momento base
 ex -1,86 m ex= excentricidad en x
 m.t. -204 529,86 kg-m m.t.=momento de torsión

columna	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	10	11	12	13
muro	rigidez	lx	dx	r*dx	r*dx²	(FL)	(FT)	(F)	(F o (FL)	(Va)	(Mb)	H muro	(Mt)	(Md)	(Mrd)
A	1,09	37,40	6,20	6,76	41,91	3 291,92	-1 772,31	1 519,61	3 291,92						
B	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	10 691,20	1 856,20	12 547,40	10 691,20						
C	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	10 691,20	1 856,20	12 547,40	10 691,20						
D	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	10 691,20	1 856,20	12 547,40	10 691,20						
E	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	10 691,20	1 856,20	12 547,40	10 691,20						
F	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	10 691,20	1 856,20	12 547,40	10 691,20						
G	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	10 691,20	1 856,20	12 547,40	10 691,20						
H	0,95	2,00	-4,20	-3,99	16,76	2 869,11	1 046,08	3 915,19	32 376,10						
I	1,87	2,90	-4,20	-7,85	32,97	5 647,61	2 058,08	7 705,69	6 443,09						
J	1,87	2,90	-4,20	-7,85	32,97	5 647,61	2 058,08	7 705,69	6 443,09						
K	0,95	2,00	-4,20	-3,99	16,76	2 869,11	1 046,08	3 915,19	3 276,10						
L	2,38	3,40	-8,10	-19,28	156,17	7 187,87	5 054,75	12 242,62	13 921,67						
M	1,58	4,30	-8,10	-12,8	103,68	4 771,78	3 355,85	8 127,63	9 242,48						
N	0,52	4,40	-8,10	-4,21	34,10	1 570,46	1 103,76	2 674,22	3 044,25						
O	1,58	4,30	-8,10	-12,8	103,68	4 771,78	3 355,85	8 127,63	9 242,48						
P	2,38	3,40	-8,10	-19,28	156,17	7 187,87	5 054,75	12 242,62	13 921,67						
	36,41				780,13										

columna	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	10	11	12	13
1	7,59	8,40	-18,60	-141,17	2 625,84	11 793,33	-3 229,50	15 022,83	15 022,83	22 534,25	56 360,31	3,49	11 270,97	67 631,28	67 631,28
2	7,59	8,40	-12,40	-94,12	1 167,04	11 793,33	-2 153,00	13 946,33	13 946,33	20 919,50	56 360,31	3,49	7 513,98	63 874,29	63 874,29
3	7,59	8,40	-6,20	-47,06	291,76	11 793,33	-1 076,50	12 869,83	12 869,83	19 304,90	56 360,31	3,49	3 756,99	60 117,30	60 117,30
4	7,59	8,40	0,00	0,00	0,00	11 793,33	0,00	11 793,33	11 793,33	17 690,00	56 360,31	3,49	0,00	56 360,31	56 360,31
5	7,59	8,40	6,20	47,06	291,76	11 793,33	-1 076,50	10 716,83	10 716,83	16 075,25	56 360,31	3,49	-3 756,99	52 603,32	56 360,31
6	7,59	8,40	12,40	94,12	1 167,04	11 793,33	-2 153,00	9 640,32	11 793,33	17 690,00	56 360,31	3,49	-7 513,98	48 846,33	56 360,31
7	7,59	8,40	18,60	141,17	2 625,84	11 793,33	-3 229,50	8 563,82	11 783,22	17 674,83	56 360,31	3,49	-11 270,97	45 089,34	56 360,31
8	2,94	3,90	-9,40	-27,64	259,78	4 568,17	632,20	5 200,37	5 200,37	7 800,56	21 831,27	3,49	2 206,39	24 037,65	24 037,65
9	2,94	3,90	-6,20	-18,23	113,01	4 568,17	416,98	4 985,15	4 985,15	7 477,73	21 831,27	3,49	1 455,28	23 286,54	23 286,54
10	2,94	3,90	-2,10	-6,17	12,97	4 568,17	141,24	4 709,40	4 709,40	7 064,10	21 831,27	3,49	492,92	22 324,18	22 324,18
11	2,94	3,90	2,10	6,17	12,97	4 568,17	-141,24	4 426,93	4 568,17	6 852,26	21 831,27	3,49	-492,92	21 338,35	21 338,35
12	2,94	3,90	6,20	18,23	113,01	4 568,17	-416,98	4 151,18	4 568,17	6 852,26	21 831,27	3,49	-1 455,28	20 375,99	21 831,27
13	2,94	3,90	9,40	27,64	259,78	4 568,17	-632,20	3 935,96	4 568,17	6 852,26	21 831,27	3,49	-2 206,39	19 624,88	21 831,27
	70,77				8 940,78										

NIVEL 1
 f.a.v. 109 962,29 kg f.a.v.=fuerza acumulada v
 MB 525 509,79 kg-m MB= momento base
 ex 1,86 m ex= excentricidad en x
 m.t. 204 529,86 kg-m m.t.=momento de torsión

columna	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	10	11	12	13
muro	rigidez	lx	dx	r*dx	r*dx²	(FL)	(FT)	(F)	(F o (FL)	(Va)	(Mb)	H muro	(Mt)	(Md)	(Mrd)
A	1,09	37,40	6,20	6,76	41,91	15 732,10	1 772,31	17 504,41	3 291,92						
B	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	51 093,23	-1 856,20	49 237,03	10 691,20						
C	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	51 093,23	-1 856,20	49 237,03	10 691,20						
D	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	51 093,23	-1 856,20	49 237,03	10 691,20						
E	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	51 093,23	-1 856,20	49 237,03	10 691,20						
F	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	51 093,23	-1 856,20	49 237,03	10 691,20						
G	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	51 093,23	-1 856,20	49 237,03	10 691,20						
H	0,95	2,00	-4,20	-3,99	16,76	13 711,46	-1 046,08	12 665,38	32 376,10						
I	1,87	2,90	-4,20	-7,85	32,97	26 989,93	-2 058,08	24 931,85	6 443,09						
J	1,87	2,90	-4,20	-7,85	32,97	26 989,93	-2 058,08	24 931,85	6 443,09						
K	0,95	2,00	-4,20	-3,99	16,76	13 711,46	-1 046,08	12 665,38	3 276,10						
L	2,38	3,40	-8,10	-19,28	156,17	34 350,82	-5 054,75	29 296,07	13 921,67						
M	1,58	4,30	-8,10	-12,8	103,68	22 804,32	-3 355,85	19 448,47	9 242,48						
N	0,52	4,40	-8,10	-4,21	34,10	7 505,22	-1 103,76	6 401,46	3 044,25						
O	1,58	4,30	-8,10	-12,8	103,68	22 804,32	-3 355,85	19 448,47	9 242,48						
P	2,38	3,40	-8,10	-19,28	156,17	34 350,82	-5 054,75	29 296,07	13 921,67						
	36,41				780,13										

columna	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	11	11	12	13
1	7,59	8,40	-18,60	-141,17	2 625,84	11 793,33	-3 229,50	8 563,82	11 793,33	17 690,00	56 360,31	3,49	-11 270,97	45 089,34	56 360,31
2	7,59	8,40	-12,40	-94,12	1 167,04	11 793,33	-2 153,00	9 640,32	11 793,33	17 690,00	56 360,31	3,49	-7 513,98	48 846,33	56 360,31
3	7,59	8,40	-6,20	-47,06	291,76	11 793,33	-1 076,50	10 716,83	11 793,33	17 690,00	56 360,31	3,49	-3 756,99	52 603,32	56 360,31
4	7,59	8,40	0,00	0,00	0,00	11 793,33	0,00	11 793,33	11 793,33	17 690,00	56 360,31	3,49	0,00	56 360,31	56 360,31
5	7,59	8,40	6,20	47,06	291,76	11 793,33	-1 076,50	12 869,83	12 869,83	19 304,44	56 360,31	3,49	3 756,99	60 117,30	60 109,99
6	7,59	8,40	12,40	94,12	1 167,04	11 793,33	-2 153,00	13 946,33	13 944,74	20 917,11	56 360,31	3,49	7 513,98	63 874,29	63 866,82
7	7,59	8,40	18,60	141,17	2 625,84	11 793,33	-3 229,50	15 022,83	15 021,20	22 531,80	56 360,31	3,49	-11 270,97	67 631,28	67 623,64
8	2,94	3,90	-9,40	-27,64	259,78	4 568,17	632,20	5 200,37	5 200,37	7 800,56	21 831,27	3,49	2 206,39	24 037,65	21 839,60
9	2,94	3,90	-6,20	-18,23	113,01	4 568,17	416,98	4 985,15	4 985,15	7 477,73	21 831,27	3,49	1 455,28	23 286,54	21 839,60
10	2,94	3,90	-2,10	-6,17	12,97	4 568,17	141,24	4 709,40	4 709,40	7 064,10	21 831,27	3,49	492,92	22 324,18	21 839,60
11	2,94	3,90	2,10	6,17	12,97	4 568,17	-141,24	4 426,93	4 568,17	6 852,26	21 831,27	3,49	-492,92	22 324,18	22 332,75
12	2,94	3,90	6,20	18,23	113,01	4 568,17	416,98	4 985,15	4 987,09	7 480,64	21 831,27	3,49	1 455,28	23 286,54	23 295,55
13	2,94	3,90	9,40	27,64	259,78	4 568,17	632,20	5 200,37	5 202,41	7 803,62	21 831,27	3,49	-2 206,39	24 037,65	24 074,01
	70,77				8 940,78										

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Fuerzas cortantes y momentos reales de diseño

FUERZAS CORTANTES PARA ELEMENTOS Va y MOMENTOS REALES DE DISEÑO Mrd

NIVEL 2
 f.a.v. 68 176,62 kg
 MB 201 121,03 kg-m
 ex -1,86 m
 m.t. -126 808,51 kg-m

f.a.v.=fuerza acumulada v
 MB= momento base
 ex= excentricidad en x
 m.t.=momento de torsión

columna	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	11	12	13	
muro	rigidez	lx	dx	r*dx	R*dx*2	(f1)	(f1)	(F)	(f) o (f1)	(Va)	(Mb)	H muro	(Mt)	(Md)	(Mrd)
A	0,32	37,40	5,97	1,91	11,40	675,81	-393,08	282,73	675,81						
B	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	7 698,81	1 672,66	9 371,47	7 698,81						
C	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	7 698,81	1 672,66	9 371,47	7 698,81						
D	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	7 698,81	1 672,66	9 371,47	7 698,81						
E	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	7 698,81	1 672,66	9 371,47	7 698,81						
F	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	7 698,81	1 672,66	9 371,47	7 698,81						
G	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	7 698,81	1 672,66	9 371,47	7 698,81						
H	0,61	2,00	-4,43	-2,70	11,96	1 287,82	-555,82	1 843,64	1 589,11						
I	1,44	2,90	-4,43	-6,38	28,24	3 040,19	1 312,15	4 352,34	3 751,46						
J	1,44	2,90	-4,43	-6,38	28,24	3 040,19	1 312,15	4 352,34	3 751,46						
K	0,61	2,00	-4,43	-2,70	11,96	1 287,82	-555,82	1 843,64	1 589,11						
L	2,00	3,40	-8,33	-16,66	138,78	4 225,13	-3 428,97	7 654,09	9 644,79						
M	0,91	4,30	-8,33	-7,59	63,25	1 925,60	-1 562,75	3 488,35	4 395,61						
N	0,17	4,40	-8,33	-1,38	11,51	350,47	-284,43	634,91	800,04						
O	0,91	4,30	-8,33	-7,59	63,25	1 925,60	-1 562,75	3 488,35	4 395,61						
P	2,00	3,40	-8,33	-16,66	138,78	4 225,13	-3 428,97	7 654,09	9 644,79						
	32,27				616,11										

columna	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	11	12	13	
1	8,37	8,40	-18,60	-155,64	2 894,96	7 693,10	-2 037,24	9 730,35	9 583,25	14 374,88	22 694,65	2,89	5 887,63	28 582,29	28 157,17
2	8,37	8,40	-12,40	-103,76	1 286,65	7 693,10	-1 358,16	9 051,27	8 953,20	13 429,80	22 694,65	2,89	3 925,09	26 619,74	26 336,33
3	8,37	8,40	-6,20	-51,88	321,66	7 693,10	-679,08	8 372,18	8 323,15	12 484,73	22 694,65	2,89	1 962,54	24 657,20	24 515,49
4	8,37	8,40	0,00	0,00	0,00	7 693,10	0,00	7 693,10	7 693,10	11 539,65	22 694,65	2,89	0,00	22 694,65	22 694,65
5	8,37	8,40	6,20	51,88	321,66	7 693,10	-679,08	7 014,02	7 693,10	11 539,65	22 694,65	2,89	-1 962,54	20 732,11	22 694,65
6	8,37	8,40	12,40	103,76	1 286,65	7 693,10	-1 358,16	6 334,94	7 693,10	11 539,65	22 694,65	2,89	-3 925,09	18 769,56	22 694,65
7	8,37	8,40	18,60	155,64	2 894,96	7 693,10	-2 037,24	5 655,86	7 693,10	11 539,65	22 694,65	2,89	-5 887,63	16 807,02	22 694,65
8	2,60	3,90	-9,40	-24,41	229,46	2 387,48	319,52	2 707,00	2 683,93	4 025,90	7 043,08	2,89	923,41	7 966,48	7 889,81
9	2,60	3,90	-6,20	-16,10	99,82	2 387,48	210,75	2 598,23	2 583,01	3 874,52	7 043,08	2,89	609,06	7 652,13	7 608,16
10	2,60	3,90	-2,10	-5,45	11,45	2 387,48	-71,38	2 458,86	2 453,71	3 680,57	7 043,08	2,89	206,29	7 249,37	7 234,47
11	2,60	3,90	2,10	5,45	11,45	2 387,48	-71,38	2 316,10	2 387,48	3 581,22	7 043,08	2,89	-206,29	6 836,78	7 043,08
12	2,60	3,90	6,20	16,10	99,82	2 387,48	-210,75	2 176,74	2 387,48	3 581,22	7 043,08	2,89	-609,06	6 434,02	7 043,08
13	2,60	3,90	9,40	24,41	229,46	2 387,48	-319,52	2 067,96	2 387,48	3 581,22	7 043,08	2,89	-923,41	6 119,67	7 043,08
	74,16				9 688,02										

NIVEL 2
 f.a.v. 68 176,62 kg
 MB 201 121,03 kg-m
 ex 1,86 m
 m.t. 126 808,51 kg-m

columna	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	11	12	13	
muro	rigidez	lx	dx	r*dx	r*dx*2	(f1)	(f1)	(f)	(F) o (F1)	(Va)	(Mb)	H muro	(Mt)	(Md)	(Mrd)
A	0,32	37,40	5,97	1,91	11,40	675,81	393,08	1 068,89	2 542,53						
B	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	7 698,81	-1 672,66	6 026,15	10 666,63						
C	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	7 698,81	-1 672,66	6 026,15	10 666,63						
D	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	7 698,81	-1 672,66	6 026,15	10 666,63						
E	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	7 698,81	-1 672,66	6 026,15	10 666,63						
F	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	7 698,81	-1 672,66	6 026,15	10 666,63						
G	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	7 698,81	-1 672,66	6 026,15	10 666,63						
H	0,61	2,00	-4,43	-2,70	11,96	1 287,82	-555,82	731,99	1 287,82						
I	1,44	2,90	-4,43	-6,38	28,24	3 040,19	-1312,15	1 728,04	3 040,19						
J	1,44	2,90	-4,43	-6,38	28,24	3 040,19	-1 312,15	1 728,04	3 040,19						
K	0,61	2,00	-4,43	-2,70	11,96	1 287,82	-555,82	731,99	1 287,82						
L	2,00	3,40	-8,33	-16,66	138,78	4 225,13	-3 428,97	796,16	4 225,13						
M	0,91	4,30	-8,33	-7,59	63,25	1 925,60	-1 562,75	362,85	1 925,60						
N	0,17	4,40	-8,33	-1,38	11,51	350,47	-284,43	66,04	350,47						
O	0,91	4,30	-8,33	-7,59	63,25	1 925,60	-1 562,75	362,85	1 925,60						
P	2,00	3,40	-8,33	-16,66	138,78	4 225,13	-3 428,97	796,16	4 225,13						
	32,27				616,11										

columna	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	11	12	13	
1	8,37	8,40	-18,60	-155,64	2 894,96	7 693,10	-2 037,24	5 655,86	7693,10	11 539,65	22 694,65	2,89	-5 887,63	16 807,02	22 694,65
2	8,37	8,40	-12,40	-103,76	1 286,65	7 693,10	-1 358,16	6 334,94	7693,10	11 539,65	22 694,65	2,89	-3 925,09	18 769,56	22 694,65
3	8,37	8,40	-6,20	-51,88	321,66	7 693,10	-679,08	7 014,02	7693,10	11 539,65	22 694,65	2,89	-1 962,54	20 732,11	22 694,65
4	8,37	8,40	0,00	0,00	0,00	7 693,10	0,00	7 693,10	7693,10	11 539,65	22 694,65	2,89	0,00	22 694,65	22 694,65
5	8,37	8,40	6,20	51,88	321,66	7 693,10	-679,08	8 372,18	7693,10	11 539,65	22 694,65	2,89	1 962,54	24 657,20	24 657,20
6	8,37	8,40	12,40	103,76	1 286,65	7 693,10	-1 358,16	9 051,27	9 051,27	13 576,91	22 694,65	2,89	3 925,09	26 619,74	26 619,74
7	8,37	8,40	18,60	155,64	2 894,96	7 693,10	-2 037,24	9 730,35	9 730,35	14 595,53	22 694,65	2,89	5 887,63	28 582,29	28 582,29
8	2,60	3,90	-9,40	-24,41	229,46	2 387,48	-319,52	2 067,96	2 387,48	3 581,22	7 043,08	2,89	-923,41	6 119,67	7 043,08
9	2,60	3,90	-6,20	-16,10	99,82	2 387,48	-210,75	2 176,74	2 387,48	3 581,22	7 043,08	2,89	-609,06	6 434,02	7 043,08
10	2,60	3,90	-2,10	-5,45	11,45	2 387,48	-71,38	2 316,10	2 387,48	3 581,22	7 043,08	2,89	-206,29	6 836,78	7 043,08
11	2,60	3,90	2,10	5,45	11,45	2 387,48	-71,38	2 458,86	2 458,86	3 688,29	7 043,08	2,89	206,29	7 249,37	7 249,37
12	2,60	3,90	6,20	16,10	99,82	2 387,48	-210,75	2 598,23	2 598,23	3 897,35	7 043,08	2,89	-609,06	7 652,13	7 652,13
13	2,60	3,90	9,40	24,41	229,46	2 387,48	-319,52	2 707,00	2 707,00	4 060,50	7 043,08	2,89	-923,41	7 966,48	7 966,48
	74,16				9 688,02										

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Fuerzas cortantes y momentos reales de diseño

FUERZAS CORTANTES PARA ELEMENTOS Va y MOMENTOS REALES DE DISEÑO Mrd

NIVEL 1
 f.a.v. 167 142,68 kg f.a.v.=fuerza acumulada v
 MB 792 777,87 kg-m MB= momento base
 ey 3,42 m ex= excentricidad en x
 m.t. 571 627,97 kg-m m.t.=momento de torsión

columna	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	11	12	13	
muro	rigidez	lx	dx	r ² dx	r ² dx ²	(f l)	(f t)	(F)	(f) o (f l)	(va)	(mb)	H muro	(mt)	(md)	(Mrd)
A	1,09	37,40	6,20	6,76	41,90	5 003,72	4 952,02	9 955,75	9 955,75	14 933,63	23 733,26	3,49	17 282,56	41 015,82	41 015,82
B	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	16 250,62	-5 187,97	11 062,65	16 250,62	24 375,93	77 078,65	3,49	-18 106,03	58 972,62	77 078,65
C	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	16 250,62	-5 187,97	11 062,65	16 250,62	24 375,93	77 078,65	3,49	-18 106,03	58 972,62	77 078,65
D	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	16 250,62	-5 187,97	11 062,65	16 250,62	24 375,93	77 078,65	3,49	-18 106,03	58 972,62	77 078,65
E	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	16 250,62	-5 187,97	11 062,65	16 250,62	24 375,93	77 078,65	3,49	-18 106,03	58 972,62	77 078,65
F	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	16 250,62	-5 187,97	11 062,65	16 250,62	24 375,93	77 078,65	3,49	-18 106,03	58 972,62	77 078,65
G	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	16 250,62	-5 187,97	11 062,65	16 250,62	24 375,93	77 078,65	3,49	-18 106,03	58 972,62	77 078,65
H	0,95	2,00	-4,20	-3,99	16,76	4 361,04	-2 923,73	1 437,31	4 361,04	6 541,56	20 684,95	3,49	-10 203,82	10 481,13	20 684,95
I	1,87	2,90	-4,20	-7,85	32,99	8 584,37	-5 755,13	2 829,23	8 584,37	12 876,56	40 716,69	3,49	-20 085,42	20 631,27	40 716,69
J	1,87	2,90	-4,20	-7,85	32,99	8 584,37	-5 755,13	2 829,23	8 584,37	12 876,56	40 716,69	3,49	-20 085,42	20 631,27	40 716,69
K	0,95	2,00	-4,20	-3,99	16,76	4 361,04	-2 923,73	1 437,31	4 361,04	6 541,56	20 684,95	3,49	-10 203,82	10 481,13	20 684,95
L	2,38	3,40	-8,10	-19,28	156,15	10 925,56	-14 126,24	-3 200,68	10 925,56	16 388,34	51 821,24	3,49	-49 300,57	2 520,67	51 821,24
M	1,58	4,30	-8,10	-12,80	103,66	7 253,10	-9 377,92	-2 124,82	7 253,10	10 879,65	34 402,34	3,49	-32 728,95	1 673,39	34 402,34
N	0,52	4,40	-8,10	-4,21	34,12	2 387,10	-3 086,40	-0 699,31	2 387,10	3 580,65	11 322,29	3,49	-10 771,55	0 550,73	11 322,29
O	1,58	4,30	-8,10	-12,80	103,66	7 253,10	-9 377,92	-2 124,82	7 253,10	10 879,65	34 402,34	3,49	-32 728,95	1 673,39	34 402,34
P	2,38	3,40	-8,10	-19,28	156,15	10 925,56	-14 126,24	-3 200,68	10 925,56	16 388,34	51 821,24	3,49	-49 300,57	2 520,67	51 821,24
	36,41				780,10										

	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	11	12	13
1	7,59	8,40	-18,60	-141,17	2 625,84	17 925,86	-9 025,94	8 899,91	13 357,79					
2	7,59	8,40	-12,40	-94,12	1 167,04	17 925,86	-6 017,30	11 908,56	13 357,79					
3	7,59	8,40	-6,20	-47,06	291,76	17 925,86	-3 008,65	14 917,21	13 357,79					
4	7,59	8,40	0,00	0,00	0,00	17 925,86	0,00	17 925,86	13 357,79					
5	7,59	8,40	6,20	47,06	291,76	17 925,86	3 008,65	20 934,51	15 599,92					
6	7,59	8,40	12,40	94,12	1 167,04	17 925,86	6 017,30	23 943,15	17 842,06					
7	7,59	8,40	18,60	141,17	2 625,84	17 925,86	9 025,94	26 951,80	20 084,20					
8	2,94	3,90	-9,40	-27,64	259,78	6 943,61	-1 766,90	5 176,71	5 176,79					
9	2,94	3,90	-6,20	-18,23	113,01	6 943,61	-1 165,41	5 778,21	5 176,79					
10	2,94	3,90	-2,10	-6,17	12,97	6 943,61	-394,73	6 548,88	5 176,79					
11	2,94	3,90	2,10	6,17	12,97	6 943,61	394,73	7 338,35	5 471,11					
12	2,94	3,90	6,20	18,23	113,01	6 943,61	1 165,41	8 109,02	6 045,73					
13	2,94	3,90	9,40	27,64	259,78	6 943,61	1 766,90	8 710,52	6 494,21					
	70,77				8 940,78									

NIVEL 1
 f.a.v. 167 142,68 kg
 MB 792 777,87 kg-m
 ey 2,60 m
 m.t. 434 570,97 kg-m

columna	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	11	12	13	
muro	rigidez	lx	dx	r ² dx	r ² dx ²	(f l)	(f t)	(F)	(f) o (f l)	(va)	(mb)	H muro	(mt)	(md)	(Mrd)
A	1,09	37,40	6,20	6,76	41,90	5 003,72	3 764,70	8 768,42	8 768,42	13 152,63	23 733,26	3,49	13 138,79	36 872,05	36 872,05
B	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	16 250,62	-3 944,07	12 306,55	16 250,62	24 375,93	77 078,65	3,49	-13 764,82	63 313,83	77 078,65
C	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	16 250,62	-3 944,07	12 306,55	16 250,62	24 375,93	77 078,65	3,49	-13 764,82	63 313,83	77 078,65
D	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	16 250,62	-3 944,07	12 306,55	16 250,62	24 375,93	77 078,65	3,49	-13 764,82	63 313,83	77 078,65
E	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	16 250,62	-3 944,07	12 306,55	16 250,62	24 375,93	77 078,65	3,49	-13 764,82	63 313,83	77 078,65
F	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	16 250,62	-3 944,07	12 306,55	16 250,62	24 375,93	77 078,65	3,49	-13 764,82	63 313,83	77 078,65
G	3,54	5,00	-2,00	-7,08	14,16	16 250,62	-3 944,07	12 306,55	16 250,62	24 375,93	77 078,65	3,49	-13 764,82	63 313,83	77 078,65
H	0,95	2,00	-4,20	-3,99	16,76	4 361,04	-2 222,72	2 138,32	4 361,04	6 541,56	20 684,95	3,49	-7 757,29	12 927,66	20 684,95
I	1,87	2,90	-4,20	-7,85	32,99	8 584,37	-4 375,25	4 209,12	8 584,37	12 876,56	40 716,69	3,49	-15 269,62	25 447,07	40 684,95
J	1,87	2,90	-4,20	-7,85	32,99	8 584,37	-4 375,25	4 209,12	8 584,37	12 876,56	40 716,69	3,49	-15 269,62	25 447,07	40 684,95
K	0,95	2,00	-4,20	-3,99	16,76	4 361,04	-2 222,72	2 138,32	4 361,04	6 541,56	20 684,95	3,49	-7 757,29	12 927,66	20 684,95
L	2,38	3,40	-8,10	-19,28	156,15	10 925,56	-10 739,24	186,31	10 925,56	16 388,34	51 821,24	3,49	-37 479,96	14 341,28	51 821,24
M	1,58	4,30	-8,10	-12,80	103,66	7 253,10	-7 129,41	123,69	7 253,10	10 879,65	34 402,34	3,49	-24 881,66	9 520,68	34 402,34
N	0,52	4,40	-8,10	-4,21	34,12	2 387,10	-2 346,39	40,71	2 387,10	3 580,65	11 322,29	3,49	-8 188,90	3 133,39	11 322,29
O	1,58	4,30	-8,10	-12,80	103,66	7 253,10	-7 129,41	123,69	7 253,10	10 879,65	34 402,34	3,49	-24 881,66	9 520,68	34 402,34
P	2,38	3,40	-8,10	-19,28	156,15	10 925,56	-10 739,24	186,31	10 925,56	16 388,34	51 821,24	3,49	-37479,96	14 341,28	51 821,24
	36,41				780,10										

	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	11	12	13
1	7,59	8,40	-18,60	-141,17	2 625,84	17 925,86	-6 861,83	11 064,03	13 357,79					
2	7,59	8,40	-12,40	-94,12	1 167,04	17 925,86	-4 574,55	13 351,31	13 357,79					
3	7,59	8,40	-6,20	-47,06	291,76	17 925,86	-2 287,28	15 638,58	13 357,79					
4	7,59	8,40	0,00	0,00	0,00	17 925,86	0,00	17 925,86	13 357,79					
5	7,59	8,40	6,20	47,06	291,76	17 925,86	2 287,28	20 213,13	13 357,79					
6	7,59	8,40	12,40	94,12	1 167,04	17 925,86	4 574,55	22 500,41	13 357,79					
7	7,59	8,40	18,60	141,17	2 625,84	17 925,86	6 861,83	24 787,69	13 357,79					
8	2,94	3,90	-9,40	-27,64	259,78	6 943,61	-1 343,26	5 600,35	5 176,79					
9	2,94	3,90	-6,20	-18,23	113,01	6 943,61	-885,98	6 057,63	5 176,79					
10	2,94	3,90	-2,10	-6,17	12,97	6 943,61	-300,09	6 643,52	5 176,79					
11	2,94	3,90	2,10	6,17	12,97	6 943,61	300,09	7 243,70	5 400,54					
12	2,94	3,90	6,20	18,23	113,01	6 943,61	885,98	7 829,59	5 837,39					
13	2,94	3,90	9,40	27,64	259,78	6 943,61	1 343,26	8 286,87	6 178,34					
	70,77				8 940,78									

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. Fuerzas cortantes y momentos reales de diseño

FUERZAS CORTANTES PARA ELEMENTOS Va y MOMENTOS REALES DE DISEÑO Mrd

NIVEL 2

f.a. 103 628,46 kg f.a.v.=fuerza acumulada v
 MB 305 703,96 kg-m MB= momento base
 ey 3,47 m ex= excentricidad en x
 m.t. 359 590,76 kg-m m.t.=momento de torsión

columna	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	11	12	13	
muro	rigidez	lx	dx	r ² dx	r ² dx ²	(f1)	(f1)	(F)	(f o f1)	(Va)	(mb)	H muro	(mt)	(mrd)	(Mrd)
A	0,32	37,40	5,97	1,91	11,40	1 027,23	1 114,65	2 141,88	2 141,88	3 212,82	3 030,33	2,89	3 221,33	6 251,66	6 251,66
B	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	11 702,19	-4 743,16	6 959,03	11 702,19	17 553,29	34 521,47	2,89	-13 707,73	20 813,74	34 521,47
C	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	11 702,19	-4 743,16	6 959,03	11 702,19	17 553,29	34 521,47	2,89	-13 707,73	20 813,74	34 521,47
D	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	11 702,19	-4 743,16	6 959,03	11 702,19	17 553,29	34 521,47	2,89	-13 707,73	20 813,74	34 521,47
E	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	11 702,19	-4 743,16	6 959,03	11 702,19	17 553,29	34 521,47	2,89	-13 707,73	20 813,74	34 521,47
F	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	11 702,19	-4 743,16	6 959,03	11 702,19	17 553,29	34 521,47	2,89	-13 707,73	20 813,74	34 521,47
G	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	11 702,19	-4 743,16	6 959,03	11 702,19	17 553,29	34 521,47	2,89	-13 707,73	20 813,74	34 521,47
H	0,61	2,00	-4,43	-2,70	11,96	1 957,48	-1 576,15	381,33	1 957,48	2 936,22	5 774,58	2,89	-4 555,07	1 219,50	5 774,58
I	1,44	2,90	-4,43	-6,38	28,24	4 621,09	-3 720,86	900,23	4 621,09	6 931,64	13 632,21	2,89	-10 753,29	2 878,92	13 632,21
J	1,44	2,90	-4,43	-6,38	28,24	4 621,09	-3 720,86	900,23	4 621,09	6 931,64	13 632,21	2,89	-10 753,29	2 878,92	13 632,21
K	0,61	2,00	-4,43	-2,70	11,96	1 957,48	-1 576,15	381,33	1 957,48	2 936,22	5 774,58	2,89	-4 555,07	1 219,50	5 774,58
L	2,00	3,40	-8,33	-16,66	138,78	6 422,19	-9 723,52	-3 301,33	6 422,19	9 633,29	18 945,46	2,89	-28 100,99	-9 155,52	18 945,46
M	0,91	4,30	-8,33	-7,59	63,25	2 926,91	-4 431,50	-1 504,58	2 926,91	4 390,37	8 634,39	2,89	-12 807,02	-4 172,63	8 634,39
N	0,17	4,40	-8,33	-1,38	11,51	0 532,72	-0 806,57	-273,85	0 532,72	799,08	1 571,53	2,89	-2 330,98	-759,45	1 571,53
O	0,91	4,30	-8,33	-7,59	63,25	2 926,91	-4 431,50	-1 504,58	2 926,91	4 389,92	8 634,39	2,89	-12 807,02	-4 172,63	8 634,39
P	2,00	3,40	-8,33	-16,66	138,78	6 422,19	-9 723,52	-3 301,33	6 422,19	9 633,29	18 945,46	2,89	-28 100,99	-9 155,52	18 945,46
	32,27				616,11										

	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	11	12	13
1	8,37	8,40	-18,60	-155,64	2 894,96	11 693,52	-5 777,01	5 916,51	13 987,54					
2	8,37	8,40	-12,40	-103,76	1 286,65	11 693,52	-3 851,34	7 842,18	13 987,54					
3	8,37	8,40	-6,20	-51,88	0 321,66	11 693,52	-1 925,67	9 767,85	13 987,54					
4	8,37	8,40	0,00	0,00	0,00	11 693,52	0,00	11 693,52	13 987,54					
5	8,37	8,40	6,20	51,88	0 321,66	11 693,52	1 925,67	13 619,19	10 097,23					
6	8,37	8,40	12,40	103,76	1 286,65	11 693,52	3 851,34	15 544,86	11 527,36					
7	8,37	8,40	18,60	155,64	2 894,96	11 693,52	5 777,01	17 470,53	12 957,48					
8	2,60	3,90	-9,40	-24,41	0 229,46	3 628,97	-906,06	2 722,91	4 844,41					
9	2,60	3,90	-6,20	-16,10	99,82	3 628,97	-597,61	3 031,36	4 844,41					
10	2,60	3,90	-2,10	-5,45	11,45	3 628,97	-202,42	3 426,56	4 844,41					
11	2,60	3,90	2,10	5,45	11,45	3 628,97	202,42	3 831,39	2 840,85					
12	2,60	3,90	6,20	16,10	99,82	3 628,97	597,61	4 226,59	2 689,76					
13	2,60	3,90	9,40	24,41	229,46	3 628,97	906,06	4 535,03	3 362,65					
	74,16				9 688,02									

NIVEL 2

f.a. 103 628,46 kg
 MB 305 703,96 kg-m
 ey 2,65 m
 m.t. 274 615,42 kg-m

columna	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	11	12	13	
muro	rigidez	lx	dx	r ² dx	r ² dx ²	(f1)	(f1)	(F)	(f o f1)	(Va)	(mb)	H muro	(mt)	(mrd)	(Mrd)
A	0,32	37,40	5,97	1,91	11,40	1 027,23	851,24	1 878,47	1 878,47	2 817,71	3 030,33	2,89	2 460,09	5 490,42	5 490,42
B	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	11 702,19	-3 622,30	8 079,90	11 702,19	17 553,29	34 521,47	2,89	-10 468,44	24 053,03	34 521,47
C	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	11 702,19	-3 622,30	8 079,90	11 702,19	17 553,29	34 521,47	2,89	-10 468,44	24 053,03	34 521,47
D	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	11 702,19	-3 622,30	8 079,90	11 702,19	17 553,29	34 521,47	2,89	-10 468,44	24 053,03	34 521,47
E	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	11 702,19	-3 622,30	8 079,90	11 702,19	17 553,29	34 521,47	2,89	-10 468,44	24 053,03	34 521,47
F	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	11 702,19	-3 622,30	8 079,90	11 702,19	17 553,29	34 521,47	2,89	-10 468,44	24 053,03	34 521,47
G	3,64	5,00	-2,23	-8,13	18,12	11 702,19	-3 622,30	8 079,90	11 702,19	17 553,29	34 521,47	2,89	-10 468,44	24 053,03	34 521,47
H	0,61	2,00	-4,43	-2,70	11,96	1 957,48	-1 203,69	753,80	1 957,48	2 936,22	5 774,58	2,89	-3 478,66	2 295,92	5 774,58
I	1,44	2,90	-4,43	-6,38	28,24	4 621,09	-2 841,58	1 779,51	4 621,09	6 931,64	13 632,21	2,89	-8 212,16	5 420,04	13 632,21
J	1,44	2,90	-4,43	-6,38	28,24	4 621,09	-2 841,58	1 779,51	4 621,09	6 931,64	13 632,21	2,89	-8 212,16	5 420,04	13 632,21
K	0,61	2,00	-4,43	-2,70	11,96	1 957,48	-1 203,69	753,80	1 957,48	2 936,22	5 774,58	2,89	-3 478,66	2 295,92	5 774,58
L	2,00	3,40	-8,33	-16,66	138,78	6 422,19	-7 425,75	-1 003,56	6 422,19	9 633,29	18 945,46	2,89	-21 460,41	-2 514,95	18 945,46
M	0,91	4,30	-8,33	-7,59	63,25	2 926,91	-3 384,28	-457,37	2 926,91	4 390,37	8 634,39	2,89	-9 780,58	-1 146,19	8 634,39
N	0,17	4,40	-8,33	-1,38	11,51	532,72	-615,97	-83,24	532,72	799,08	1 571,53	2,89	-1 780,14	-208,61	1 571,53
O	0,91	4,30	-8,33	-7,59	63,25	2 926,91	-3 384,28	-457,37	2 926,91	4 390,37	8 634,39	2,89	-9 780,58	-1 146,19	8 634,39
P	2,00	3,40	-8,33	-16,66	138,78	6 422,19	-7 425,75	-1 003,56	6 422,19	9 633,29	18 945,46	2,89	-21 460,41	-2 514,95	18 945,46
	32,27				616,11										

	1	2	3	4	5	6	7	8	8,1	9	10	11	12	13
1	8,37	8,40	-18,60	-155,64	2 894,96	11 693,52	-4 411,84	7 281,68	13 987,54					
2	8,37	8,40	-12,40	-103,76	1 286,65	11 693,52	-2 941,22	8 752,29	13 987,54					
3	8,37	8,40	-6,20	-51,88	321,66	11 693,52	-1 470,61	10 222,90	13 987,54					
4	8,37	8,40	0,00	0,00	0,00	11 693,52	0,00	11 693,52	13 987,54					
5	8,37	8,40	6,20	51,88	321,66	11 693,52	1 470,61	13 164,13	10 097,23					
6	8,37	8,40	12,40	103,76	1 286,65	11 693,52	2 941,22	14 634,74	11 527,36					
7	8,37	8,40	18,60	155,64	2 894,96	11 693,52	4 411,84	16 105,35	12 957,48					
8	2,60	3,90	-9,40	-24,41	229,46	3 628,97	-691,95	2 937,03	4 844,41					
9	2,60	3,90	-6,20	-16,10	99,82	3 628,97	-456,39	3 172,58	4 844,41					
10	2,60	3,90	-2,10	-5,45	11,45	3 628,97	-154,58	3 474,39	4 844,41					
11	2,60	3,90	2,10	5,45	11,45	3 628,97	154,58	3 783,56	2 840,85					
12	2,60	3,90	6,20	16,10	99,82	3 628,97	456,39	4 085,37	2 689,76					
13	2,60	3,90	9,40	24,41	229,46	3 628,97	691,95	4 320,92	3 362,65					
	74,16				9 688,02									

Fuente: elaboración propia.

3.4.9. Distribución de esfuerzos por elemento

Corresponde al calcular el esfuerzo proveniente de las cargas gravitacionales, según áreas tributarias y el peso propio de los muros, para combinarlo con los esfuerzos de flexión en los muros. Para ello se realiza un cuadro que comprende algunos ejemplos de muros que son los que resisten cuyas columnas se describen a continuación. Según capítulo 4,5 mampostería reforzada AGIES.

Área tributaria

Corresponde al área tributaria de las losas por nivel.

Carga

Es la carga gravitacional en kilogramo por centímetro cuadrado, incluyendo carga muerta y viva.

Subtotal

Corresponde a la carga por el área tributaria del nivel en estudio.

Peso propio

Corresponde al peso propio del muro o elemento.

Total acumulado

Es el peso que soporta el muro, proveniente del nivel en que se encuentra y niveles superiores.

Actuante axial

Es el fuerza F_{com} , o esfuerzo en compresión actuante. Es la fuerza acumulada dividido por el área efectiva de mampostería (asumir $A_e=0,5$ del área gruesa).

Axial admisible

Es el esfuerzo F_a , o esfuerzo admisible en compresión, $F_a = 0,20f_m (1 - (h/42t))$

Flexión

Es el esfuerzo de flexión para la mampostería $F_b = 0,33 f_m$

Compresión flexión

Es el esfuerzo que se utiliza para diseñar a flexo compresión $F_b = ((1,33 - F_{com}/ F_a))^* (F_b)$. El factor 1,33 corresponde al análisis de flexo compresión provocado por un sismo.

3.4.10. Diseño del acero para los elementos

En este cuadro puede incluirse el valor calculado del acero para la tensión en la flexocompresión, que puede obtenerse por métodos iterativos o por solución directa según capítulo 4,5 mampostería reforzada AGIES.

En el cuadro puede incluirse el diseño por corte siguiendo los siguientes pasos

- Trasladar de los cuadros de distribución de fuerzas por elemento los Valores de corte actuante V_a y momento real de diseño M_{rd} , se toma el más crítico
- Calcular el esfuerzo actuante $f_v = V_a / t L$.
- Calcular la relación M / Vd . Donde M es el momento real de diseño, v es el corte actuante y d la distancia L .

- Calcular el esfuerzo admisible de corte $F_v = 0,0886(4 - M/V_d)$, si el cortante proveniente del análisis sísmico, se debe incrementare este valor a un 33 por ciento cuyo valor no podrá ser mayor a la expresión F_v máx.
- Calcular $F_{v\text{máx}} = 5,62 - 3,16 (M/V_d)$.
- Si el valor de F_v es mayor al valor f_v , debe colocarse el acero mínimo.
- Calcular $V_s = 1,5 F_v$.
- Si el valor obtenido V_s es mayor a f_v colocar acero por cortante de lo contrario se deberá incrementar las dimensiones del muro.

Tabla XXX. Cálculo acero refuerzo para elemento 1

ELEMENTO 1

cm dist kg/m ² entrepiso	514,00	longitud cms	840,00	h cms techo	289,00
cv entrepiso kg/m ²	200,00	t cms	19,00	h cms entrepiso	349,00
cv techo kg/m ²	100,00	te cms	12,30	cm techo kg/cms ²	454,00
f m kg/cm ²	70,00	Ae cm ²	7980,00		

NIVEL	h mts	FUERZA AXIAL ACTUANTE			largo mts	peso propio Elemento kg/cm ²	peso propio	total acumulada p	momento real diseño ton-m	esfuerzo actuante axial f com=p/Ae
		area tributaria m ²	carga kg/m ²	sub total kg						
2	2,89	7,60	554,00	4 210,40	8,40	300,00	7 283,00	11 493,40	28,15	1,44
1	3,49	7,60	714,00	5 426,40	8,40	300,00	8 795,00	25 714,80	67,63	3,22

NIVEL	ESFUERZO ADMINSIBLE EN MANPOSTERIA								
	axial Fa	flexión Fb	flexo-compre fb	Fs kg/cm ² 0.4 Fy* 1.33	h=l cms	d cms	b=te cms	As min Famayor que fcom as min	h mts= l
2	13,34	23,10	28,23	2 234,40	840,00	800,00	12,30	VERDADERO	8,40
1	13,34	23,10	25,14	2 234,40	840,00	800,00	12,30	VERDADERO	8,40

NIVEL	DISEÑO POR CORTANTE								CONDICIONES	
	va Ton	fv=Va/bl kg/cm ²	m/vd	Fv kg/cm ²	1.33 Fv kg/cm ²	Fv max	Vs	VA Kg/cms ²	CONDICIONES	
									Fv max>fv as min corte	Vs>fv acero por corte
2	14,37	0,14	0,23	2,79	3,71	4,88	5,57	2 250,75	VERDADERO	VERDADERO
1	22,55	0,90	0,36	2,70	3,59	4,49	5,39	14 374,88	VERDADERO	VERDADERO

Fuente: elaboración propia.

3.4.11. Especificaciones técnicas para muros confinados

Muros mampostería con refuerzo vertical y horizontal con elementos concreto conocido como mochetas y soleras.

Requisitos generales, mínimo 2 muros en ambiente, abertura muros <35 por ciento total tamaño sisa milímetros mínimo y 13 máximo, espesor mínimo de muros de carga 14 milímetros y relación de esbeltez (altura / espesor) < 25.

Requisitos refuerzo horizontal

Dimensiones mínima solera

Ancho mínimo ancho del muro y área sección 200 cm^2

Sillares por lo menos 2 barras No. 2 @ 0,20 m

Dinteles según condición

Acero mínimo

Área de acero= $0,0020 b h$ para varillas < a varillas No. 5

Área de acero= $0,0025 b h$ para varillas > a varillas No. 5

Tipos de soleras hay 4 hidrófuga, intermedia, entrepiso y superior. La resistencia concreto soleras, sillares y dinteles es de 176 kilogramos por centímetro cuadrado.

Requisitos refuerzo vertical

Debe principiarse cimiento corrido y terminar en la solera.

Dimensiones mínimas refuerzo vertical

- Sentido normal muro no menos espesor del muro
- Otro sentido
 - 4 No. 3 no menos espesor muro
 - 2 No. 3 muro 10 mm

Acero mínimo

Área de acero= $0,0012 b l$ para varillas < a varillas No. 5

Área de acero= $0,0015 b l$ para varillas > a varillas No. 5

Tipos de refuerzo Tipo A principales, Tipo B vanos puertas y ventanas e intermedias.

Separación entre refuerzos verticales entre tipo A 4,00 m y tipo B 2,00; La resistencia del concreto debe ser 176 kilogramos por centímetro cuadrado a los 28 días.

Metodología de diseño

Método estática equivalente

Muros y columnas aisladas

Espesor mínimo 10 milímetros, separación máxima entre refuerzo vertical y horizontal 2 metros y columna aislada 400 centímetros cuadrados área de sección mínimo.

Requisitos sismo-resistente

Simetría: evitar torsiones planta más o menos simétricos evitar módulos largos no mayor a 3 veces el ancho.

Longitud mínima de muros: tenga reserva rango post-elástico garantizar adecuada edificación buscando mejor simetría y rigidez $L_m = L_o^* A_p$. mampostería reforzada normas agies.

L_o = coeficiente según tabla A_p = área en m^2 + área de losas.

Tabla XXXI. **Coeficiente longitud de muros**

	Zona sísmica 4.1 y 4.2	3	2
190	0,11	0,07	0,04
140	0,12	0,08	0,05
110	0,18	0,12	0,08

Fuente. Normas AGIES NSE capítulo 7: 4-30.

Requisitos especiales: refuerzo horizontal formar anillos cerrados configurar diaframas gancho cuando no continúe. Refuerzo vertical confinar columnas.

3.4.12. Cálculo de acero vertical y horizontal elemento 1

El cálculo del acero vertical y horizontal se realiza según normas ACI capítulo 14 sección 3,2 y 3,3 y normas AGIES capítulo 4 sección 4,1 al 4,6 (NR 9: 2000) normas estructurales de diseño para la república de Guatemala sobre mampostería reforzada.

Acero vertical fórmula a utilizar

Área de acero= $0,0012 b l$ para varillas < a varillas No. 5

Área de acero= $0,0015 b l$ para varillas > a varillas No. 5

Acero Horizontal fórmula a utilizar

Área de acero= $0,0020 b h$ para varillas < a varillas No. 5

Área de acero= $0,0025 b h$ para varillas > a varillas No. 5

Nivel 1

Cálculo acero vertical y horizontal elemento 1 primer nivel

Datos Ancho= 8,40 m Alto= 3,20 m grosor=0,19 m

Área acero vertical = $0,0012(19) (840) = 19,15 \text{ cm}^2$

Área acero horizontal= $0,0020(19) (360) = 13,68 \text{ cm}^2$

Nivel 1

Área acero elemento 1, primer nivel verificando

Área acero vertical= 3 columnas (8 No. 4) + 2 (columnas 2 No. 4)

$$= 30,48 \text{ cm}^2 + 5,08 \text{ cm}^2$$

$$= 35,56 \text{ cm}^2 > 19,12 \text{ cm}^2 \quad \text{si chequea o. k.}$$

Nivel 1

Área de acero elemento 1, primer nivel verificando

$$\begin{aligned} \text{Área acero horizontal} &= 2 \text{ soleras (4 No. 4) + 1 solera (4 No. 3) + solera (5 No. 4)} \\ &= 10,16 \text{ cm}^2 + 2,84 \text{ cm}^2 + 6,35 \text{ cm}^2 = 19,35 \text{ cm}^2 > 13,68 \text{ cm}^2 \text{ si chequea o.k} \end{aligned}$$

Nivel 2

Cálculo acero vertical y horizontal elemento 1 segundo nivel

Datos Ancho= 8,40 m Alto= 2,60 m grosor=0,19 m

$$\text{Área acero vertical} = 0,0012(19) (840) = 19,15 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área acero horizontal} = 0,0020(19) (300) = 11,40 \text{ cm}^2$$

Nivel 2

Área acero elemento 1, segundo nivel verificando

$$\begin{aligned} \text{Área acero vertical} &= 3 \text{ columnas (8 No. 4) + 2 (columnas 2 No. 4)} \\ &= 30,48 \text{ cm}^2 + 5,08 \text{ cm}^2 \\ &= 35,56 \text{ cm}^2 > 19,12 \text{ cm}^2 \text{ si chequea} \end{aligned}$$

Nivel 2

Área acero horizontal=2 soleras (4 No. 4) + 1 solera (5 No. 4)

$$= 10,16 \text{ cm}^2 + 6,35 \text{ cm}^2$$

$$= 16,51 \text{ cm}^2 > 11,40 \text{ cm}^2 \text{ si chequea}$$

Siempre se debe estar verificando cálculo de acero de vigas y columnas simultáneamente.

3.4.13. Cálculo de columnas

Elementos estructurales sometidos a carga axial y momento flexionante.

La carga axial es el resultado de todas las cargas verticales aplicadas a la columna, la que se determina por el área tributaria. Los momentos flexionantes proviene del análisis estructural. En el diseño se toma el mayor de los dos momentos actuantes en extremos de esta.

El diseño es por nivel, seleccionando la columna crítica, es decir la que está sometida a mayores esfuerzos. Los resultados se aplican a todas las columnas del nivel respectivo. Como ejemplo se desarrolla el cálculo de la columna más crítica del primer nivel.

Datos

Sección de columna= 20 cm * 40 cm

Sección de viga= 20 cm * 40 cm

Espesor de losa= 11 cm

Área tributaria= 23,40 m², ver detalle en figura 11 eje D

Cu 1 primer nivel= 1059,6 kg/m²

Cu 2 segundo nivel= 805,60 kg/m² FS= 1,5

Carga axial

P vigas1-2 nivel = ((19,8 m * 0,20 m * 0,40 m) * (2400 kg/m³)) * 1,5 = 5 702,40 kg

Cu 2do. nivel= (805,60 kg/ m²) * (23,40 m²) = 18 851,04 kg

Cu 1er. nivel= (1 059,60 kg/ m²) (23,40 m²) = 24 749,64 kg

Cu 2do. nivel columna= (0,20 * 0,40 * 3,00 * 2400) * 1,5 = 864,00 kg

Cu axial = 50 167,08 kg

Especificaciones de columnas según ACI

- Sección mínima = 400 cm²
- Lado mínimo = 20 cm
- Acero máximo longitudinal
 - Zona no sísmica = 0,06 Ag
 - Zona sísmica = 0,08 As
- Cuatro varillas mínimas
- Recubrimiento mínimo 3 cm
- Debe confinar apoyos zonas sísmicas
- Espaciamiento máximo estribos d/2
- No dejar más de 30 centímetros sin confinar
- Acero mínimo = 0,01 Ag

Determinando la capacidad de carga de columna 0,20 * 0,40 reforzada con 8 varillas No. 4 propuesta.

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

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

$$A_s = 10,16 \text{ cm}^2 \text{ (8 No. 4)}$$

$$P_u = \phi \{A_s f_y + 0,85 f'_c A_g\}$$

$$P_u = 0,70 \{ (10,16 * 4200) + (0,85) * (281) (20 * 40) \}$$

$$P_u = 163\,626,64 \text{ kg}$$

Chequeo acero mínimo

$$\begin{aligned} A_{s \text{ min}} &= 0,01 * b * h \\ &= 0,01 * 20 * 40 = 8,00 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s \text{ min}} = 8,00 \text{ cm}^2$$

10,16 cm² si chequea área acero está entre el rango de As máximo y mínimo

163 626,64 kg > 50 167,08 kg si chequea carga que resiste es mayor a la que se le somete si chequea.

Chequeo acero máximo

$$\begin{aligned} A_{s \text{ máx}} &= 0,08 * b * h \\ &= 0,08 * 20 * 40 \end{aligned}$$

$$A_{s \text{ máx}} = 64 \text{ cm}^2$$

Confinamiento de columnas

Datos

$f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$ sección = 20 cm * 40 cm

Recubrimiento 3 cm $f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$

Longitud = 3,00 m

- Cálculo de L_o a confinar

$$L / 6 = 3,00 / 6 = 0,50$$

$$\text{Lado mayor} = 0,40$$

$$\text{Lado menor} = 0,20$$

Se toma el mayor de los 3 $L_o = 0,50 \text{ m}$ ambos extremos

- Espaciamiento de estribos en zona confinada $A_v = 0,71$

$$\rho_s = 0,45 \left[\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] * 0,85 f_c > 0,12 f'_c / f_y$$

$$\rho_s = 0,45 \left[\frac{20*40}{14*34} - 1 \right] * 0,85 * 281 > 0,12 * 281 / 4\,200$$

$$0,0174 > 0,08$$

- Espaciamiento en zona confinada

$$S_1 = 2 A_v / \rho_s * L_n = (2 * 0,71) / (0,0174 * 14) = 5,82 \text{ cm}$$

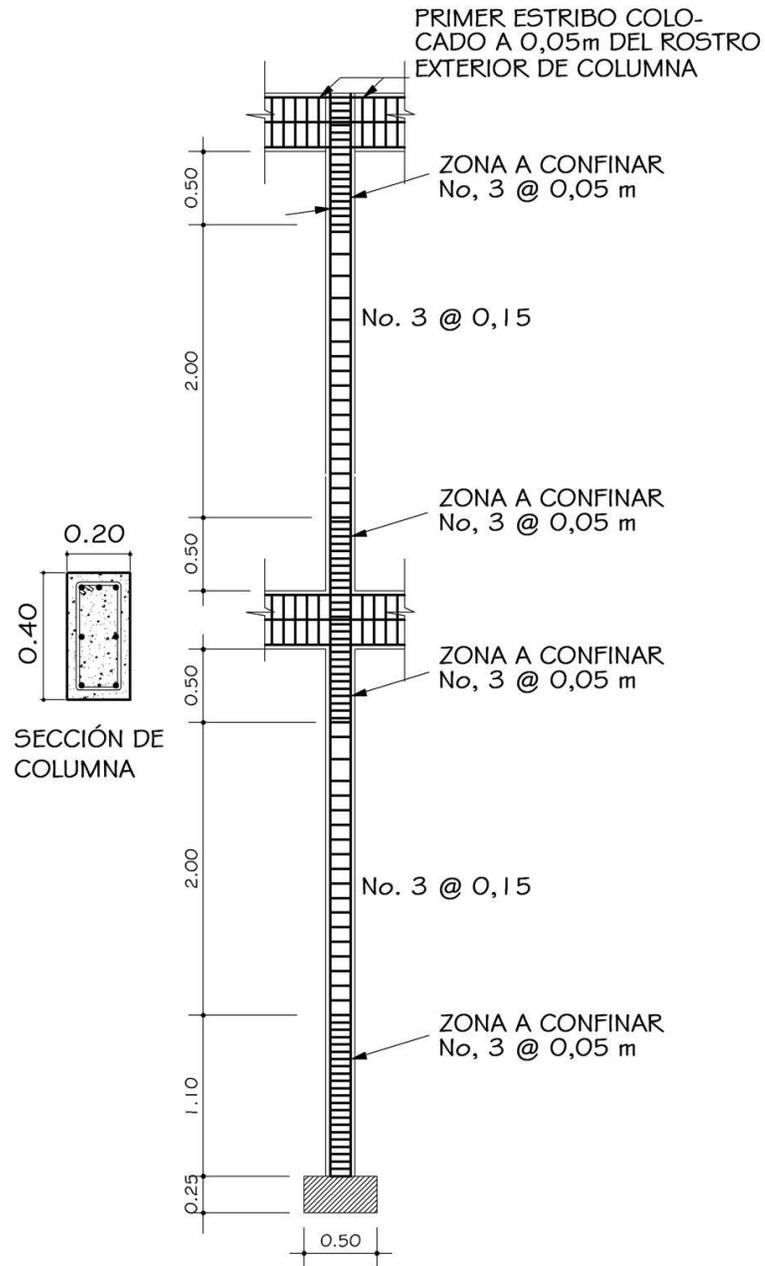
$S_1 = \text{No. 3 @ 5 cm}$ zona confinada

- Espaciamiento en zona no confinada

$$S_{\text{máx.}} = D / 2 = 34 / 2 = 17 \text{ cm}$$

$S = \text{No. 3 @ 15 cm}$ zona no confinada

Figura 20. Perfil estructural de columna



Fuente: elaboración propia.

3.4.14. Cálculo de vigas

Elementos estructurales a flexo compresión y fuerzas cortantes. Los datos necesarios para realizar el diseño se toman del análisis estructural.

A manera de ejemplo se presenta el diseño de la viga V-2 del primer nivel.

Datos

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

$$W_u = (1\,059,60 \text{ kg/m}^2) * (15,80 \text{ m}^2)$$

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

$$W_u = 16\,741,68 \text{ kg}$$

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

$$\frac{6 \text{ m}}$$

$$d = 37 \text{ cm}$$

$$W_u = 2\,790,28 \text{ kg/m}$$

$$L = 6,00 \text{ m}$$

$$V_u = \frac{16\,741,68 \text{ kg}}{2} = 8\,370,84 \text{ kg}$$

$$C_u = 1\,059,60 \text{ kg/m}^2$$

$$2$$

Área tributaria = 15,80 m² ver detalle en figura 11

Requisitos ACI 318 SR-05 capítulo 8,3 para momentos positivos y negativos

Haya más de dos vanos

Si están distribuidas uniformemente las cargas

Cargas vivas no exceden 3 veces carga muerta

Elementos prismáticos

$$M (-) = W_u * L^2 / 11 = (2\,790,28 \text{ kg/m}) * (6,00 \text{ m})^2 / 11 = 9\,131,68 \text{ kg-m}$$

$$M (+) = W_u * L^2 / 16 = (2\,790,28 \text{ kg/m}) * (6,00 \text{ m})^2 / 16 = 6\,278,13 \text{ Kg-m}$$

$$A_s \text{ min} = (14,1/f_y) * b * d = (14,1/4\,200) * 20 * 37 = 2,48 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ máx} = \rho \text{ máx} * b * d \quad \text{donde} \quad \rho \text{ máx} = 0,50 \left[\frac{0,85^2 * f_c}{f_y} \right] \left[\frac{6\,100}{6\,100 + f_y} \right]$$

$$\rho \text{ máx} = 0,50 \left[\frac{0,85^2 * 281}{4\,200} \right] \left[\frac{6\,100}{6\,100 + 4\,200} \right] = 0,0142$$

$$A_s \text{ máx} = 0,0142 * 20 * 37 = 10,52 \text{ cm}^2$$

Cama superior

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

$$A_s = \left[20*37 - \sqrt{(20*37)^2 - \frac{9\,131,83*20}{0,003825 * 281}} \right] \frac{0,85 * 281}{2\,810} = 7,17 \text{ cm}^2$$

$A_s(-) = 7,17 \text{ cm}^2$ esta dentro del rango de A_s mín y A_s máx

Cama inferior

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

$$A_s = \left[20*37 - \sqrt{(20*37)^2 - \frac{6\,278,93*20}{0,003825 * 281}} \right] \frac{0,85 * 281}{2\,810} = 4,78 \text{ cm}^2$$

$A_s (+) = 4,78 \text{ cm}^2$ esta dentro del rango de A_s mín y A_s máx

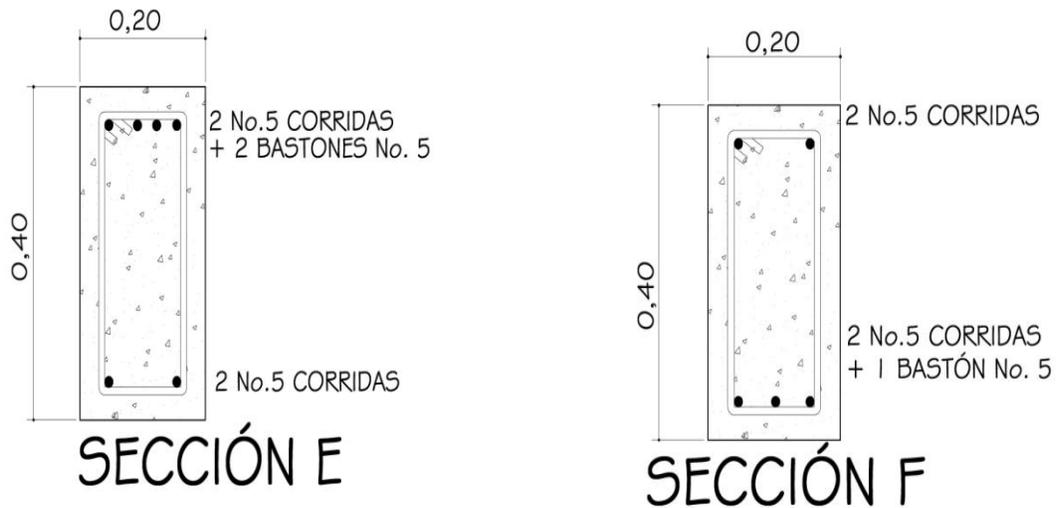
$A_s (-) = 7,17 \text{ cm}^2$ 4 No. 5 = $7,88 \text{ cm}^2$ $2,48 \text{ cm}^2 < 7,88 \text{ cm}^2 < 10,52 \text{ cm}^2$ chequea

$A_s (+) = 4,78 \text{ cm}^2$ 3 No. 5 = $5,91 \text{ cm}^2$ $2,48 \text{ cm}^2 < 5,91 \text{ cm}^2 < 10,52 \text{ cm}^2$ chequea

$A_s \text{ min} = 2,48 \text{ cm}^2$

$A_s \text{ máx} = 10,52 \text{ cm}^2$

Figura 21. Perfil estructural de viga



Fuente: elaboración propia.

Confinamiento

Corte resistente viga

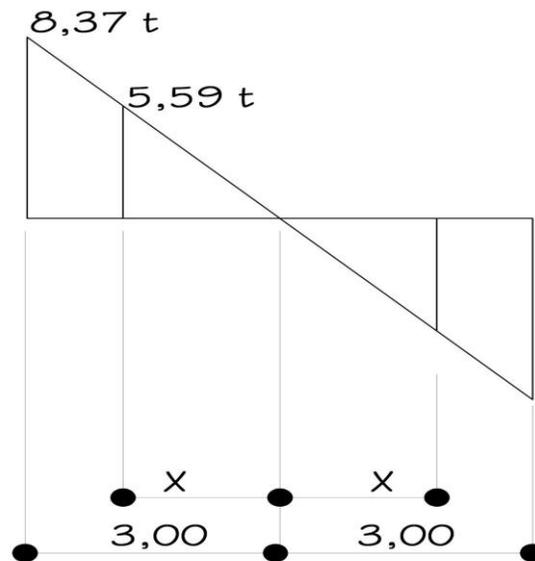
$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 20 * 37$$

$$V_c = 5588,30 \text{ kg}$$

Corte de carga que recibe la viga

$$V_s = (W_u) / 2 = (16\ 741,68 \text{ kg}) / (2) = 8\ 370,84 \text{ kg} = 8,37 \text{ toneladas}$$

Figura 22. Diagrama de corte



Fuente: elaboración propia.

Calculando el valor x de la figura 21

$$\frac{8,37}{3,00} = \frac{5,59}{X} \quad X = 2,00 \text{ metros}$$

Cálculo de estribos en ese sector x

$$S \text{ máx.} = d / 2 = 37 / 2 = 18,5 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm} \text{ siendo conservador}$$

Cálculo estribos que necesita en el sector a confinar

$$V_s = V_u - V_c = 8370,84 - 5588,30 = 2782,54 \text{ kg}$$

$$S = \frac{a_v \cdot f_y \cdot b}{V_s}$$

$$S = \frac{2 \cdot 0,71 \cdot 4,200 \cdot 20}{2782,54} = 42,86 \text{ cm}$$

Utilizar espaciamiento 8 centímetros ya que el máximo $d/4$ según ACI 21,3,3. Según ACI 21.3.3 deben colocarse estribos en una longitud igual a $2d$, desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de luz en ambos extremos en flexión.

- El primer estribo no debe estar situado a más de 5 centímetros de la cara del elemento de apoyo
- El espaciamiento máximo de los estribos no debe exceder:
 - $D/4$ máx = 9,25 cm
 - 8Ø varilla longitudinal
 - 24Ø varillas transversal

Separación de estribos en zona confinada 8 centímetros y en zona no confinada 15 centímetros con varillas No. 3.

Cálculo de longitud de desarrollo de barrillas que se utilizaran en sección

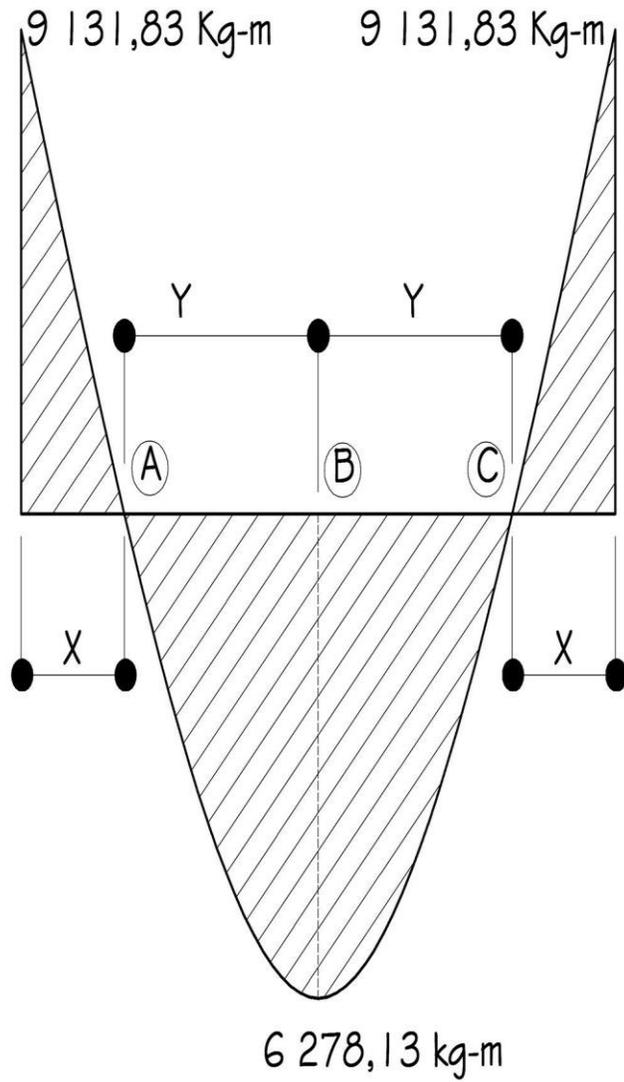
$$Ld \text{ No. 4} = FM (0,06 * A_v * f_y / \sqrt{f'_c}) = (0,06 * 1,26 * 4 200,00) / \sqrt{281} = 18,94 \text{ cm}$$

$$Ld \text{ No. 5} = FM (0,06 * A_v * f_y / \sqrt{f'_c}) = (0,06 * 1,97 * 4 200,00) / \sqrt{281} = 20,62 \text{ cm}$$

$$\text{Cama superior} = 1,40 (29,62) = 41,47 \text{ cm}$$

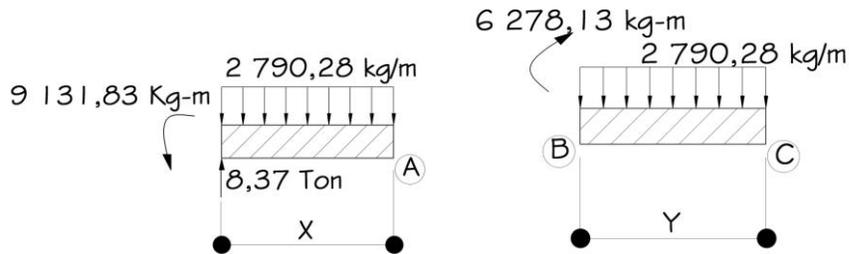
$$\text{Cama inferior} = 1,40 (41,83) = 58,56 \text{ cm}$$

Figura 23. Diagrama de momentos para vigas



Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Diagrama para encontrar longitud de desarrollo



Fuente: elaboración propia.

\sum Momentos respecto A = 0 positivo contra manecillas reloj

$$2,78 \times (x/2) - 8,37 \times x + 9,13 = 0$$

$$1,40 x^2 - 8,37 x + 9,13 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$X = \frac{-(-8,37) \pm \sqrt{(-8,37)^2 - 4(1,40)(9,13)}}{2(1,40)}$$

$X = 4,53m$ $X = 1,43m$ utilizar 1,43m $X = \underline{1,43m}$ cama superior

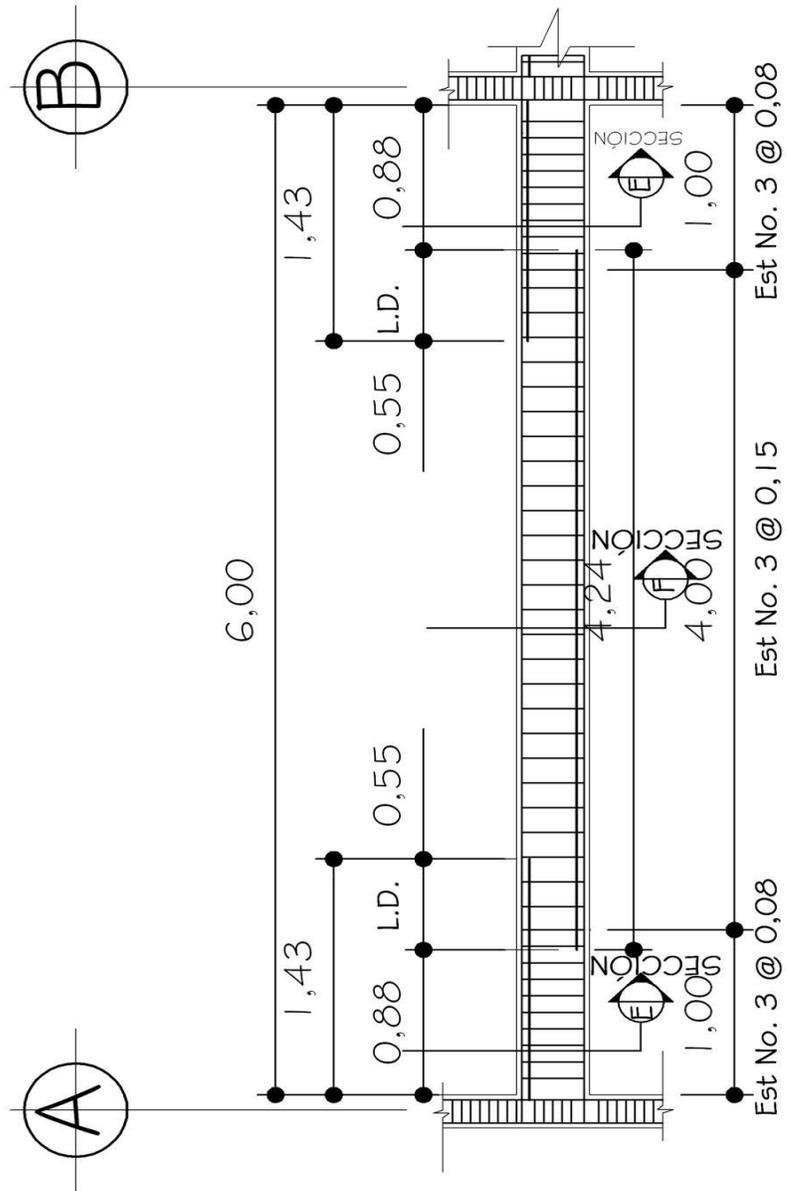
\sum Momentos respecto C = 0 a favor manecillas reloj positivo

$$2,79 y (y/2) - 6,27 = 0$$

$$1,40 y^2 - 6,27 = 0$$

$Y = 2,12 m$ $2Y = 2,12 + 2,12 = \underline{4,24 m}$

Figura 25. Perfil estructural de viga V-2



Fuente: elaboración propia.

3.4.15. Cálculo de cimiento corrido

Son elementos estructurales que reciben las cargas propias y las exteriores, transmitiéndolo al suelo. El tipo de cimentación depende principalmente del tipo de estructura, la naturaleza de las cargas, las condiciones del suelo y su costo.

En este caso se eligió cimiento corrido porque el sistema de construcción es mampostería reforzada y son muros de cargas y para lo cual este sistema es ideal, ver detalle de áreas tributarias de losas en figura 11.

Datos

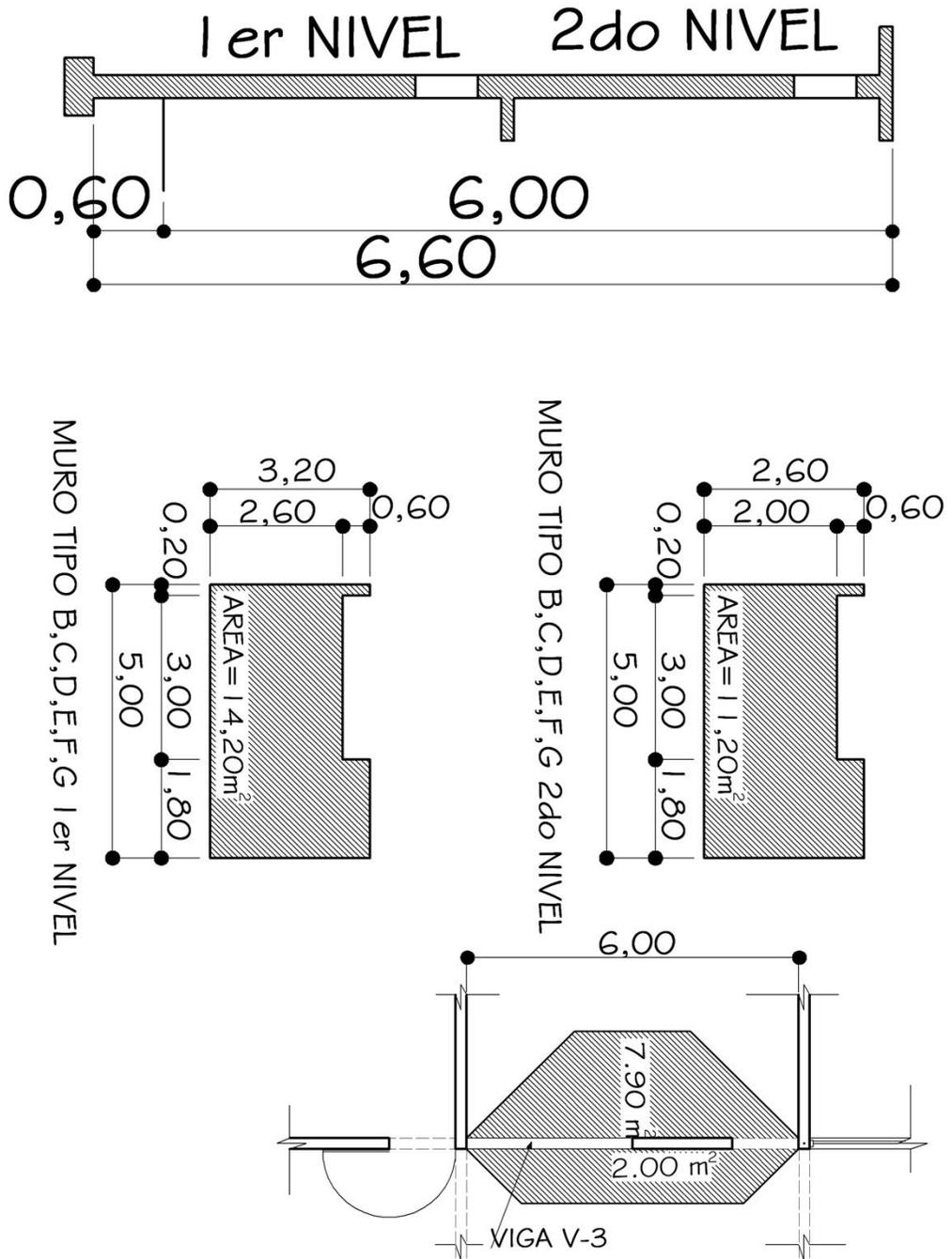
$f'c=281 \text{ kg/cm}^2$ $W_u= 30\,248,82 \text{ kg}$
 $f_y= 4\,200,00 \text{ kg/cm}^2$ $W_u= \frac{30\,248,82 \text{ kg}}{6 \text{ m}} = 5\,041,47 \text{ kg/m} = 5,04 \text{ t/m}$
 $V_s= 24 \text{ t/m}^2$ 6 m
 $\bar{\delta} \text{ suelo}= 1,54 \text{ t/m}^3$
 $\bar{\delta} \text{ concreto}= 2,40 \text{ t/m}^3$
 Peso muro= 300 kg/m^2
 $L= 6,00 \text{ m}$ $F_{cu}= 1,50$

Tabla XXXII. Cálculo de peso que soporta el muro

PISO	H m	AREA TRIB LOSA m ²	CARGA Kg/m ² LOSA	SUBTOTAL LOSA	PESO MURO	PESO VIGA Kg *(1,4)	TOTAL kg
2	2,60	7,90 2,00	805,60 665,60	6 364,24 1 331,20	3 360,00	0,20*0,40*6,00*2 400,00= 1 613,00	12 668,44
1	3,20	7,90 2,00	1 059,60 1 698,27	8 370,84 3 396,54	4 200,00	0,20*0,40*6,00*2 400,00= 1 613,00	17 580,38
							30 248,82

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Dimensiones de muros, alturas y áreas tributarias



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de área

Reduciendo carga de trabajo

$$W' = \frac{W_u}{F_{cu}} = \frac{5,04 \text{ t/m}}{1,50} = 3,36 \text{ t/m}$$

Área estimada de cemento

$$A_z = \frac{1,50 W'}{V_s} = \frac{1,50 (3,36)}{24,00} = 0,21 \text{ m}^2$$

Área estimada = 0,21 m²

Área propuesta = 0,50 m²

cálculo t min

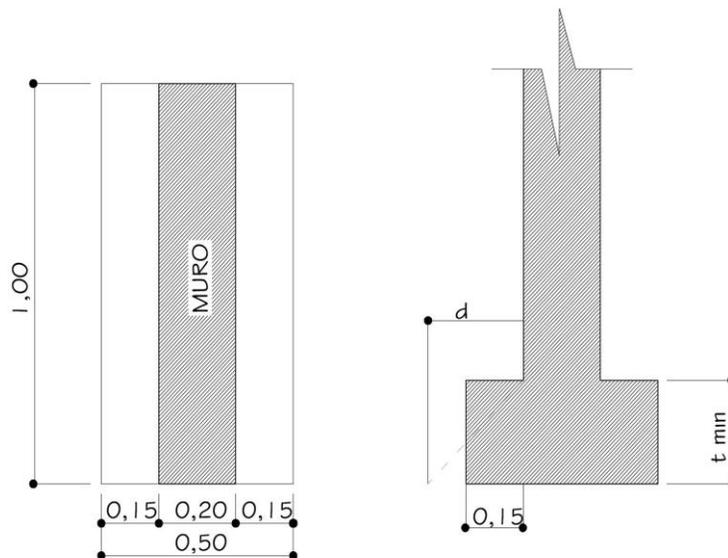
$$t_{\min} = 15 + \frac{\emptyset}{2} + \text{recubrimiento}$$

$$t_{\min} = 15 + 1,27 / 2 + 7,5$$

$$t_{\min} = 23,5 \text{ cm estimado}$$

$$t_{\min} = 25 \text{ cm propuesto}$$

Figura 27. **Espesor de cemento corrido**



Fuente: elaboración propia

Chequeo presión suelo integrar cargas

$$\begin{array}{r} P_{\text{suelo}} = \text{Desplante} * \delta_s = 0,60 * 1,54 * 2 = 1,84 \text{ t} \\ P_{\text{cimiento}} = A_z * b * \delta_c = 0,50 * 0,25 * 2,40 = 0,30 \text{ t} \\ W_{\text{peso incluye muro}} = W_u * A_u = 5,04 * 1,00 = 5,04 \text{ t} \\ \hline \text{Presión total} = 7,18 \text{ t} \end{array}$$

Presión sobre el suelo será

$$q_{\text{máx}} = \frac{P_t}{A_z} = \frac{7,18 \text{ ton}}{0,50 \text{ m}^2} = 14,36 \text{ t / m}^2$$

$q_{\text{máx}} < V_s$ $14,36 < 24$ no excede valor soporte suelo si chequea

$$q_{\text{dis m}} = q_{\text{máx}} * F_{cu} = 14,36 * 1,50 = 21,54 \text{ t / m}^2$$

Diseño espesor de zapata

Chequeo por corte

$$d = t_{\text{mín}} - \text{recubrimiento} - \emptyset/2$$

$$d = 25 - 7,50 - 1,27/2$$

$$d = 16,86 \text{ cm}$$

Corte actuante

$$V_{\text{actuante}} = (\text{Área}) * (q_{\text{dis m}})$$

$$V_{\text{actuante}} = (0,15 * 1,00) \text{ m}^2 * (21,54 \text{ t / m}^2)$$

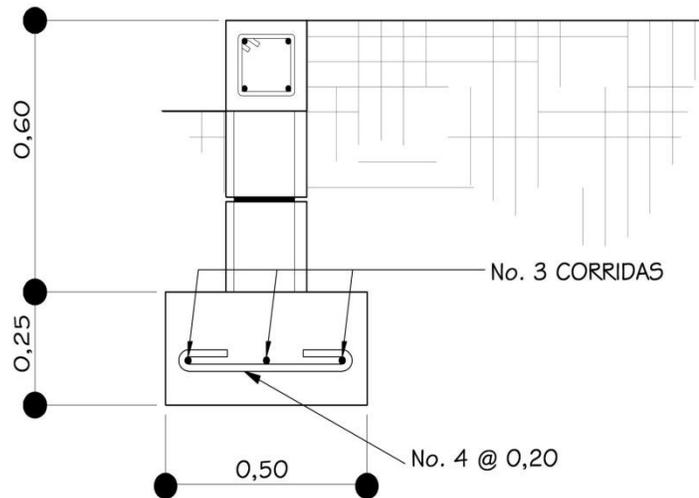
$$V_{\text{actuante}} = 3,23 \text{ t}$$

Corte resiste

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

$$V_r = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 15 * 100}{1000} = 11,33 \text{ t}$$

Figura 28. **Detalles de cimiento corrido**



Fuente: elaboración propia.

3.4.16. **Cálculo de gradas**

Una escalera debe de ser cómoda y segura dependiendo de la relación de peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella y si:

C= huella

H= contrahuella se debe cumplir los siguientes criterios.

Datos

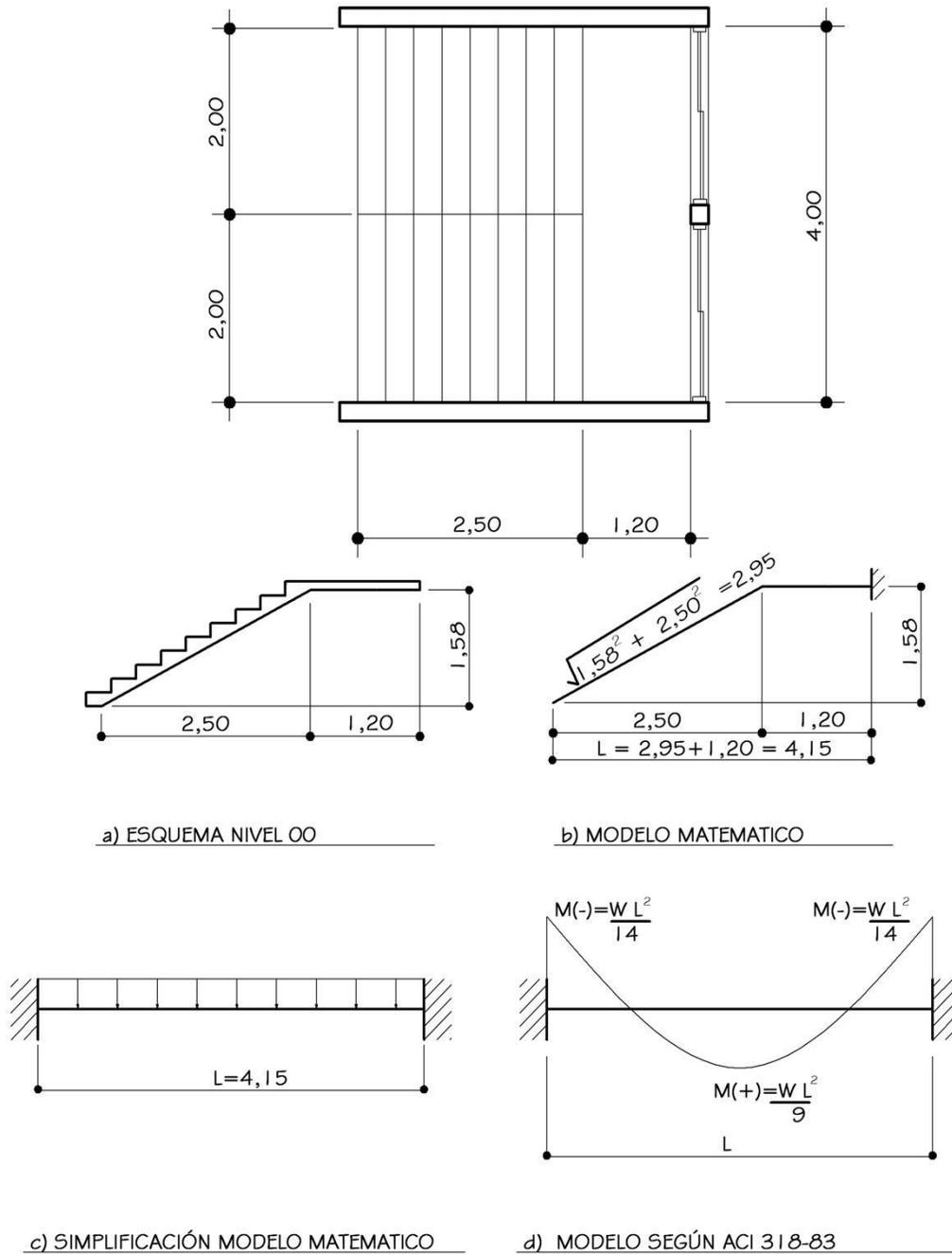
Carga viva= 400 kg / m²

f' c= 281 kg / cm²

Wc = 2 400, 00 kg / m³

Es = 2,03 * 10 ⁶ kg / cm²

Figura 29. Detalle de gradas



Fuente: elaboración propia.

Integrar cargas

$$\begin{aligned}
 \text{Peso propio de escalera} &= 1,40 Wc (t + c / 2) \\
 &= 1,40 (2\,400,00) (0,10 + 0,17 / 2) \\
 &= 624,96 \text{ kg / m}^2 \\
 \text{Acabados} &= 1,40 (30 \text{ kg/m}^2) = 42,00 \text{ kg / m}^2 \\
 \text{Piso granito} &= 1,40(30 \text{ kg/m}^2) = \underline{42,00 \text{ kg / m}^2} \\
 \text{Total de carga muerta} &= 705,60 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Total de carga viva} &= 1,7 (400 \text{ kg / m}^2) \\
 &= 680,00 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Carga total} &= CM + CV = 705,60 + 680,00 \\
 &= 1\,385,60 \text{ Kg / m}^2
 \end{aligned}$$

Cálculo de momentos

$$M (+) = \frac{W L^2}{9} = \frac{(1\,385,60) (4,15)^2}{9} = 2\,651,60 \text{ kg - m}$$

$$M (-) = \frac{W L^2}{14} = \frac{(1\,385,60) (4,15)^2}{14} = 1\,704,53 \text{ kg - m}$$

Cálculo área de acero

$$\begin{aligned}
 b &= 100 \text{ cm} & f'c &= 281 \text{ kg/ cm}^2 & d &= 7,5 \text{ cm} & fy &= 4\,200,00 \text{ kg / cm}^2 \\
 As &= \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] \frac{0,85 * f'c}{fy} \text{ Formula a utilizar}
 \end{aligned}$$

As negativo requerido

$$As = \left[100 * 7,50 - \sqrt{(100 * 7,50)^2 - \frac{1\,704,53 * 100}{0,003825 * 281}} \right] \frac{0,85 * 281}{4\,200,00} = 6,44 \text{ cm}^2$$

As positivo requerido

$$A_s = \left[100 \cdot 7,50 - \sqrt{(100 \cdot 7,50)^2 - \frac{2 \cdot 651,60 \cdot 100}{0,003825 \cdot 281}} \right] \frac{0,85 \cdot 281}{4 \cdot 200,00} = 10,58 \text{ cm}^2$$

Limites de acero

$$A_{s \text{ min}} = (14, 1/f_y) \cdot b \cdot d = (14, 1/4 \cdot 200) \cdot 100,00 \cdot 7,50 = 2,52 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ máx}} = \rho_{\text{máx}} \cdot b \cdot d \quad \text{donde} \quad \rho_{\text{máx}} = 0,50 \left[\frac{0,85^2 \cdot f_c}{f_y} \right] \left[\frac{6 \cdot 100}{6 \cdot 100 + f_y} \right]$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,50 \left[\frac{0,85^2 \cdot 281}{4 \cdot 200} \right] \left[\frac{6 \cdot 100}{6 \cdot 100 + 4 \cdot 200} \right] = 0,0142$$

$$A_{s \text{ máx}} = 0,0142 \cdot 100 \cdot 7,5 = 10,65 \text{ cm}^2$$

Cálculo de espaciamiento

$$10,58 \text{ cm}^2 \text{ ————— } 100 \text{ cm} \quad \text{No. 4 @ } 0,12 \text{ m}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \text{ ————— } \text{X}$$

$$\text{Siendo conservador utilizar} \quad \text{No. 4 @ } 0,10 \text{ m}$$

$$6,44 \text{ cm}^2 \text{ ————— } 100 \text{ cm} \quad \text{No. 4 @ } 0,19 \text{ m}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \text{ ————— } \text{X}$$

$$\text{Siendo conservador utilizar} \quad \text{No. 4 @ } 0,15 \text{ m}$$

Acero por temperatura

$$\text{Colocando el acero } A_s = 0,002 \cdot b \cdot t = 0,002(100)(10) = 2 \text{ cm}^2$$

$$2,00 \text{ cm}^2 \text{ ————— } 100 \text{ cm} \quad \text{No. 3 @ } 0,35 \text{ m}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ ————— } \text{X}$$

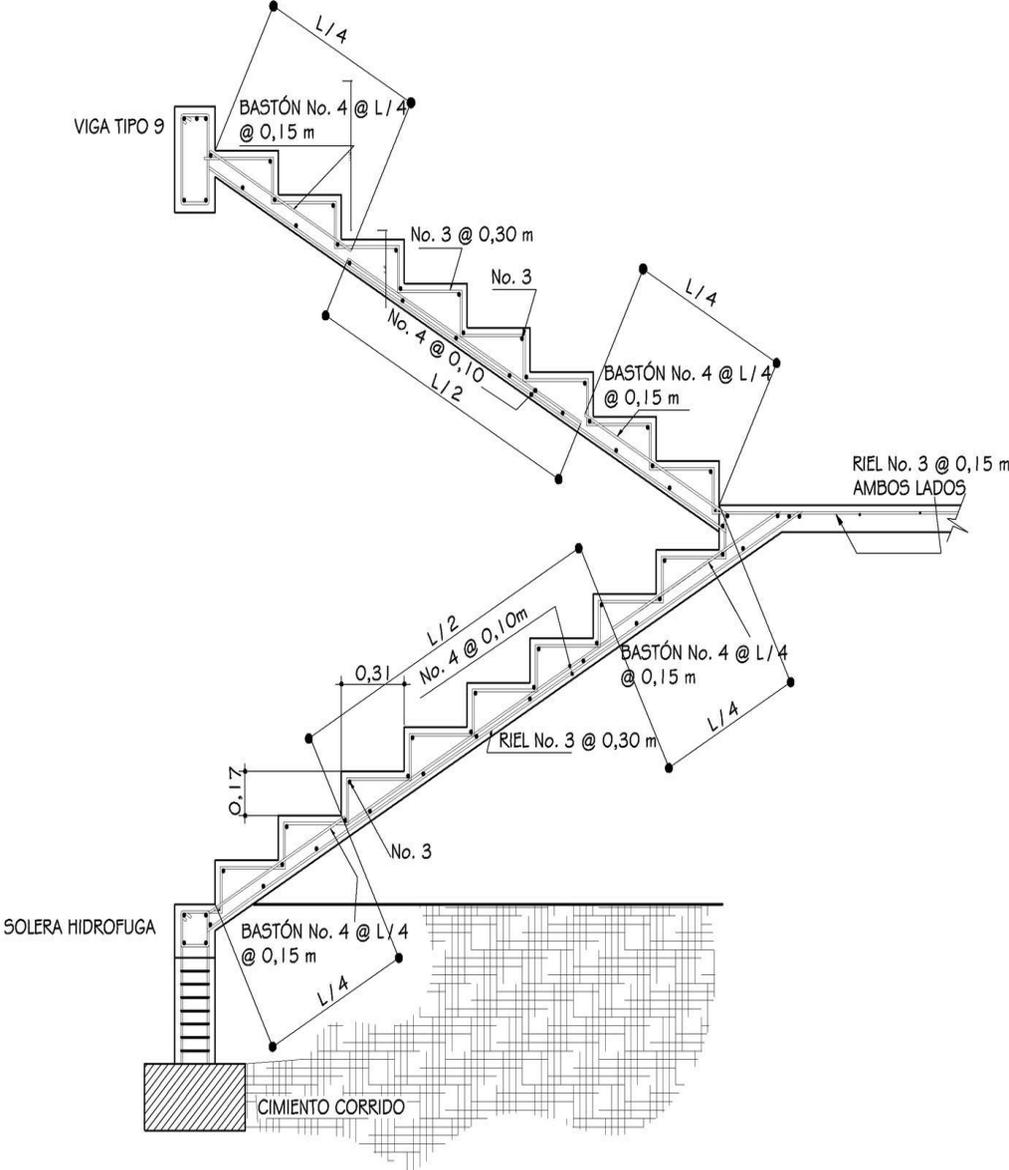
$$\text{Espaciamiento máximo } 3t = 3(0,10) = 0,30 \quad \text{No. 3 @ } 0,30 \text{ m}$$

$$M (+) = 2 \cdot 657,93 \text{ kg-m, entonces } A_s (+) = 10,76 \text{ cm}^2 \quad \text{No. 4 @ } 0,10 \text{ m}$$

$$M (-) = 1 \cdot 708,67 \text{ kg-m, entonces } A_s (-) = 10,76 \text{ cm}^2 \quad \text{No. 4 @ } 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Acero por temperatura} \quad \text{No. 3 @ } 0,30 \text{ m}$$

Figura 30. Detalles estructurales de gradas



Fuente: elaboración propia.

3.4.17. Instalaciones hidráulicas

Agua potable

El proyecto se proveerá de agua potable en cantidad y presión suficiente para satisfacer las necesidades y servicios de los usuarios de acuerdo a los siguiente requisitos mínimos.

- El servicio de agua potable será continuo durante las 24 horas del día.
- La dotación mínima aceptable es de 200 litros/persona/día.
- Son aceptable redes de distribución diseñada por circuitos cerrados.
- En puntos estratégicos de fácil acceso deben instalarse válvulas de sin que se permita aislar tramos de tubería para operaciones de para esto sea necesario cortar el servicio de agua a todo el edificio.
- El tipo de tubería a utilizar será de pvc de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro para ramales principales y de $\frac{1}{2}$ pulgada para conexiones de artefactos.
- Las tuberías deben colocarse lo más alejado posible de las de drenajes y nunca inferiores a este.
- En los puntos de cruce entre tubería de agua y drenaje, las primeras deben quedar por los menos 20 centímetros por encima protegidas con morteros o concreto en una longitud de un metro, a cada lado de cruce.

- Cuando la presión y el servicio de agua no sean suficiente, se instalaran sistemas que proporcionen un abastecimiento adecuado, siendo esto un tanque o cisterna con equipo hidroneumático.

Datos:

C e-o= 408,10

C e-a= 400 cota terreno

Población a atender= 400 personas a atender en el instituto

Dotación = 150 litros/ habitante / día

Caudal medio

$$Q_m = D * P / 86\ 400 = ((150 \text{ l / hab / dia}) * (400 \text{ habitantes})) / 86\ 400$$

$$Q_m = 0,69 \text{ l / s}$$

Caudal máximo diario

Según unepar – infóm FDM habitantes < 1 000 = 1,5

habitantes > 1 000 = 1,2

$$Q_{md} = Q_m * FDM = (0,69 \text{ l / s}) * (1,5) = 1,04 \text{ l / s}$$

Caudal máximo horario

Según unepar – infóm FHM habitantes < 1 000 = 2,5

habitantes > 1 000 = 2,0

$$Q_{mh} = Q_m * FHM = (1,04 \text{ l / s}) * (2,5) = 2,60 \text{ l / s}$$

Caudal de artefactos

$$Q_{artefactos} = Q_{mh} / \text{números artefactos} = (2,60 \text{ l / s}) / (32 \text{ artefactos})$$

$$Q_{artefactos} = 0,081 \text{ l / s}$$

Caudal instantáneo $Q_i = k\sqrt{n-1}$

k = 0,15, para menos de 55 artefactos

n = número de artefactos

k = 0,20, para más de 55 artefactos

Ejemplo de diseño

Tramo 1

Datos

$$Ce-o = 408,10 \text{ comienza} = Co \quad L = 8,10 \text{ m}$$

$$Ce-a = 400 \text{ cota de terreno} = Cf \quad Q = 1,04 \text{ litros / segundo}$$

Carga disponible

Es la carga disponible es la diferencia de nivel entre el punto de partida y el punto posterior se calcula de la siguiente manera.

$$H_f = \text{disponible} = Co - Cf$$

$$H_f \text{ disponible} = 408,10 - 400 = 8,10 \text{ m, carga disponible.}$$

De Hazen Williams se despeja el diámetro teórico y se sustituyen los valores.

$$D = \frac{((1\ 743,811) (L) (Q^{1,85}))^{1/4,57}}{((HF) (C^{1,85}))^{1/4,67}}$$

$$D = \frac{((1\ 743,811) (8,10) (1,04^{1,85}))^{1/4,57}}{((6,00) (150^{1,85}))^{1/4,67}}$$

$$\text{Usar } D1 = 1 / 2 \text{ "}$$

$$D2 = 3 / 4 \text{ "}$$

Cálculo de pérdidas por fricción

$$hf = \frac{((1\ 743,811) (L) (Q^{1,85}))}{(C^{1,85})(D^{4,87})}$$

$$D1 = 0,5$$

$$hf = \frac{((1\ 743,811) (8,10) (1,04^{1,85}))}{((150^{1,85})(0,5^{4,87}))}$$

$$hf = 41,85 \text{ m}$$

$$D2 = 0,75$$

$$hf = \frac{((1\ 743,811) (8,10) (1,04^{1,85}))}{((150^{1,85})(0,75^{4,87}))}$$

$$hf = 5,81 \text{ m}$$

Utilizar de 3 / 4 " que produce menos perdida. $H_f = 5,81$

Cálculo de cota piezométrica

$$P_{lf} = P_{lo} - H_f$$

$$P_{lf} = 408,10 - 5,81$$

$$P_{lf} = 402,29 \text{ m}$$

P_{lf} = Cota piezométrica final tramo

P_{lo} = Cota piezométrica inicio tramo

H_f = pérdida por fricción

Cálculo de presiones

$$\text{Presión dinámica} = P_{lf} - \text{cota terreno} = 402,29 - 400,00 = 2,29 \text{ m.c.a.}$$

$$\text{Presión estática} = \text{Presión dinámica} + h_f = 2,29 + 5,81 = 8,10 \text{ m.c.a.}$$

Ver detalle en apéndice C

3.4.18. Instalaciones de drenajes

Drenaje

La función del sistema de drenaje en el edificio consistirá en eliminar con seguridad y rapidez los desechos sólidos de acuerdo a los siguientes requisitos mínimos:

- Deberá dotarse de un sistema separativo de drenajes, que garantice la correcta evacuación y disposición de aguas negras y pluviales.
- El objetivo del drenaje sanitario es la evacuación de las aguas residuales provenientes de sanitarios, cocinas y otros, debiendo diseñarse de acuerdo a los requisitos siguientes
 - Tuberías enterradas deben tener una pendiente mínima de 2 y máxima de 6 por ciento.
 - El objetivo del drenaje pluvial es la evacuación de las aguas provenientes de la escorrentía proveniente por la precipitación

pluvial, debiendo diseñarse el sistema adecuado, las bajadas deben ubicarse si es posible en paredes exteriores de la edificio protegidos con mortero, concreto u otro material.

Tabla XXXIII. **Diámetros mínimos de tuberías por accesorio sanitario**

ARTEFACTO	DIAMETRO MÍNIMO
Inodoro	4"
lavamanos	1 ½"
urinal	1 ½"
pila	2"

Fuente: DMP. Municipalidad de Guanagazapa, Escuintla.

Ejemplo de diseño de un tramo drenaje sanitario del instituto

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV 1 y PV 2; los datos necesarios para calcularlo son los siguientes:

- PV. 1 a PV. 2
- Características

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Tramo	De Est 1 a Est 2
Distancia	10,70 m
Número de casos del tramo: 0	Casos acumuladas: 18
Densidad de artefactos:	6 alumnos / artefactos
Total de habitantes a servir:	actuales: 200 Futuros: 200
- Cotas del terreno

Inicial	400,00 m
Final	400,00 m

- Pendiente del terreno $P = ((CT_{inicial} - CT_{final}) / distancia) * 100$
 $P = ((400 - 400) / 10,70) * 100 = 0 \%$
- Caudal medio $Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ci} + Q_{inf}$
 $Q_{dom} = No. Hab * Dotación * F.R. / 86 400$
 $Q_{dom} = 400 * 150 * 0,80 / 86 400 = 0,55 \text{ l/s}$
 $Q_{ci} = 25 \% Q_{dom} = 0,25 * 0,61 = 0,14 \text{ l/s}$
 $Q_{inf} = (\text{Tubería PVC}) = 0$
 $Q_{med} = 0,55 + 0,14 = 0,69 \text{ l/s}$
- Factor de caudal medio $FQM = Q_{med} / No. habitantes$
 $FQM = 0,69 / 400 = 0,0017$

Para este proyecto se tomó el valor de 0.002 como factor de caudal medio el cual es un dato regulado por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

- Factor de Harmond $FH = (1) + 14 / (4 + \sqrt{P})$ y $P = 200 / 100$
 $FH = (1) + 14 / (4 + \sqrt{2,00})$
 $FH = 3,58$
- Caudal de diseño $q_{dis} = No. Habitantes * fqm * F.H.$
 $q_{dis} = 200 * 0,002 * 3,58 = 1,43 \text{ l/s}$
- Diámetro de tubería 4" (Tuvo PVC)
- Pendiente de tubería 3,00% sugerida
- Velocidad a sección llena $V = 0,003439 / n * (D * 0,0254)^{2/3} * S^{1/2}$
 $V = 0,003439 / 0,01 * (4 * 0,0254)^{2/3} * (3,00)^{1/2} = 1,50 \text{ m/s}$
- Caudal a sección llena $Q_{sección\ llena} = A * V$
 $Q_{sección\ llena} = (\pi / 4) * (4 * 0,0254)^2 * 1,50 * 10^3$
 $Q_{sección\ llena} = 12,18 \text{ l/s}$
- Relación de caudales $q_{dis} / Q_{sección\ llena} = 1,43 / 12,81$

$$q_{\text{dis}} / Q_{\text{sección llena}} = 0,111$$

- Relación de velocidad $v / V = 0,6592$ dato de tabla
- Relación de tirante $d / D = 0,225$ dato de tabla
- Velocidad a sección parcial $v = V * (v / V)$
 $v = 1,50 * 0,6592 = 0,99 \text{ m/s}$

- Revisión de especificaciones hidráulicas:

- Para caudales $q_{\text{dis}} < Q_{\text{sección llena}}$ $1,43 \text{ l/s} < 12,18 \text{ l/s}$ si
- Para velocidad $0,40 \leq v \leq 4,00 \text{ m/s}$ $0,40 \leq 0,99 \leq 4,00 \text{ m/s}$ si
- Relación d / D $0,10 \leq d/D \leq 0,75$ $0,10 \leq 0,22 \leq 0,75$ si

Ver detalle en apéndice B

Ejemplo de diseño de un tramo de drenaje pluvial

- Coeficiente de escorrentía

Para techos = 0,70

- Área tributaria

1 m² _____ 0,00010 Hectáreas 0,012 Hectáreas

128,96 m² _____ X

- Intensidad de lluvia inicio de tramo

$$I = \frac{13\,455,20}{t + 104,14} = \frac{13\,455,20}{12 + 104,14} = 115,85 \approx 116 \text{ mm / hora}$$

Estación más cercana el pito chócola Suchitepéquez

- Caudal

$$Q = \frac{C * I * A * 1000}{360} = \frac{0,70 * 116 * 0,012 * 1000}{360} = 2,70 \text{ l / s}$$
- Velocidad sección llena

$$V = 0,003439 / n * (D * 0,0254)^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = 0,003439 / 0,010 * (4 * 0,0254)^{2/3} * (0,90)^{1/2}$$

$$V = 8,12 \text{ m / s}$$
- Caudal a sección llena

$$Q \text{ sección llena} = A * V$$

$$Q \text{ sección llena} = (\pi / 4) * (4 * 0,0254)^2 * 1,50 * 10^3$$

$$Q \text{ sección llena} = 65 \text{ l / s}$$
- Relación de caudales

$$q \text{ dis} / Q \text{ sección llena} = 2,70 / 65$$

$$q \text{ dis} / Q \text{ sección llena} = 0,041$$
- Relación de velocidad $v / V = 0,4930$ dato de tabla
- Relación de tirante $d / D = 0,1390$ dato de tabla
- Velocidad a sección parcial $v = V * (v / V)$

$$v = 8,12 * 0,4390 = 4,00 \text{ m/s}$$
- Revisión de especificaciones hidráulicas:
 - Para caudales $q \text{ dis} < Q \text{ secllena}$ $2,70 \text{ l/s} < 12,18 \text{ l/s}$ si
 - Para velocidad $0,40 \leq v \leq 4,00 \text{ m/s}$ $0,40 \leq 4,00 \leq 4,00 \text{ m/s}$ si
 - Relación d / D $0,10 \leq d/D \leq 0,75$ $0,10 \leq 0,139 \leq 0,75$ si

Ver detalle en apéndice D.

3.4.19. Instalaciones eléctricas

Con base en el manual de normas para acometidas de servicio eléctrico de la empresa eléctrica (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 egea 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
- Tablero de distribución

De acuerdo con lo anterior, se colocará, un tablero principal con tierra física.

Para conexión de electrodos a tierra se debe colocar una varilla de cobre con una longitud mínima de 2,5 metros y $\frac{1}{2}$ " de diámetro protegerán con un flip-on de 15 a 20 amperios por cada 12 unidades como máximo, basándose principalmente en lo que determinen los cálculos.

Según la norma de circuitos de iluminación y tomacorrientes se considero el métodos del total de potencia que son los watts o kilowatts que suman todas las lámparas tomacorrientes y el resto de conexiones eléctricas y así logran la iluminación adecuada en cada área específica.

Ejemplo instituto de dos niveles

54 candelas de 216 watts cada una = 11 664,00 watts

58 tomacorrientes de 100 watts cada uno = 5 800,00 watts

Sumatoria= 17 464,00 watts

En base a lo especificado por la norma y teniendo una potencia de 17 464, 00 watts se colocaran 12 circuitos, 6 para iluminación y 6 para circuitos de fuerza del instituto.

Ejemplo cálculo circuito A iluminación ver en planos

Se colocaran 10 candelas de 54 watts

$I = P / V = 2\ 160 \text{ watts} / 120 \text{ volts} = 18 \text{ Amperes}$

Entonces utilizar un flip-on de 20 Amperios para circuito A por eegsa para un flip-on de 20 amperios se debe colocar un alambre calibre 12 y para interruptores calibre 10.

Ejemplo cálculo circuito I fuerza

Se colocaran 9 tomacorrientes de 100 watts

$I = P / V = 900 / 120 = 7,5 \text{ Amperes}$

Entonces utilizar flip-on de 20 amperios para circuito I y calibre 12

Tuberías y ductos

Se utilizará tubería de pvc eléctrico en caso de quedar enterrada o bajo tierra, se deberá proteger con concreto pobre, las uniones debe completamente impermeables.

Dependiendo del calibre y número de conductores que pasan por el así será el diámetro requerido en este caso 1”.

3.4.20. Estudio de impacto ambiental inicial

Para realizar el estudio de impacto ambiental se utilizará el estudio de impacto ambiental según Secretaria de planificación (SEGEPLAN), en la cual es posible clasificar lo impactos adversos significativos, impactos adversos no significativos y los impactos significativos esto con base en el tipo de proyecto. Según la tabla XXXVIV.

Tabla XXXIV. Estudio de impacto ambiental inicial

Identificación y Evaluación de Riesgo Programas y Proyectos			Exposición al evento	Genera el evento	Amenaza				Vulnerabilidad				R = amenaza * vulner.
					Insignificante	Mínima	Moderada	Severa	Baja	Media	Alta	Extrem. Alta	
Origen del Evento	Factor	Tipo de Evento	1	4	8	10	2	4	8	10			
Naturales	Meteorológicos	Huracanes, ciclones y tifones	1				2				2		
		Tornados (vientos fuertes)	1				2				2		
		Tormenta tropical		4			2				8		
		Onda térmica fría	1				2				2		
		Onda térmica cálida		4				4			16		
		Inundaciones	1				2				2		
		Sequías que provocan pérdidas agrícolas	1				2				2		
	Otros: Especifique												
	Topográficos ó Geotécnicos	Derrumbes	1				2				2		
		Deslizamientos	1				2				2		
		Lahares	1				2				2		
	Tectónicos ó Geológicos	Flujos de lodo y agua	1				2				2		
		Otros											
		Terremotos (sismos)		4				4			16		
		Erupciones volcánicas	1				2				2		
Maremotos (tsunamis)		1				2				2			
Antropico - Social	Derechos humanos	Violación de derechos humanos		4			2				8		
		Genera pobreza y exclusión social		4			2				8		
		Genera discriminación (género, étnia, discapacidad)	1				2				2		
		Ocurrencia de epidemias	1				2				2		
		Otros											
	Seguridad ciudadana	Asesinatos y crímenes	1				2				2		
		Delincuencia organizada	1				2				2		
		Delincuencia común	1				2				2		
		Conflictos limítrofes	1				2				2		
		Ocurrencia de guerra	1				2				2		
	Entorno político	Ocurrencia de terrorismo	1				2				2		
		Otros											
		Crisis política (pérdida democracia)	1				2				2		
		Crisis gobernabilidad (alteración orden público)	1				2				2		
		Crisis económica (empobrecimiento)		4				4			16		
Crisis social (conflictos entre pobladores)		1					4			4			
Otros													
Manejo del ambiente	Destrucción de hábitats naturales.	1				2				2			
	Radiación solar intensa	1				4				4			
	Descarga de sólidos y líquidos a cuerpos de agua	1					4			4			
	Descarga de partículas sólidas al aire	1				2				2			
	Contaminación por ruido superior a 90 DB	1				2				2			
	Contaminación de suelos	1				2				2			
	Sobreexplotación de recursos naturales	1					4			4			
	Desertificación	1				2				2			
	Incendios forestales	1					4			4			
	Otros												
Accidentes	Fallas industriales y tecnológicas	1				2				2			
	De transporte aéreo, acuático y terrestre	1				2				2			
	Derrame de productos petroleros	1				2				2			
	Depósitos industriales y químicos	1				2				2			
	Colapso de estructuras	1					4			4			
	Explosiones	1				2				2			
	Centrales eléctricas, térmicas y geotérmicas.	1				2				2			
	Oleoductos	1				2				2			
	Coheterias	1				2				2			
	Urbanización desordenada		2					8		16			
Edificios, ruinas, monumentos abandonados	1				2				2				
Otros													
Factor	Escala	Descripción											
Amenaza	Insignificante	No apreciable											
	Mínima	Visible, sin importancia para la estabilidad del sistema											
	Moderada	Alteración notable, pero en un ámbito reducido											
	Severa	Alteración notable, extensa consecuencias dañinas y mortales											
Vulnerabilidad	Baja	Población es afectada en forma mínima, no existe peligro de muerte.											
	Media	Población es afectada focalmente, existe peligro de muerte.											
	Alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte.											
	Extrem. Alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte, sin capacidad de recuperación.											
Escala de decisión	Bajo	menor 400											
Riesgo	Medio	mayor de 400 hasta 600											
(puntos de riesgo)	Alto	mayor de 1000									182		

Fuente: SEGEPLAN.

3.4.21. Elaboración de presupuesto

El presupuesto fue elaborado a base de precios unitarios, aplicando un 40 por ciento de costos indirectos incluye administración, supervisión y utilidades. Los materiales mediante cotizaciones centros cercanos y manos de obra calificada

Tabla XXXV. Elaboración presupuesto del instituto

No	RENGLÓN	UNILDAD	CANNTIDAD	P.U.		SUB-TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.1	Trazo y limpieza	m ²	542,3	Q 31,88	Q	17 290,84
1.2	Nivelación	m ²	542,3	Q 10,52	Q	5 706,00
2	CIMENTACIÓN					
2.1	Cimiento corrido	ml	198,36	Q 478,11	Q	94 838,80
3	SOLERAS					
3.1	Solera hidrófuga	ml	198,36	Q 311,56	Q	61 801,65
3.2	Solera intermedias	ml	396,72	Q 344,47	Q	136 657,52
4	COLUMNAS					
4.1	Columnas tipo A	ml	139	Q 405,45	Q	56 358,05
4.2	Columnas tipo B	ml	80	Q 335,78	Q	26 862,30
4.3	Columnas tipo C	ml	231	Q 128,10	Q	29 591,60
4.4	Columnas tipo D	ml	159	Q 206,57	Q	32 845,37
5	VIGAS					
5.1	Vigas corona primer nivel	ml	245,56	Q 1 000,40	Q	245 658,24
5.2	vigas corona segundo nivel	ml	245,56	Q 900,49	Q	221 124,98
6	LOSAS					
6.1	losas	m ²	986,14	Q 607,36	Q	598 938,84
7	ACABADOS					
7.1	piso	m ²	784,96	Q 473,05	Q	371 326,30
7.2	repello	m ²	2974,80	Q 96,97	Q	288 855,40
7.3	piso de baño	m ²	70,52	Q 468,85	Q	33 963,47
7.4	jardineras	m ²	32	Q 313,03	Q	10 017,00
7.5	pintura	m ²	2974,8	Q 031,70	Q	94 305,60
7.5	azulejos	m ²	28	Q 405,00	Q	11 340,00
8	PUERTAS Y VENTANAS					
8.1	Puerta P-1	unidad	6	Q 2 500,00	Q	15 000,00
8.2	Puerta P-2	unidad	4	Q 2 000,00	Q	8 000,00
8.3	Puerta P-3	unidad	8	Q 300,00	Q	2 400,00
8.4	Puerta P-4	unidad	6	Q 2 000,00	Q	12 000,00
8.5	Puerta P-5	unidad	4	Q 2 000,00	Q	8 000,00
8.6	Puerta P-6	unidad	12	Q 2 000,00	Q	24 000,00
8.7	Puerta P-7	unidad	16	Q 300,00	Q	4 800,00
8.8	Ventana V-1	unidad	12	Q 2 500,00	Q	30 000,00
8.9	Ventana V-2	unidad	12	Q 1 300,00	Q	15 600,00
8.10	Ventana V-3	unidad	4	Q 1 000,00	Q	4 000,00
8.11	Ventana V-4	unidad	16	Q 500,00	Q	8 000,00
8.12	Ventana V-5	unidad	4	Q 1 000,00	Q	4 000,00
9	MODULO DE GRADAS					
9.1	Modulo de gradas	global	1	Q 11 451,24	Q	11 451,24
10	INSTALACIÓN HIDRAULICA					
10.1	Instalación hidráulica	global	1	Q 15 626,25	Q	15 626,25
11	INSTALACIÓN DRENAJES					
11.1	Instalación drenajes	global	1	Q 159 910,47	Q	159 910,47
12	INSTALACIÓN LUZ Y FUERZA					
12.1	Instalación de luz y fuerza	global	1	Q 143 016,30	Q	143 016,30
13	LEVANTADO DE BLOCKS					
13.1	Instalación luz y fuerza	m ²	1 388,51	Q 407,54	Q	566 587,77
						COSTO TOTAL
						Q 3 369 164,99

Fuente: elaboración propia

3.4.22. Cronograma de actividades

En todo proyecto de gran magnitud, se debe de incluir un cronograma de actividades, que es valioso para estimar el tiempo de ejecución de cada renglón del presupuesto.

Tabla XXXVI. Cronograma de actividades

No.	RENGLON	MES 1			MES 2			MES 3			MES 4			MES 5			MES 6			MES 7			MES 8				
		SI	SZ	SA																							
1	Trabajos preliminares																										
2	Cimentación																										
3	Soteras																										
4	Columnas																										
5	Vigas																										
6	Losas																										
7	Acabados																										
8	Puertas y ventanas																										
9	Medio de gradas																										
10	Instalación hidráulica																										
11	Instalación drenajes																										
12	Instalación luz y fuerza																										
13	Levanado de bloques																										

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es muy importante, ya que le da la oportunidad de realizar proyectos reales, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica del estudiante, razón por la cual se constituye en un importante complemento de experiencia y criterio técnico.
2. El costo que asciende el proyecto de sistema de alcantarillado sanitario es de Q 1 729 394,80 (un millón setecientos veintinueve mil trescientos noventa y cuatro con ochenta centavos) y según el análisis con un costo / beneficio de Q 893,41 / habitantes el valor se considera aceptable para las instituciones que financian este tipo de proyectos, ya que según SEGEPLAN un proyecto para ser viable debe de estar dentro de un rango de Q 1 000,00 / habitante.
3. La distribución de ambientes necesarias del instituto, se realizó cumpliendo con los requerimientos del Ministerio de Educación, autoridades municipales y COCODE.

RECOMENDACIONES

1. A la Facultad de Ingeniería: incorporar dentro de la formación académica, el curso de Mampostería reforzada como curso obligatorio, para la Escuela de Civil.
2. A la Municipalidad de Guanagazapa: capacitar a los miembros del COCODE y autoridades del caserío San Rafael Cacaotal, en lo concerniente a la gestión de proyectos.
3. A las autoridades del caserío San Rafael Cacaotal: promover la participación de pobladores con el aporte de mano de obra no calificada en el cuidado y mantenimiento de la obra.

BIBLIOGRAFÍA

1. 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. 500 p.
2. CABRERA SEIS, Jadenón Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones I*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1994. 155 p.
3. McCOMARC, Jack. *Diseño de concreto reforzado*. 5a ed. Mexico: Alfaomega, 2002. 797 p.
4. NILSÓN, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. 5a ed. Colombia: Mcgraw-Hill, 2002. 722 p.

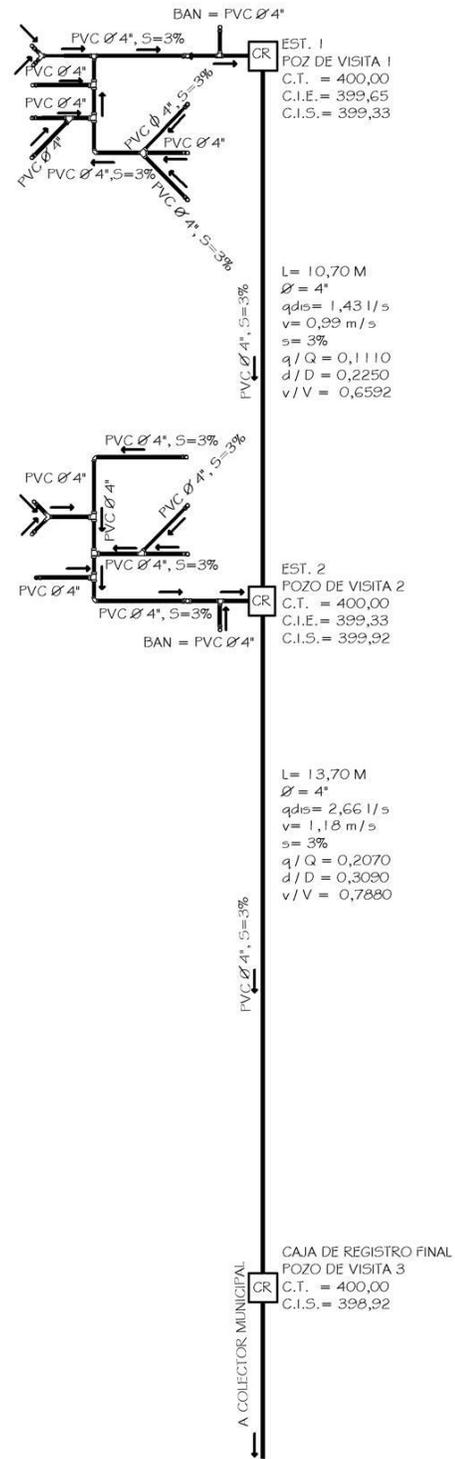
APÉNDICES

A. Libreta topográfica San Rafael Cacaotal

LIBRETA TOPOGRAFICA						
DE	A	AZIMUTH			DISTANCIA	OBSERVACIONES
		G	M	S		
E-0	E-1	234	25	00	56.80	
E-1	E-2	230	50	10	57.08	
E-2.0	E-2.1	144	04	00	40.00	CALLE 1
E-2.1	E-2.2	144	04	00	40.00	CALLE 1
E-2.2	E-2.3	144	04	00	52.46	CALLE 1
E-2.3	E-2.4	143	44	00	58.66	CALLE 1
E-2	E-3	224	48	30	48.95	
E-3.0	E-3.1	143	27	40	74.70	CALLE 2
E-3.1	E-3.2	143	28	20	48.90	CALLE 2
E-3.2	E-3.3	145	35	00	44.38	CALLE 2
E-3	E-4	231	57	00	47.60	
E-4	E-4.1	143	44	00	73.02	CALLE 3
E-4.1	E-4.2	143	34	00	50.27	CALLE 3
E-4	E-5	255	58	20	17.02	
E-5	E-6	220	18	00	100.00	
E-6	E-6.1	149	35	15	46.24	CALLE 4
E-6.1	E-6.2	149	40	36	33.80	CALLE 4
E-6.1	E-6.2	149	40	36	41.27	CALLE 4
E-6	E-7	240	28	00	48.34	
E-7	E-7.1	149	20	40	48.22	CALLE 5
E-7	E-8	239	22	00	48.18	
E-8	E-8.1	149	14	00	40.00	CALLE 6
E-8.1	E-8.2	149	14	00	9.39	CALLE 6
E-8.2	E-8.3	151	14	40	20.60	CALLE 6
E-8.3	E-8.4	151	14	40	30.00	CALLE 6
E-8.4	E-8.5	151	14	40	11.17	CALLE 6
E-8	E-9	239	22	00	55.10	
E-9	E-9.1	150	03	00	35.00	CALLE 7
E-9.1	E-9.2	150	18	53	61.90	CALLE 7
E-8.2	E-7.1	57	59	18	48.40	2da AVENIDA
E-7.1	E-6.1	58	6	51	48.10	2da AVENIDA
E-4.2	E-3.2	52	21	29	48.00	3ra AVENIDA
E-3.2	E-2.3	55	34	29	47.00	3ra AVENIDA

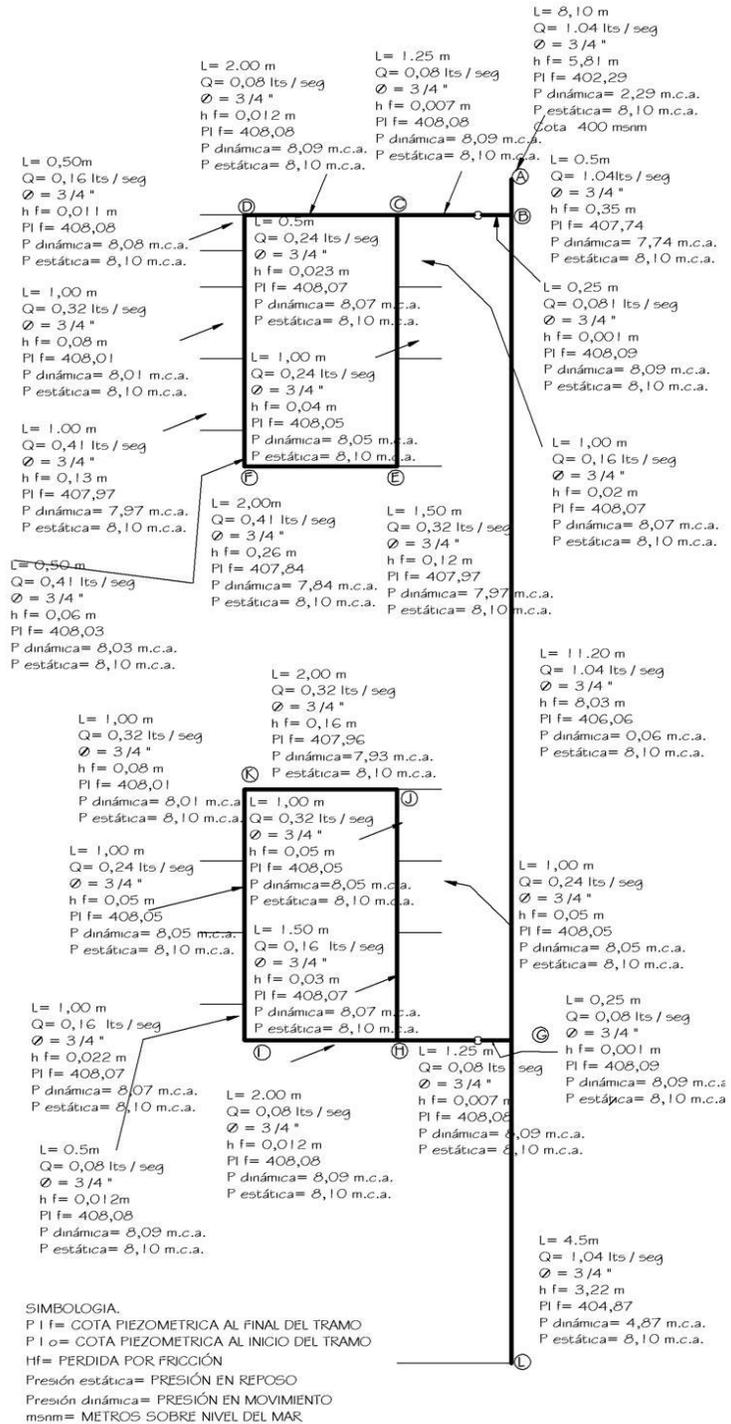
Fuente: elaboración propia.

B. Cálculo de drenajes del instituto



Fuente: elaboración propia.

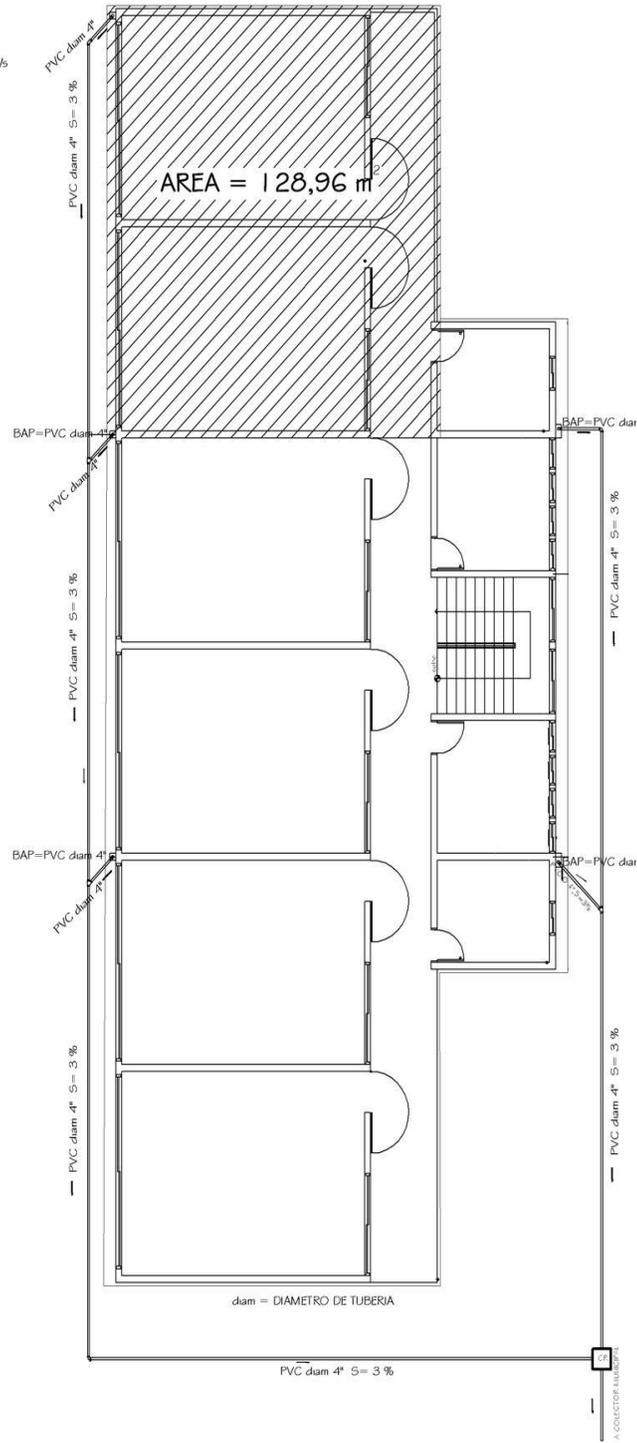
C. Cálculo hidráulico para instituto



Fuente: elaboración propia

D. Cálculo drenaje pluvial

BAP=PVC diam 4"
 $v = 4,00 \text{ m/s}$
 $q \text{ des} = 2,70 \text{ lts/s}$
 $Q_{\text{secc llena}} = 65 \text{ lts/s}$
 $v/V = 0,493$
 $d/D = 0,139$



Fuente: elaboración propia.

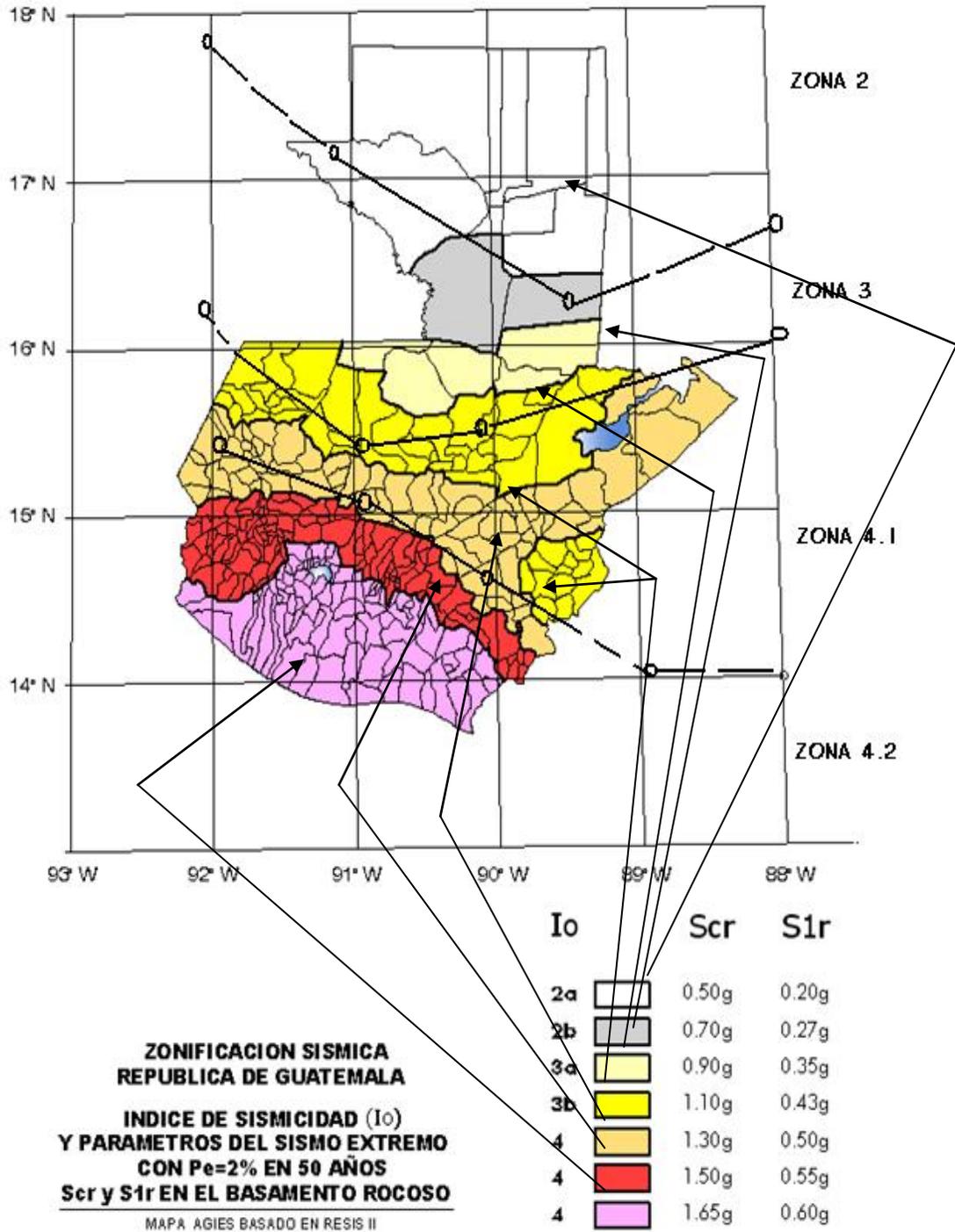
E. Diseño hidráulico caserío San Rafael Cacaotal

Estaciones	Cotas		Distancia	S. terreno	No. Casas	No. Habitantes	Factor Qm	F.H.		q. diseño (l/s)	Diámetro	Pendiente	Pendiente %	Área tubo	Sección llena	Rel. hidráulicas act.			Rel. hidráulicas fut.			Velocidad		Cotas Invert		Altura de pozos		Excavación					
	De	A						Inicio	Final							D.H.	%	Act.	Fut.	Act.	Fut.	q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D		Act.	Fut.	Inicio	Final	Inicio
0	1	99.70	91.45	58.80	14.62	4	7	24	40	0.0020	4.3981	4.3321	0.2111	0.3493	6	14.62	0.1452	0.01824	2.9873	54.4937	0.0039	0.2390	0.0450	0.0064	0.2810	0.0575	0.7140	0.8394	88.50	90.25	1.20	1.20	40.8510
1	2	91.45	82.78	57.08	15.19	7	12	42	71	0.0020	4.3254	4.2164	0.3633	0.5949	6	15.19	0.1519	0.01824	3.1252	57.0082	0.0064	0.2810	0.0575	0.0104	0.3270	0.0725	0.8782	1.0219	90.25	81.58	1.20	1.20	41.1053
2	2.1	82.78	71.70	40.00	27.70	11	19	66	111	0.0020	4.2333	4.0740	0.5588	0.9032	6	27.70	0.277	0.01824	5.6990	103.958	0.0054	0.2730	0.0550	0.0087	0.3120	0.0675	1.5558	1.7781	81.58	70.50	1.20	1.20	28.8000
2.1	2.2	71.70	65.24	40.00	16.15	14	24	84	141	0.0020	4.1674	3.9753	0.7001	1.1217	6	16.15	0.1615	0.01824	3.3227	80.6111	0.0116	0.3340	0.0750	0.0185	0.3880	0.0950	1.1098	1.2892	70.50	64.04	1.20	1.20	28.8000
2.2	2.3	65.24	62.20	52.46	6.79	18	31	108	181	0.0020	4.0837	3.8531	0.8621	1.3979	6	6.79	0.0579	0.01824	1.1912	21.7299	0.0406	0.4900	0.1375	0.0643	0.5600	0.1700	0.5837	0.8671	64.04	61.00	1.20	1.20	37.7308
2.3	2.4	62.20	57.92	58.86	7.30	21	36	126	212	0.0020	4.0238	3.7678	1.0140	1.5947	6	7.30	0.073	0.01824	1.5019	27.387	0.0370	0.4790	0.1325	0.0582	0.5480	0.1650	0.7194	0.8230	61.00	56.72	1.20	1.20	42.2736
2	3	82.78	77.8	48.95	10.17	10	17	60	101	0.0020	4.2558	4.1084	0.5107	0.8281	6	10.17	0.1017	0.01824	2.0924	38.1881	0.0134	0.3480	0.0800	0.0217	0.4010	0.1000	0.7281	0.8390	81.58	78.60	1.20	1.20	35.2178
3	3.1	77.80	70.80	74.70	9.37	18	31	108	181	0.0020	4.0837	3.8531	0.8621	1.3979	6	9.37	0.0937	0.01824	1.9279	35.1657	0.0251	0.4280	0.1100	0.0398	0.4840	0.1350	0.8212	0.9330	78.60	69.80	1.20	1.20	53.7703
3.1	3.2	70.80	60.70	48.90	20.65	22	37	132	222	0.0020	4.0043	3.7405	1.0571	1.8686	6	20.65	0.2065	0.01824	4.2485	77.4996	0.0136	0.3480	0.080	0.0214	0.4010	0.10000	1.4785	1.7037	69.80	59.50	1.20	1.20	35.1785
3.2	3.3	60.70	57.34	44.38	7.67	32	54	192	322	0.0020	3.8226	3.4945	1.4679	2.2538	6	7.67	0.0757	0.01824	1.5575	28.4103	0.0517	0.5220	0.1525	0.0793	0.5960	0.1900	0.8130	0.9282	59.50	56.14	1.20	1.20	31.9478
3	4	77.80	74.15	47.60	7.87	11	19	66	111	0.0020	4.2333	4.0740	0.5588	0.9032	6	7.87	0.0787	0.01824	1.5780	28.7858	0.0194	0.3930	0.0975	0.0314	0.4560	0.1225	0.8202	0.7198	78.60	72.95	1.20	1.20	34.2851
4	4.1	74.15	72.63	73.03	2.08	14	24	84	141	0.0020	4.1674	3.9753	0.7001	1.1217	6	3.80	0.038	0.01824	0.7818	14.2814	0.0491	0.5220	0.1575	0.0787	0.5960	0.1900	0.4081	0.4860	72.95	70.17	1.20	2.48	80.0805
4.1	4.2	72.63	67.80	50.27	10.01	16	27	96	161	0.0020	4.1250	3.9129	0.7920	1.2618	6	7.50	0.075	0.01824	1.5431	28.1476	0.0281	0.4390	0.1150	0.0448	0.5070	0.1450	0.6774	0.7823	70.17	66.40	1.20	1.20	55.2002
4	5	74.15	71.80	17.02	14.98	12	21	72	121	0.0020	4.2110	4.0404	0.8064	0.9772	6	14.98	0.1498	0.01824	3.0820	56.2201	0.0108	0.3270	0.0725	0.0174	0.3810	0.0925	1.0078	1.1742	72.95	70.40	1.20	1.20	12.2523
5	5	71.80	67.93	100.00	13.87	15	26	90	151	0.0020	4.1461	3.9438	0.7463	1.1923	6	13.87	0.1387	0.01824	2.8125	51.3036	0.0145	0.3610	0.085	0.0232	0.4140	0.1050	1.0153	1.1644	70.40	58.73	1.20	1.20	72.0000
6.3	6.1	55.96	57.1	76.07	-1.52	9	16	54	91	0.0020	4.2787	4.1436	0.4821	0.7516	6	3.20	0.032	0.03243	1.1704	37.9564	0.0122	0.3410	0.0775	0.0198	0.3930	0.0975	0.3991	0.4600	54.96	52.58	1.00	4.54	124.8188
6	6.1	57.93	57.1	46.24	1.79	19	32	114	191	0.0020	4.0835	3.8241	0.9265	1.4644	6	8.97	0.0897	0.03243	3.2809	108.398	0.0087	0.3120	0.0675	0.0138	0.3550	0.0825	1.0236	1.1847	56.73	62.58	1.20	4.52	79.3183
6	7	57.93	55.05	48.34	5.96	25	42	150	252	0.0020	3.9474	3.6618	1.1842	1.8451	6	6.96	0.0696	0.01824	1.2262	22.3679	0.0529	0.5280	0.155	0.0825	0.6500	0.195	0.6474	0.7970	56.73	53.85	1.20	1.20	34.8202
7	7.1	55.05	48.53	48.22	13.52	29	49	174	292	0.0020	3.8747	3.5835	1.3484	2.0829	6	11.42	0.1142	0.01824	2.3496	42.8594	0.0315	0.4580	0.1225	0.0486	0.5170	0.1500	1.0714	1.2147	52.84	47.33	2.21	1.20	49.2817
6.1	7.1	57.10	48.53	48.10	17.82	19	32	114	191	0.0020	4.0835	3.8241	0.9265	1.4644	6	10.91	0.1091	0.01824	2.2446	40.9453	0.0226	0.4080	0.1025	0.0358	0.4730	0.1300	0.9158	1.0817	52.58	47.33	4.52	1.20	82.5066
9	8	59.53	55.64	55.10	7.06	6	10	36	60	0.0020	4.3493	4.2541	0.3131	0.5144	6	7.06	0.0706	0.01824	1.4525	26.4962	0.0118	0.3410	0.0775	0.0194	0.3930	0.0975	0.4953	0.5708	58.33	54.44	1.20	1.20	39.6730
8	7	55.84	55.05	48.18	1.22	23	39	138	232	0.0020	3.9851	3.7138	1.0999	1.7216	6	3.30	0.033	0.01824	0.8789	12.3849	0.0888	0.8150	0.2000	0.1390	0.7020	0.2500	0.4175	0.4766	64.44	62.85	1.20	2.20	49.1427
8	8.2	55.84	54.3	49.39	2.71	10	17	60	101	0.0020	4.2558	4.1084	0.5107	0.8281	6	4.50	0.045	0.01824	0.9258	18.8885	0.0302	0.4500	0.1200	0.0490	0.5220	0.1525	0.4198	0.4833	54.44	52.22	1.20	2.08	48.6375
8.2	8.3	54.3	50.89	20.6	16.55	11	19	66	111	0.0020	4.2333	4.0740	0.5588	0.9032	6	12.28	0.1228	0.01824	2.5285	46.0869	0.0121	0.3410	0.0775	0.0196	0.3930	0.0975	0.8615	0.9929	52.22	49.69	2.08	1.20	20.2884
8.3	8.4	50.89	42.93	30.00	26.53	12	21	72	121	0.0020	4.2110	4.0404	0.8064	0.9772	6	26.53	0.2653	0.01824	5.4583	99.5673	0.0061	0.2810	0.0575	0.0099	0.3200	0.0700	1.5338	1.7467	49.69	41.73	1.20	1.20	21.5910
8.4	8.5	42.93	41.83	11.71	8.54	14	24	84	141	0.0020	4.1674	3.9753	0.7001	1.1217	6	8.74	0.0874	0.01824	1.7982	32.8013	0.0213	0.4010	0.1000	0.0342	0.4880	0.1275	0.7211	0.8415	41.73	40.71	1.20	1.22	8.5136
9	9.1	59.53	56.23	35.00	9.43	4	7	24	40	0.0020	4.3981	4.3321	0.2111	0.3493	6	9.43	0.0943	0.01824	1.9401	35.3909	0.0060	0.2810	0.0575	0.0099	0.3200	0.0700	0.5452	0.8208	58.33	55.03	1.20	1.20	25.2053
9.1	9.2	56.23	41.15	61.90	24.36	11	19	66	111	0.0020	4.2333	4.0740	0.5588	0.9032	6	24.36	0.2436	0.01824	5.0118	91.4233	0.0061	0.2810	0.0575	0.0099	0.3200	0.0700	1.4083	1.6038	55.03	39.95	1.20	1.20	44.5465
4.2	3.2	87.80	60.70	48.00	14.36	17	29	102	171	0.0020	4.1042	3.8827	0.8373	1.3303	6	14.26	0.1426	0.01824	2.9339	53.5179	0.0156	0.3680	0.0875	0.0249	0.4260	0.1100	1.0797	1.2488	66.40	59.58	1.20	1.14	33.7651
1 435.70																																	
1 263.9760																																	

Fuente: elaboración propia

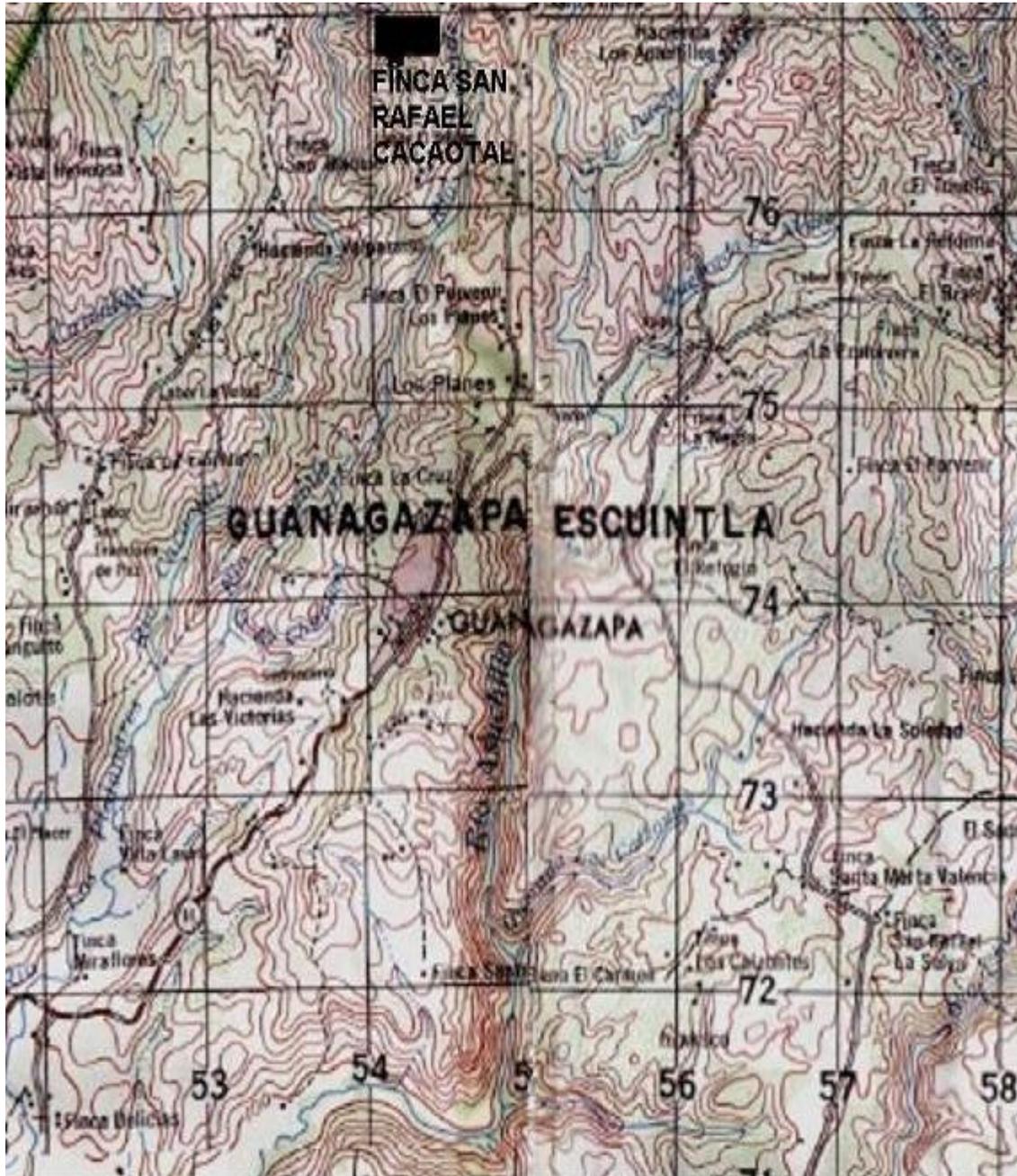
ANEXOS

1. Zonas sísmicas propuesta por AGIES para Guatemala



Fuente: normas AGIES, NSE 2: 4-5.

2. Mapa de ubicación y localización



Fuente: instituto Geográfico Nacional.

3. Coeficientes para momentos negativos en losas

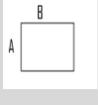
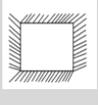
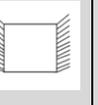
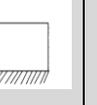
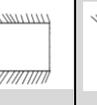
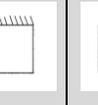
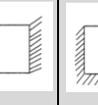
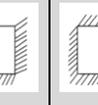
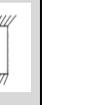
$$M_a = -(C_a) * (CUT) * (A)^2$$

$$M_b = -(C_b) * (CUT) * (B)^2$$

CUT=CARGA MUERTA MÁS CARGA VIVA UNIFORME TOTAL

A= LADO CORTO

B= LADO LARGO

RELACIÓN	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6	CASO 7	CASO 8	CASO 9
$m = A / B$									
1,00	Ca neg	0,045		0,050	0,075	0,071		0,033	0,061
	Ca neg	0,045	0,076	0,050			0,071	0,061	0,033
0,95	Ca neg	0,05		0,055	0,079	0,075		0,038	0,065
	Ca neg	0,041	0,072	0,045			0,067	0,056	0,029
0,90	Ca neg	0,055		0,060	0,080	0,079		0,043	0,068
	Ca neg	0,037	0,07	0,040			0,062	0,052	0,025
0,85	Ca neg	0,06		0,066	0,082	0,083		0,049	0,072
	Ca neg	0,031	0,065	0,034			0,057	0,046	0,021
0,80	Ca neg	0,065		0,071	0,083	0,086		0,055	0,075
	Ca neg	0,027	0,061	0,029			0,051	0,041	0,017
0,75	Ca neg	0,069		0,076	0,085	0,088		0,061	0,078
	Ca neg	0,022	0,056	0,024			0,044	0,036	0,014
0,70	Ca neg	0,074		0,081	0,086	0,091		0,068	0,081
	Ca neg	0,017	0,050	0,019			0,038	0,029	0,011
0,65	Ca neg	0,077		0,085	0,087	0,093		0,074	0,083
	Ca neg	0,014	0,043	0,015			0,031	0,024	0,008
0,60	Ca neg	0,081		0,089	0,088	0,095		0,080	0,085
	Ca neg	0,010	0,035	0,011			0,024	0,018	0,006
0,55	Ca neg	0,084		0,092	0,089	0,096		0,085	0,086
	Ca neg	0,007	0,028	0,008			0,019	0,014	0,005
0,50	Ca neg	0,086		0,094	0,090	0,097		0,089	0,088
	Ca neg	0,006	0,022	0,006			0,014	0,010	0,003

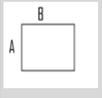
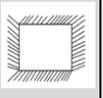
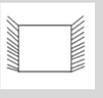
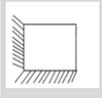
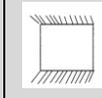
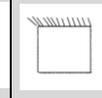
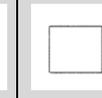
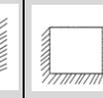
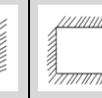
Fuente: diseño de estructuras de concreto ACI 318-05.

Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas

$$M_a + dl = (C_a + dl) * (CM) * (A)^2$$

$$M_b + dl = (C_a + dl) * (CM) * (B)^2$$

CM= CARGA MUERTA TOTAL

RELACIÓN	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6	CASO 7	CASO 8	CASO 9	
$m = A / B$										
1,00	Ca + dl	0,036	0,018	0,018	0,027	0,027	0,033	0,027	0,020	0,023
	Ca + dl	0,036	0,018	0,027	0,027	0,018	0,027	0,033	0,023	0,02
0,95	Ca + dl	0,040	0,020	0,021	0,030	0,028	0,036	0,031	0,022	0,024
	Ca + dl	0,033	0,016	0,025	0,024	0,015	0,024	0,031	0,021	0,017
0,90	Ca + dl	0,045	0,022	0,025	0,033	0,029	0,039	0,035	0,025	0,026
	Ca + dl	0,029	0,014	0,024	0,022	0,013	0,021	0,028	0,019	0,015
0,85	Ca + dl	0,050	0,024	0,029	0,036	0,031	0,042	0,040	0,029	0,028
	Ca + dl	0,026	0,012	0,022	0,019	0,011	0,017	0,025	0,017	0,013
0,80	Ca + dl	0,056	0,026	0,034	0,039	0,032	0,045	0,045	0,032	0,029
	Ca + dl	0,023	0,011	0,020	0,016	0,009	0,015	0,022	0,015	0,010
0,75	Ca + dl	0,061	0,028	0,040	0,043	0,033	0,048	0,051	0,036	0,031
	Ca + dl	0,019	0,009	0,018	0,013	0,007	0,012	0,020	0,013	0,007
0,70	Ca + dl	0,068	0,030	0,046	0,046	0,035	0,051	0,058	0,040	0,033
	Ca + dl	0,016	0,007	0,016	0,011	0,005	0,009	0,017	0,011	0,006
0,65	Ca + dl	0,074	0,032	0,046	0,050	0,036	0,054	0,065	0,044	0,034
	Ca + dl	0,013	0,006	0,016	0,009	0,004	0,007	0,014	0,009	0,005
0,60	Ca + dl	0,081	0,034	0,054	0,053	0,037	0,056	0,073	0,048	0,036
	Ca + dl	0,010	0,004	0,011	0,007	0,003	0,006	0,012	0,007	0,004
0,55	Ca + dl	0,088	0,035	0,071	0,056	0,038	0,058	0,081	0,052	0,037
	Ca + dl	0,008	0,003	0,0090	0,005	0,002	0,004	0,09	0,005	0,003
0,50	Ca + dl	0,095	0,037	0,080	0,059	0,039	0,061	0,089	0,056	0,038
	Ca + dl	0,006	0,002	0,007	0,004	0,001	0,003	0,007	0,004	0,002

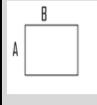
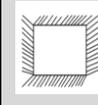
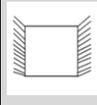
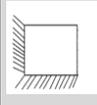
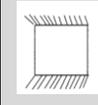
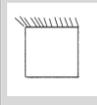
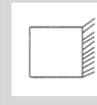
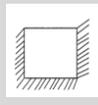
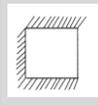
Fuente: diseño de estructuras de concreto ACI 318-05.

Coeficientes para momentos positivos debidos a carga vivas en losas

$$M_a + II = (C_a + II) * (CV) * (A)^2$$

$$M_b + II = (C_a + II) * (CV) * (B)^2$$

CV= CARGA VIVA TOTAL

RELACIÓN	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6	CASO 7	CASO 8	CASO 9	
$m = A / B$										
1,00	Ca + II	0,036	0,027	0,027	0,032	0,032	0,035	0,032	0,028	0,030
	Ca + II	0,036	0,027	0,032	0,032	0,027	0,032	0,035	0,030	0,028
0,95	Ca + II	0,040	0,030	0,031	0,035	0,034	0,038	0,036	0,031	0,032
	Ca + II	0,033	0,025	0,029	0,029	0,024	0,029	0,032	0,027	0,025
0,90	Ca + II	0,045	0,034	0,035	0,039	0,037	0,042	0,040	0,035	0,036
	Ca + II	0,029	0,022	0,027	0,026	0,021	0,025	0,029	0,024	0,022
0,85	Ca + II	0,050	0,037	0,040	0,043	0,041	0,046	0,045	0,040	0,039
	Ca + II	0,026	0,019	0,024	0,023	0,019	0,022	0,026	0,022	0,020
0,80	Ca + II	0,056	0,041	0,045	0,048	0,044	0,051	0,051	0,044	0,042
	Ca + II	0,023	0,017	0,022	0,020	0,016	0,019	0,023	0,019	0,017
0,75	Ca + II	0,061	0,045	0,051	0,052	0,047	0,055	0,056	0,049	0,046
	Ca + II	0,019	0,014	0,019	0,016	0,013	0,016	0,020	0,016	0,013
0,70	Ca + II	0,068	0,049	0,057	0,057	0,051	0,060	0,063	0,054	0,050
	Ca + II	0,016	0,012	0,016	0,014	0,011	0,013	0,017	0,014	0,011
0,65	Ca + II	0,074	0,053	0,064	0,062	0,055	0,064	0,070	0,059	0,054
	Ca + II	0,013	0,010	0,014	0,011	0,009	0,010	0,014	0,011	0,009
0,60	Ca + II	0,081	0,058	0,071	0,067	0,059	0,068	0,077	0,065	0,059
	Ca + II	0,010	0,007	0,011	0,009	0,007	0,008	0,011	0,009	0,007
0,55	Ca + II	0,088	0,062	0,080	0,072	0,063	0,073	0,085	0,070	0,063
	Ca + II	0,008	0,006	0,009	0,007	0,005	0,006	0,009	0,007	0,006
0,50	Ca + II	0,095	0,066	0,088	0,077	0,067	0,078	0,092	0,076	0,067
	Ca + II	0,006	0,004	0,007	0,005	0,004	0,005	0,007	0,005	0,004

Fuente: diseño de estructuras de concreto ACI 318-05.

4. Ensayo triaxial

MULTITECI



MULTISERVICIOS TECNICOS DE INGENIERIA
9 Calle, 13-51 Z.7 5Ta Samayoa tele fax 2471 - 1187
4915 -3165
4220 - 0250

Guatemala, 28 Octubre de 2011

Señor
Gustavo Adolfo Morales Barrera

Presente

Estimados señor:

Adjunto a la presente encontrara los resultados del ensayo Triaxial Rápido, hecho a la muestra por usted enviada para su ensaye perteneciente al proyecto: INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACION MEDIA en el, municipio de Guanagazapa; departamento de Escuintla.

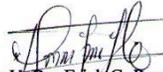
RESULTADOS:

POZO	CONT.	PESO UNIT.	COHESION (ϕ)	GRADOS	ESF CORT (τ)	VALOR (σ)
No	HUM			ANG. FRICC		SOPORTE
Uno	39.2	1545Kg/m ³	1.15 Kg/Cm ²	22	1.4Kg/Cm ²	2.4 Kg/Cm ²

Sin otro particular me es grato saludarle;

Atentamente


Antonio E. Tebalan
Gerente General
MULTITECI


Erick G. Paredes F
Ing. Civil Col 4551
Gerente de Operaciones
MULTITECI



Asesoría, Supervisión, Cálculo, Diseño de Cimentaciones, Pavimentos,
Perforación y Sondeos, Geotecnia en General

Continúa Anexo 4.

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL TX/UU			
CIRCULOS DE MOHR			
LUGAR:	GUANAGAZAPA, ESCUINTLA		
POZO:	1	PROF:	1.20 Metros
P.U.H.:	1545 Kg/m ³	CONTENIDO DE HUMED.	39.20%
PROYECTO:	Instituto de 2 niveles para Educacion media Guanagazapa, Escuintla		
Cohesión	1.15 Kg/cm ²	Ø	22 grados
OBSERVACIONES			
<i>Muestra proporcionada por el interesado</i>			
	MULTITECI		EMPRESA:
	<i>Antonio E. Tebalan</i>		Municipalidad de Guanagazapa
	9a Calle 13-51 zona 7, Quinta Samayon Ciudad de Guatemala, tel. 2440 4694		INTERESADO:
			Gustavo Adolfo Morales Barrera
		CALCULO:	Antonio Escobar
		DIBUJO:	Antonio Escobar

c.c. Archivo: triaxial guanagazapa/EST. 81 + 800
EAA/JRQA

5. Boletín climático de estación las Guacamayas

El clima predominante es cálido, con temperaturas que oscilan la mínima en 22 grados y una máxima de 35 grados. La época lluviosa se presenta de mayo a octubre. Principales aspectos de la vertiente del Pacífico datos extraídos de IINSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología) de la estación Las Guacamayas ubicada en las cercanías del municipio de Guanagazapa, departamento de Escuintla en una latitud 14° 08'45" Y longitud 90° 37' 57".

- Área de la cuenca del río María Linda 2727,00 km²
- Volumen de escorrentía es de 30 053 millones de m³/año
- Caudal medio en punto de control 13,1 m³/s
- Precipitación media anual de 2200,00 mm

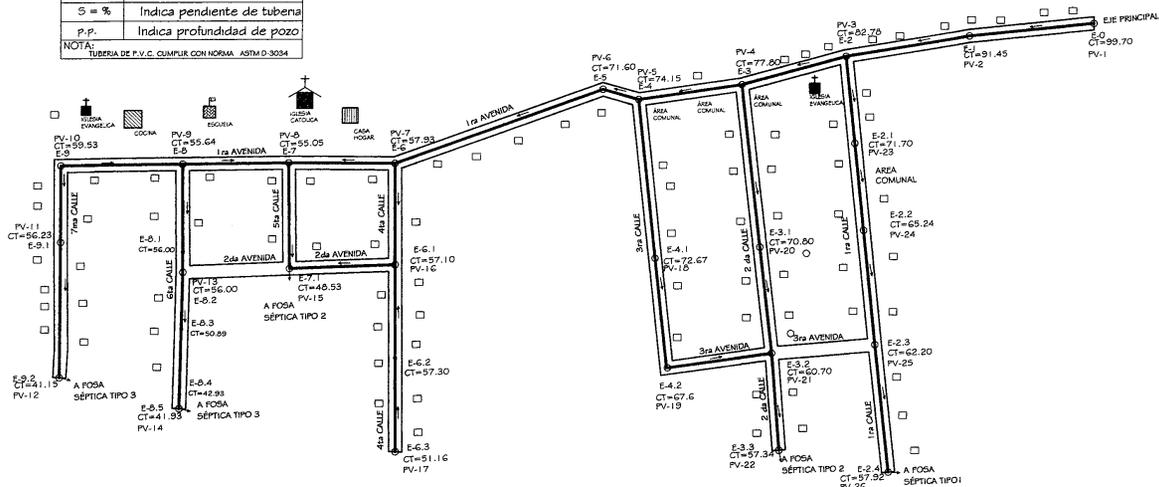
DATOS DE PRECIPITACIÓN ESTACIÓN LAS GUCAMAYAS, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	0,0	51,3	82,7	277,0	515,2	437,3	468,2	307,1	386,6	551,4	47,8	66,2	3 190,9
1991	5,0	0,0	43,2	105,4	581,5	455,4	162,2	153,0	400,4	584,7	41,9	71,3	2 595,1
1992	0,9	6,1	99,6	82,9	256,3	409,3	173,2	417,1	600,2	122,6	208,8	0,0	2 377,0
1993	21,5	19,4	35,7	242,6	612,1	475,6	261,2	341,0	577,1	339,0	148,6	0,0	3 037,8
1994	0,0	0,0	0,3	185,4	339,9	292,6	223,4	453,0	295,4	609,0	275,8	7,9	2 686,7
1995	0,0	0,0	27,9	252,1	279,4	452,1	320,0	916,0	560	537,7	66,1	35,9	3 447,2
1996	37,6	0,0	23,9	175,1	832,2	678,4	370,6	294,5	1021,2	544,1	100,6	2,0	4 180,2
1997	17,7	51,3	3,5	143,1	192,8	584,3	253,7	200,6	636,5	437,7	251,4	57,3	2 829,9
1998	0,0	0,0	5,9	11,0	250,4	225,0	349,0	341,2	207,2	635,1	304,6	47,8	2 377,2
1999	45,7	0,0	78,2	138,5	365,4	519,0	439,5	284,4	620,8	647,7	84,6	14,7	3 238,8
2000	0,0	0,0	5,8	126,6	329,8	469,6	234,0	412,5	497,5	233,0	137,7	0,0	2 446,5
2001	18,5	0,0	193,6	143,6	7,6	515,2	275,7	273,7	441,9	215,9	105,9	0,0	2 241,6
2002	0,0	0,0	15,7	117,2	427,6	515,2	337,7	199,3	448,4	624,0	144,0	0,0	2 829,1
2003	0,6	18,9	42,8	110,8	503,2	475,3	417,4	289,7	469,7	413,9	131,1	0,2	2873,0

Fuente: insivumeh.

NOMENCLATURA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	Estación topográfica
→	Indica dirección de flujo
—	Indica tubena (planta)
P.V. L	Indica pozo de visita
○	Indica proyección de pozo
C.T.	Indica cota de terreno
C.I.E.	Cota invert de entrada
C.I.S.	Cota invert de salida
∅	Indica diámetro de tubena
S = %	Indica pendiente de tubena
P.P.	Indica profundidad de pozo

NOTA:
TUBERÍA DE P.V.C. CUMPLIR CON NORMA ASTM D 3034



PLANTA DE CONJUNTO

ESC. 1:1000

LIBRETA TOPOGRÁFICA					
DE	A	E	M	S	OBSERVACIONES
E-0	E-1	234	25	00	56.80
E-1	E-2	230	50	10	57.08
E-2.0	E-2.1	144	04	00	40.00 CALLE 1
E-2.1	E-2.2	144	04	00	40.00 CALLE 1
E-2.2	E-2.3	144	04	00	32.46 CALLE 1
E-2.3	E-2.4	143	44	00	56.66 CALLE 1
E-2	E-3	224	46	30	46.95
E-3.0	E-3.1	143	27	40	74.70 CALLE 2
E-3.1	E-3.2	143	28	20	48.90 CALLE 2
E-3.2	E-3.3	145	35	00	44.36 CALLE 2
E-3	E-4	231	57	00	47.60
E-4	E-4.1	143	44	00	73.02 CALLE 3
E-4.1	E-4.2	143	34	00	50.27 CALLE 3
E-4	E-5	235	56	20	17.02
E-5	E-6	230	16	00	100.00
E-6	E-6.1	149	35	15	46.24 CALLE 4
E-6	E-6.2	149	40	30	33.00 CALLE 4
E-6	E-6.2	149	40	36	41.27 CALLE 4
E-6	E-7	240	29	00	46.34
E-7	E-7.1	149	20	40	46.22 CALLE 5
E-7	E-8	239	22	00	46.16
E-8	E-8.1	149	14	00	40.00 CALLE 6
E-8.1	E-8.2	149	14	00	9.39 CALLE 6
E-8.2	E-8.3	151	14	40	20.60 CALLE 6
E-8.3	E-8.4	151	14	40	30.00 CALLE 6
E-8.4	E-8.5	151	14	40	11.17 CALLE 6
E-8	E-9	239	22	00	55.10
E-9	E-9.1	150	03	00	35.00 CALLE 7
E-9.1	E-9.2	150	10	53	61.90 CALLE 7
E-9.2	E-7.1	57	59	18	46.40 2da AVENIDA
E-7.1	E-6.1	56	6	51	46.10 2da AVENIDA
E-4.2	E-3.2	52	21	29	46.00 3ra AVENIDA
E-3.2	E-2.3	55	34	29	47.00 3ra AVENIDA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARRILLADO SANITARIO CASERIO
SAN RAFAEL CACAOTAL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO

DISEÑO: G.A.M.B.

CÁLCULO: G.A.M.B.

DIBUJO: G.A.M.B.

ESCALA: INDICADA

FECHA:

ESTUDIANTE:
GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA

CARNET:
9516433

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

HEJA
01

10

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

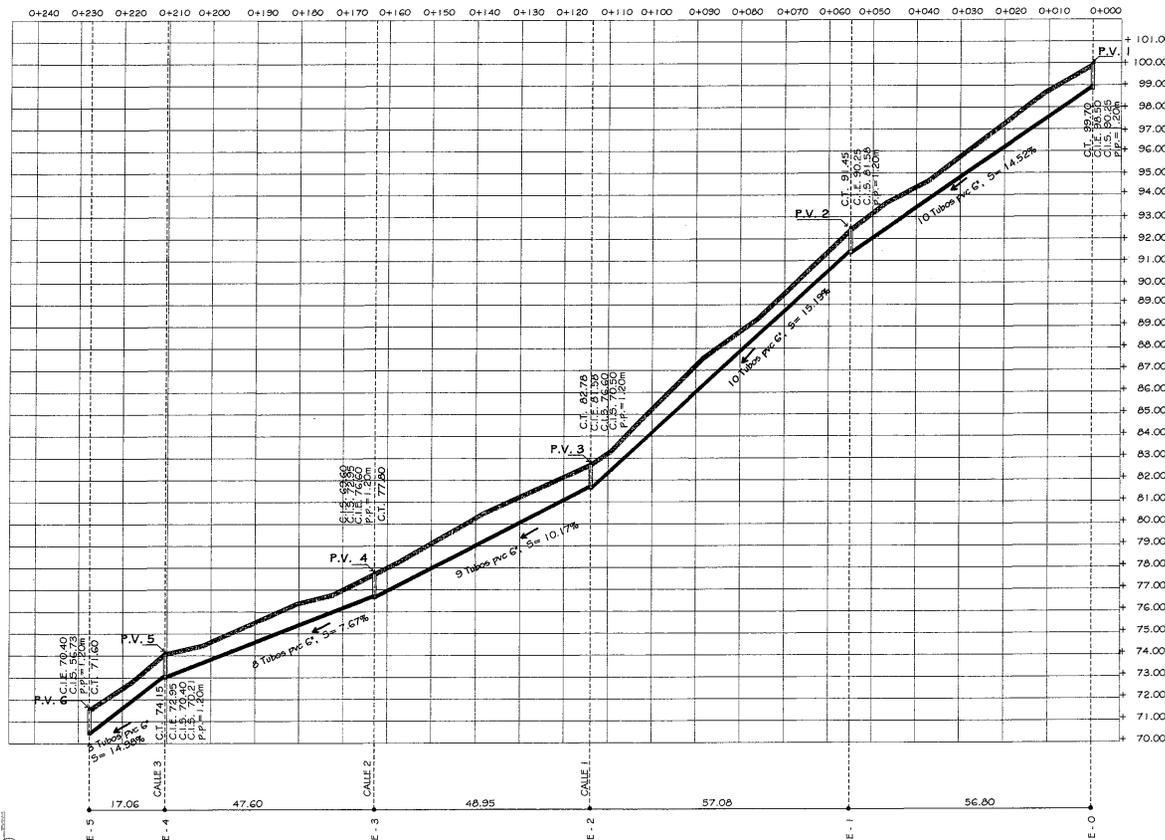
Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

Yo, Sr. GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA, estudiante de Ingeniería Civil, presento esta obra para su calificación.

PLANTA EJE PRINCIPAL 1era AVENIDA DE EST. E-0 A E-5

ESC. 1:1000



PERFIL EJE PRINCIPAL 1era AVENIDA DE EST. E-0 A E-5

ESC VERTICAL 1:100
ESC HORIZONTAL 1:500

NOMENCLATURA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	Estación topográfica
→	Indica dirección de flujo
—	Indica tubería (planta)
P.V. L	Indica pozo de visita
○	Indica proyección de pozo
C.T.	Indica cota de terreno
C.I.E.	Cota invert de entrada
C.I.S.	Cota invert de salida
∅	Indica diámetro de tubería
S = %	Indica pendiente de tubería
P.P.	Indica profundidad de pozo

NOTA:
TUBERÍA DE P.V.C. CLIMPUK CON NORMA ASTM D-3034



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARRILLADO SANITARIO CASERIO SAN RAFAEL CACAOTAL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

DISEÑO: G.A.M.B.

CÁLCULO: G.A.M.B.

DIBUJO: G.A.M.B.

ESCALA: INDICADA

FECHA:

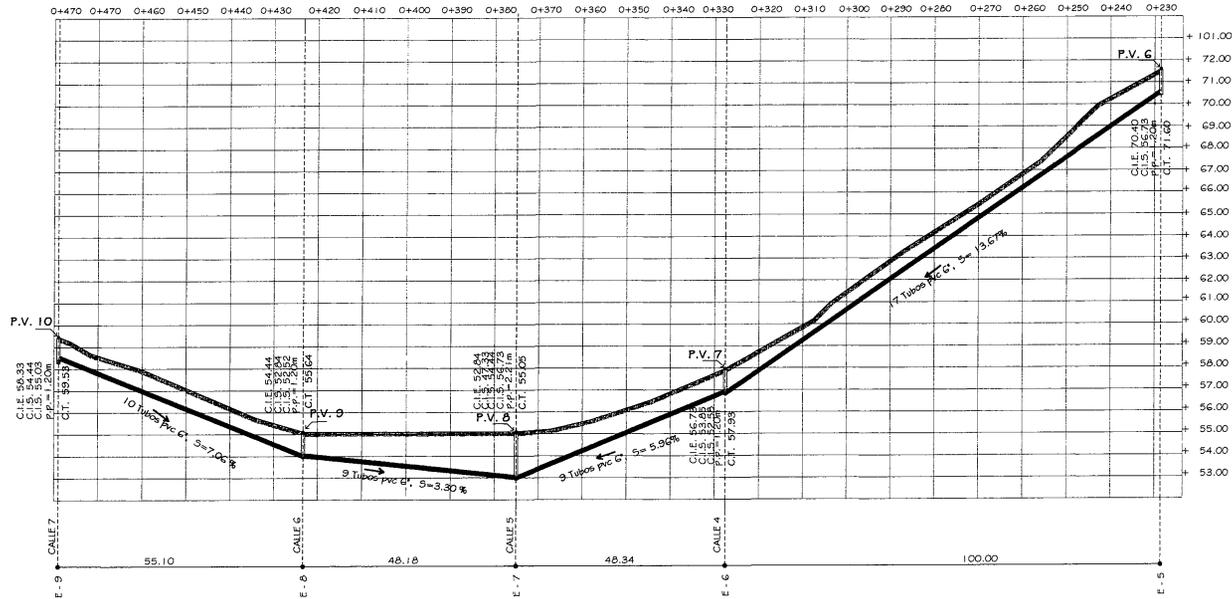
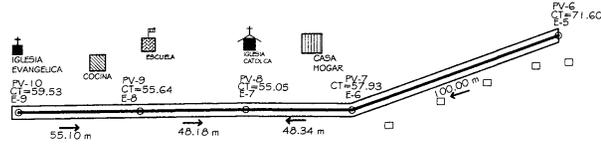
ESTUDIANTE: GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA CARNET: 9516433

WILSON MEJÍA GAITÁN
ALCALDE MUNICIPAL

HOJA 02 10

PLANTA EJE PRINCIPAL I era AVENIDA DE EST E-5 A E-9

ESC. 1:1000



PERFIL EJE PRINCIPAL I era AVENIDA DE EST E-5 A E-9

ESC VERTICAL 1:100
ESC HORIZONTAL 1:500

NOMENCLATURA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	Estación topográfica
→	Indica dirección de flujo
—	Indica tubena (planta)
P.V. L	Indica pozo de visita
○	Indica proyección de pozo
C.T.	Indica cota de terreno
C.I.E.	Cota invert de entrada
C.I.S.	Cota invert de salida
Ø	Indica diametro de tubena
S = %	Indica pendiente de tubena
P.P.	Indica profundidad de pozo

NOTA:
TUBERIA DE P.V.C. CUMPLIR CON NORMA ASTM D-3034



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARRILLADO SANITARIO CASERIO
SAN RAFAEL CACAOTAL GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

DISEÑO: G.A.M.B.

CÁLCULO: G.A.M.B.

DIBUJO: G.A.M.B.

ESCALA: INDICADA

FECHA:

ESTUDIANTE:
GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA

CARNET:
9818433

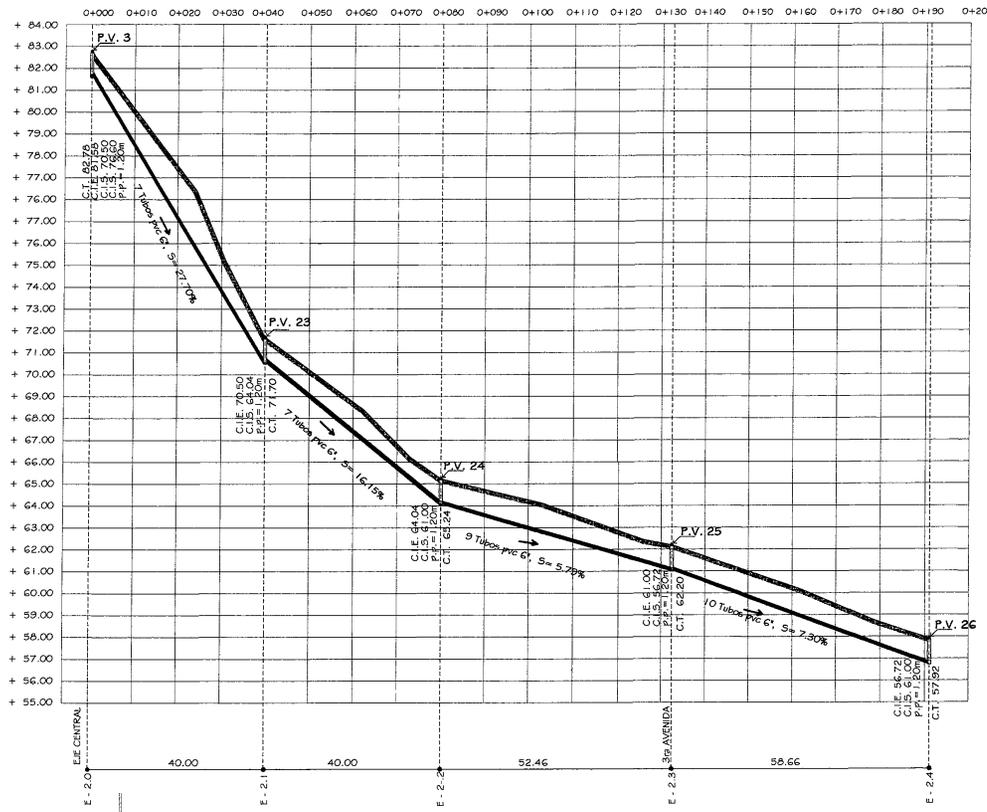
WILSON MEJIA GAITAN
ALCALDE MUNICIPAL

WILSON MEJIA GAITAN
ALCALDE MUNICIPAL

HOJA

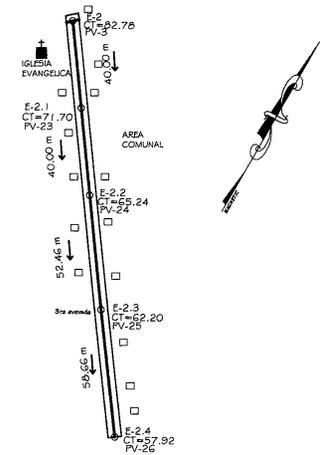
03

10



PERFIL 1ra CALLE

ESC VERTICAL 1: 100
ESC HORIZONTAL 1: 500



PLANTA 1ra CALLE

ESC. 1:1000

NOMENCLATURA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	Estación topográfica
→	Indica dirección de flujo
—	Indica tubería (planta)
P.V.	Indica pozo de visita
○	Indica proyección de pozo
C.T.	Indica cota de terreno
C.I.E.	Cota invert de entrada
C.I.S.	Cota invert de salida
Ø	Indica diámetro de tubería
S = %	Indica pendiente de tubería
P.P.	Indica profundidad de pozo
NOTA: TUBERIA DE P.V.C. CUMPLIR CON NORMA ASTM D-3034	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARRILLADO SANITARIO CASERIO
SAN RAFAEL GACAOTAL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

DISEÑO: G.A.M.B.
CÁLCULO: G.A.M.B.
DIBUJO: G.A.M.B.
ESCALA: INDICADA
FECHA:

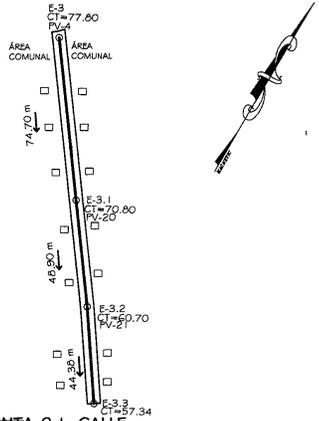
ESTUDIANTE:
GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA

CARNET:
9518433

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y EPS

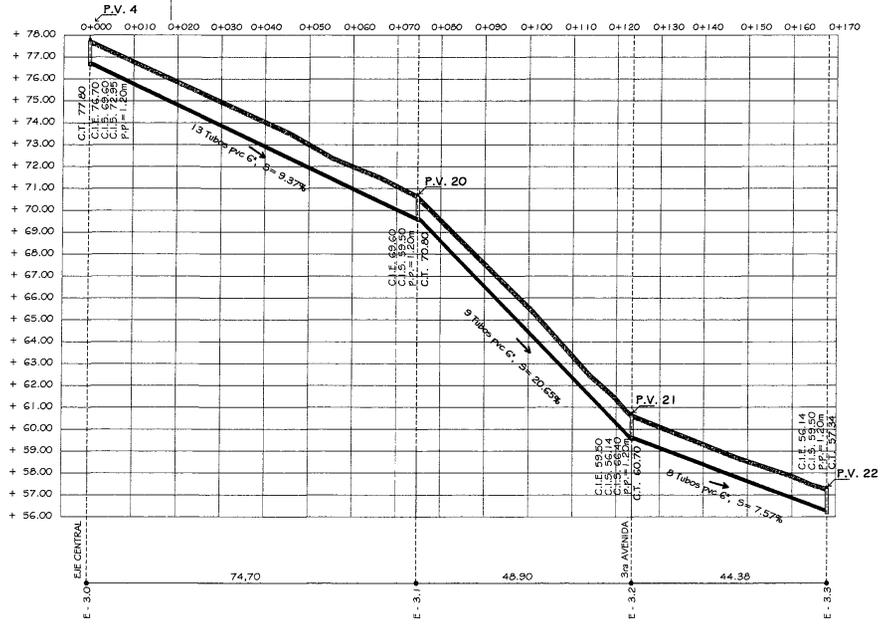
HOJA
04
08

WILSON MEJIA GAITAN
AGUAS SANEADAS



PLANTA 2da CALLE

ESC. 1:1000



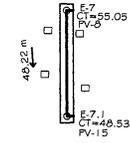
PERFIL 2da CALLE

ESC VERTICAL 1:100
ESC HORIZONTAL 1:500

NOMENCLATURA

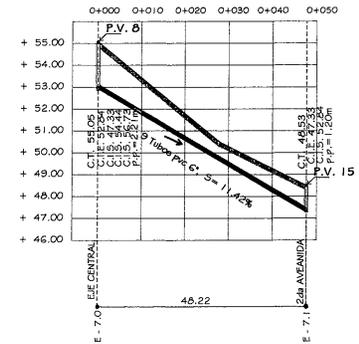
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	Estación topográfica
→	Indica dirección de flujo
—	Indica tubena (planta)
P.V.	Indica pozo de visita
○	Indica proyección de pozo
C.T.	Indica cota de terreno
C.I.E.	Cota invert de entrada
C.I.S.	Cota invert de salida
∅	Indica diametro de tubena
S = %	Indica pendiente de tubena
P.P.	Indica profundidad de pozo

NOTA:
TUBERIA DE P.V.C. CLUMPUR CON NORMA ASTM D-3034



PLANTA 5ta CALLE

ESC. 1:1000



PERFIL 5ta CALLE

ESC VERTICAL 1:100
ESC HORIZONTAL 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARRILLADO SANITARIO CASERIO
SAN RAFAEL CACAOTAL GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

DISEÑO: G.A.M.B.

ESTUDIANTE:
GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA

CARNET:
9816433

CÁLCULO: G.A.M.B.

DIBUJO: G.A.M.B.

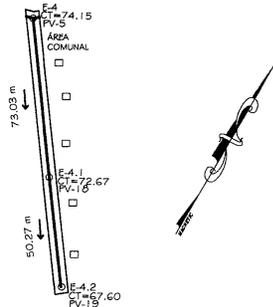
ESCALA:
INDICADA

FECHA:

ACORDADO EN LA COMISIÓN DE ENLACE
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA Y EPS
POR LOS PRESIDENTES VICEPRESIDENTES
Y SECRETARIOS DE AMBOS ENTES

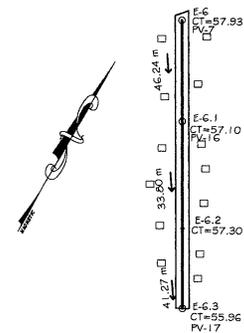
HOJA
05
10

WILSON MESA GAITAN
SECRETARIO GENERAL



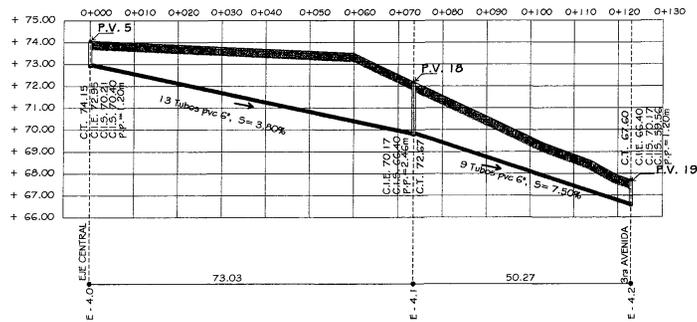
PLANTA 3ra CALLE

ESC. 1:1000



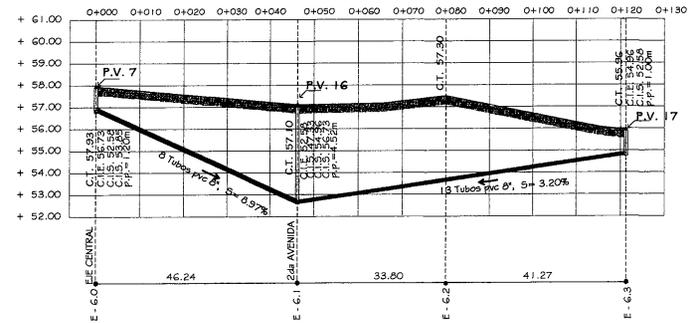
PLANTA 4ta CALLE

ESC. 1:1000



PLANTA 3ra CALLE

ESC VERTICAL 1: 100
ESC HORIZONTAL 1: 500



PERFIL 4ta CALLE

ESC VERTICAL 1: 100
ESC HORIZONTAL 1: 500

NOMENCLATURA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	Estación topográfica
→	Indica dirección de flujo
—	Indica tubena (planta)
P.V.	Indica pozo de visita
○	Indica proyección de pozo
C.T.	Indica cota de terreno
C.I.E.	Cota invert de entrada
C.I.S.	Cota invert de salida
Ø	Indica diametro de tubena
S = %	Indica pendiente de tubena
P.P.	Indica profundidad de pozo

NOTA:
TUBERIA DE P.V.C. CUMPLIR CON NORMA ASTM D-3034



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARRILLADO SANITARIO CASERIO
SAN RAFAEL CACAOTAL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

DISEÑO: G.A.M.B.

CÁLCULO: G.A.M.B.

DIBUJO: G.A.M.B.

ESCALA: INDICADA

FECHA:

ESTUDIANTE:
GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA

CARNET:
9516433

Va. Ba.

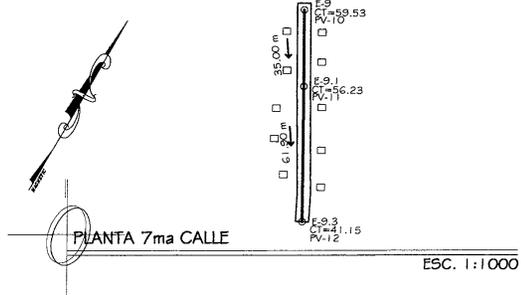
[Signature]

WILSON MEJIA GANTAN
INGENIERO

HOJA

06

10



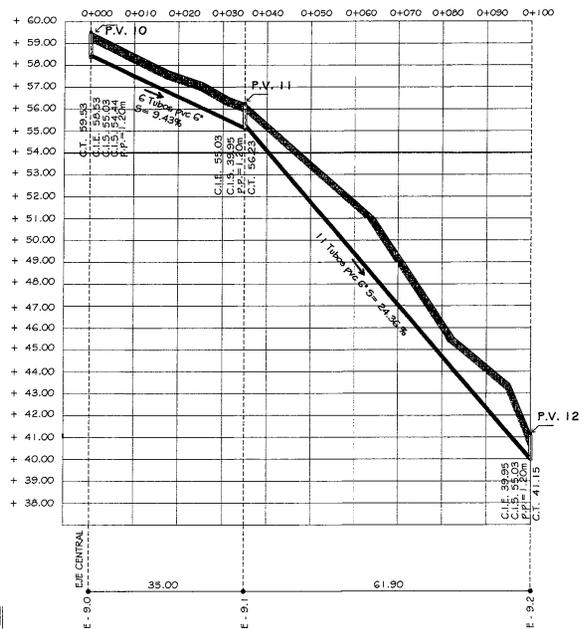
PLANTA 7ma CALLE

ESC. 1:1000

NOMENCLATURA

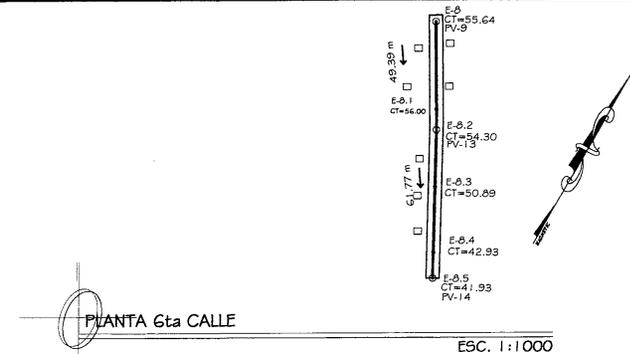
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	Estación topográfica
→	Indica dirección de flujo
—	Indica tubena (planta)
P.V. L	Indica pozo de visita
○	Indica proyección de pozo
C.T.	Indica cota de terreno
C.I.E.	Cota invert de entrada
C.I.S.	Cota invert de salida
∅	Indica diámetro de tubena
S = %	Indica pendiente de tubena
P.P.	Indica profundidad de pozo

NOTA:
TUBERÍA DE P.V.C. CUMPLIR CON NORMA ASTM D-3034



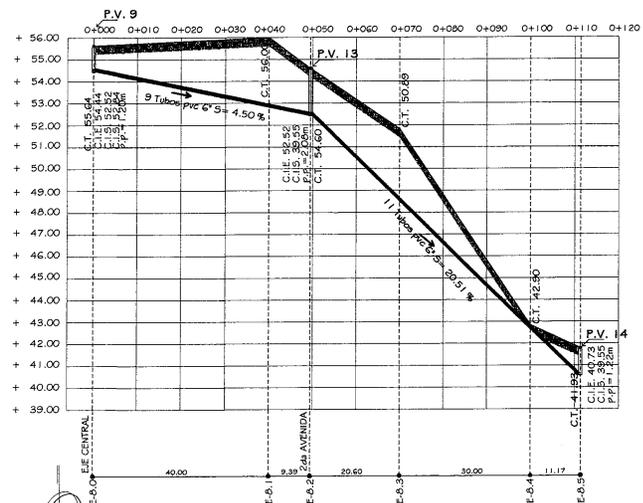
PERFIL 7ma CALLE

ESC VERTICAL 1: 100
ESC HORIZONTAL 1: 500



PLANTA 6ta CALLE

ESC. 1:1000



PERFIL 6ta CALLE

ESC VERTICAL 1: 100
ESC HORIZONTAL 1: 500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARRILLADO SANITARIO CASERIO
SAN RAFAEL CACAOTAL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

DISEÑO: G.A.M.B.
CÁLCULO: G.A.M.B.
DIBUJO: G.A.M.B.
ESCALA: INDICADA
FECHA:

ESTUDIANTE:
GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA

CARNET:
9516433

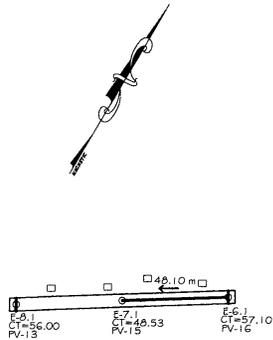
WILSON MESA GAITAN
INGENIERO EN INGENIERIA

07/10

NOMENCLATURA

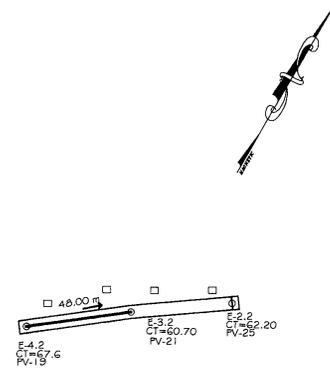
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	Estación topográfica
→	Indica dirección de flujo
—	Indica tubena (planta)
P.V.	Indica pozo de visita
○	Indica proyección de pozo
C.T.	Indica cota de terreno
C.I.E.	Cota invert de entrada
C.I.S.	Cota invert de salida
∅	Indica diametro de tubena
S = %	Indica pendiente de tubena
P.P.	Indica profundidad de pozo

NOTA: TUBERÍA DE P.V.C. CUMPLIR CON NORMA ASTM D-3034



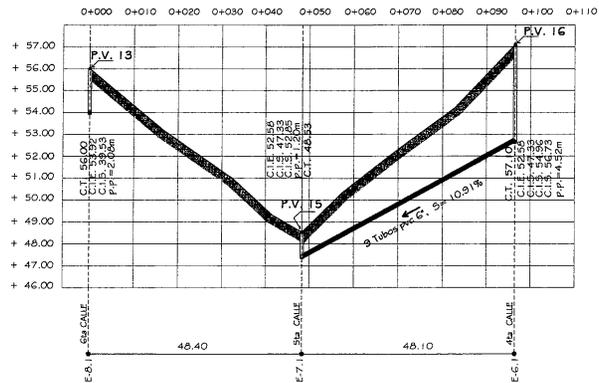
PLANTA 2da AVENIDA

ESC. 1:1000



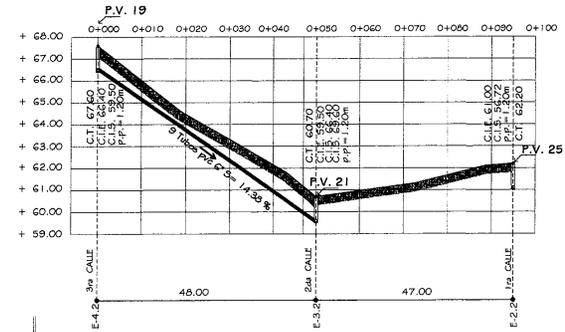
PLANTA 3ra AVENIDA

ESC. 1:1000



PERFIL 2da AVENIDA

ESC VERTICAL 1:100
ESC HORIZONTAL 1:500



PERFIL 3ra AVENIDA

ESC VERTICAL 1:100
ESC HORIZONTAL 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARRILLADO SANITARIO CASERIO SAN RAFAEL CACAOTAL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

DISEÑO: G.A.M.B.

CÁLCULO: G.A.M.B.

DIBUJO: G.A.M.B.

ERCALA: INDICADA

FECHA:

ESTUDIANTE: GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA

CARNET: 9516433

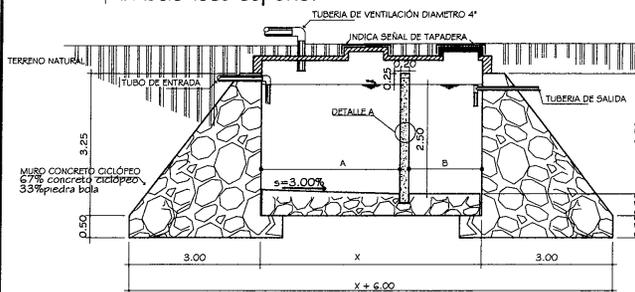
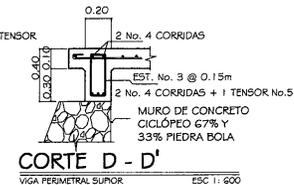
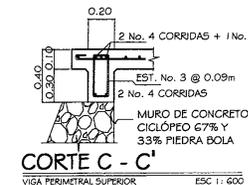
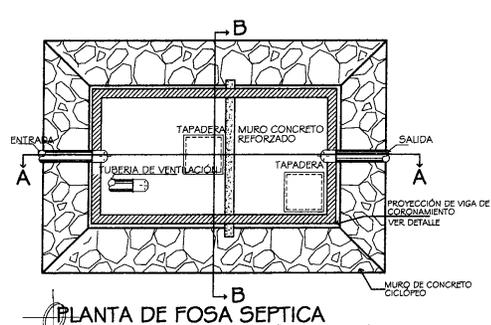
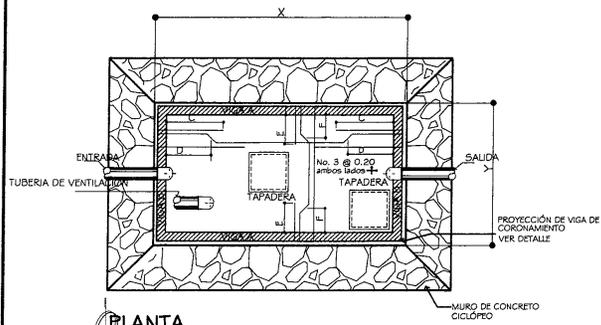
WILSON MORALES GAITAN

WILSON MORALES GAITAN

HOJA

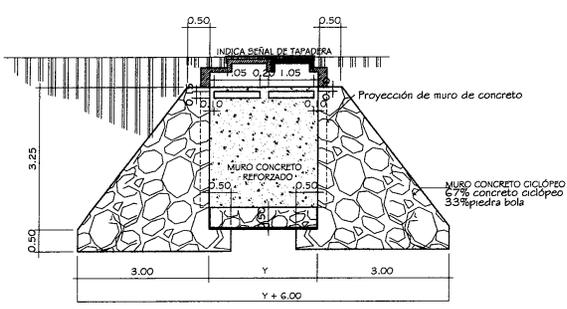
08

10

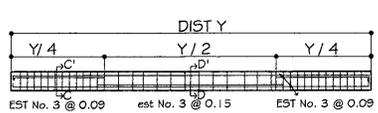
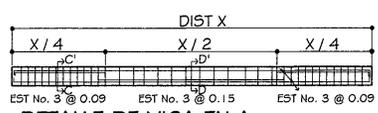


- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
- El acero debera tener un $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$
 - El concreto debera tener un $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - El terreno bajo el piso de la fosa debera ser perfectamente compactado
 - Los muros de piedra deberan impermeabilizarse en sus caras interiores por medio de una capa de sabieta de cemento arena 1:2 alisada
 - Los muros sera el 67% de concreto ciclopeo y un 33% de piedra bola
 - El muro de concreto sera reforzado con hierro No. 3 @ 0.20 m en las dos caras tanto en el sentido vertical como horizontal segun ACI 318S - 05 del capitulo 14.3.5 el refuerzo vertical y horizontal no debe de estar a más de de tres veces el espesor del muro.

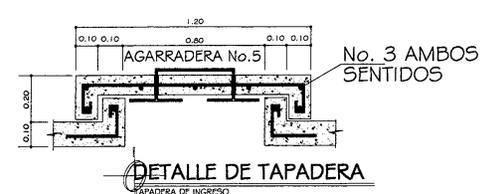
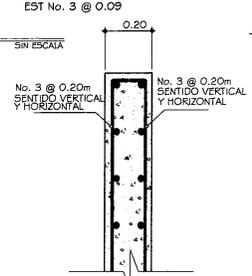
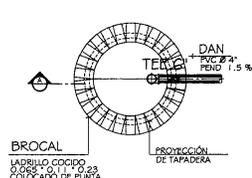
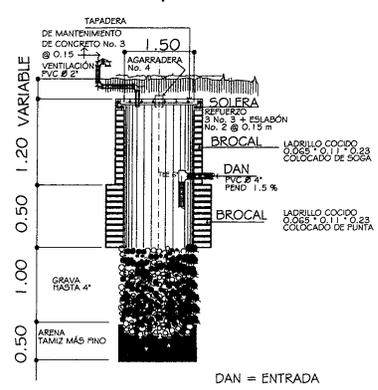
FOSEA TIPO	DIMENSIONES DE FOSEA						ESPACIO EN FOSEA						DIMENSION DE VIGA
	DIST Y (m)	DIST X (m)	ALTURA (m)	C (m)	D (m)	E (m)	F (m)	A (m)	B (m)	C (m)	D (m)	E (m)	
1	5.00	2.50	2.50	1.25	1.00	0.63	0.50	3.15	1.65	0.20	0.40	0.20	0.40
2	6.20	3.10	2.50	1.55	1.22	0.70	0.62	4.10	1.90	0.20	0.40	0.20	0.40
3	3.00	2.00	2.50	0.75	0.60	0.50	0.40	1.50	1.30	0.20	0.40	0.20	0.40



SECCION LONGITUDINAL A - A
Fosa de concreto ciclopeo
ESC. 1:50



SECCION LONGITUDINAL B - B
Fosa de concreto ciclopeo
ESC. 1:50



POZO DE ABSORCION
Seccion A
ESC. 1:50

PLANTA
Pozo de absorcion
ESC. 1:50

DETALLE A
Muro de concreto reforzado
ESC. 1:50

DETALLE DE TAPADERA
TAPADERA DE INGRESO
ESC. 1:50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

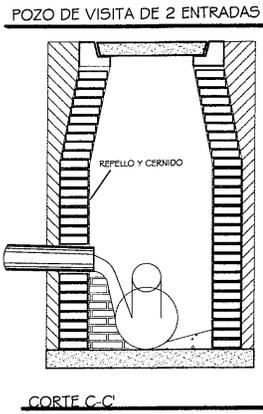
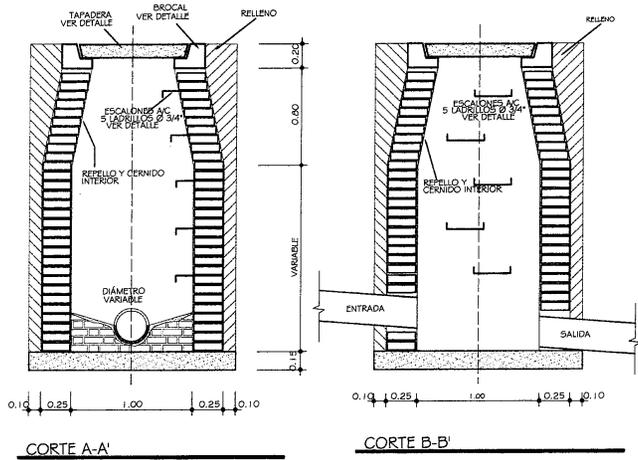
PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARRILLADO SANITARIO CASERIO
SAN RAFAEL CACAOTAL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO:
DETALLES DE FOSA SEPTICA Y POZO

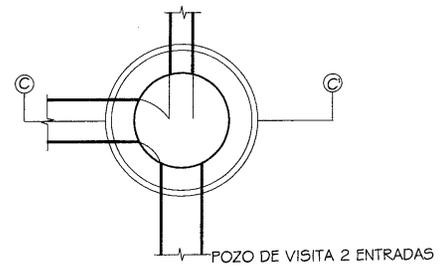
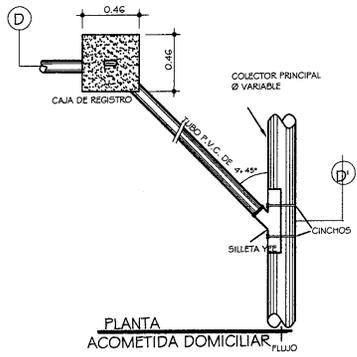
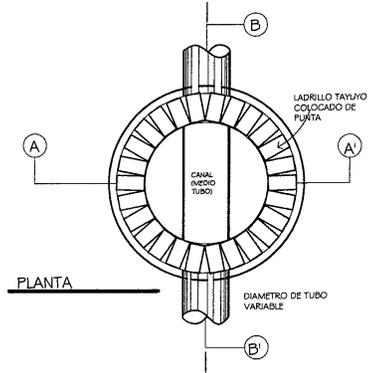
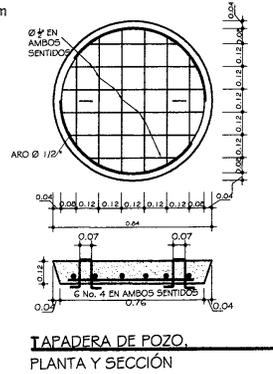
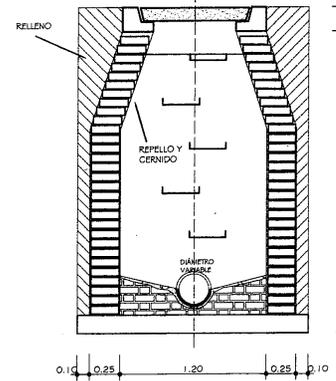
DISEÑO:	G.A.M.B.	CÁLCULO:	G.A.M.B.	DIBUJO:	G.A.M.B.	ESCALA:	INDICADA	FECHA:	
ESTUDIANTE:		GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA		CARNET:		S816433			
								09	10

MIGUEL MEZA GAITÁN
ALCALDE MUNICIPAL

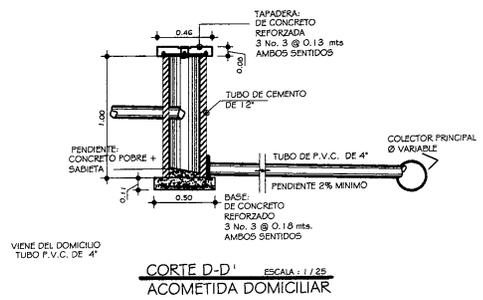
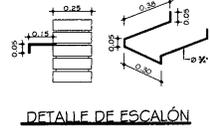
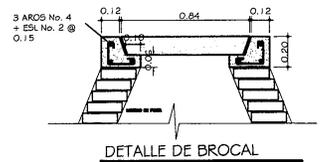
POZO DE VISITA TÍPICO
PARA PROFUNDIDADES MENORES A 1.81m



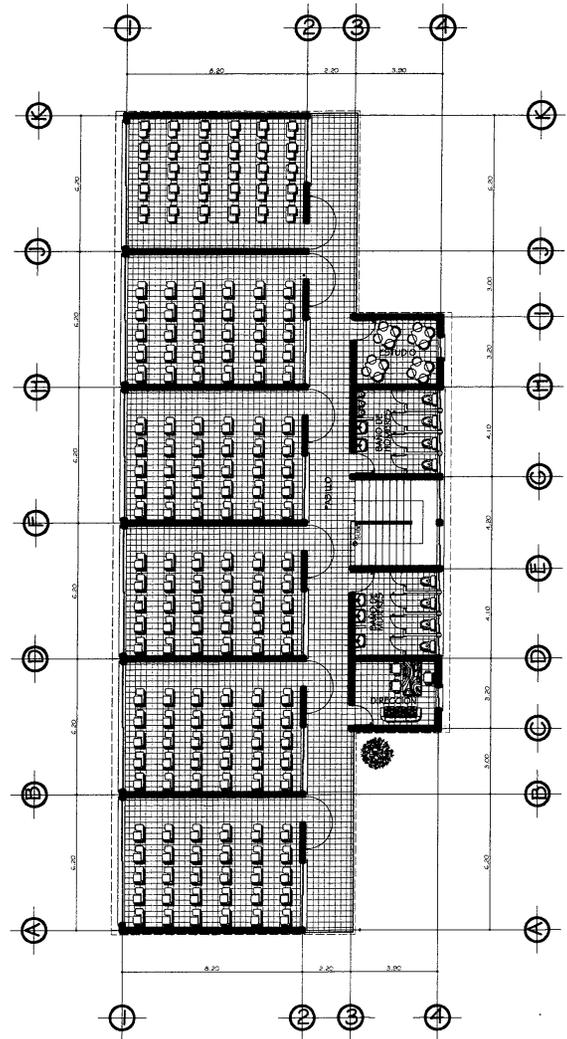
POZO DE VISITA TÍPICO
PARA PROFUNDIDADES MAYORES A 1.81m



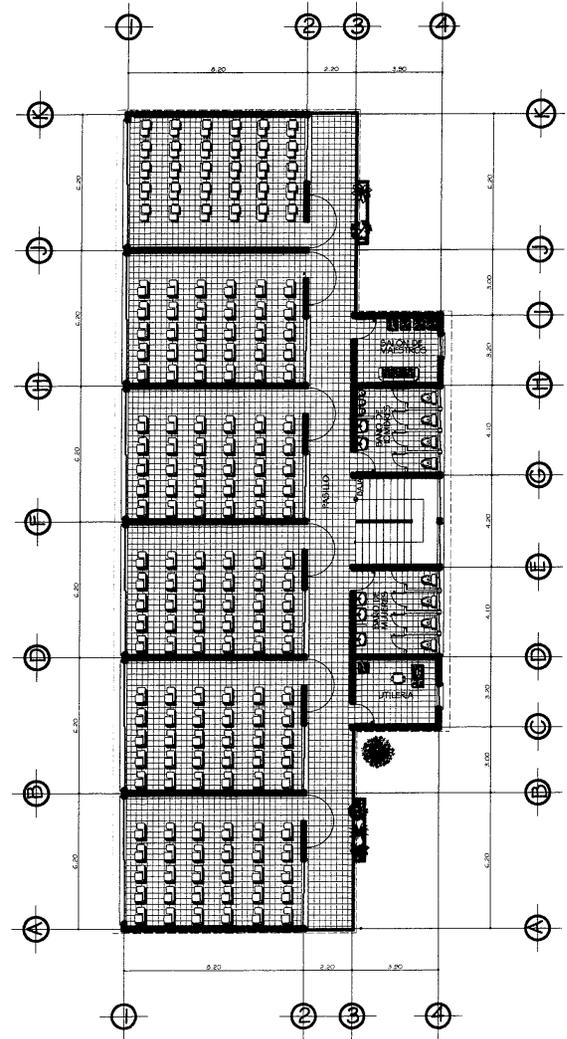
- NOTAS:
- a) LA TUBERÍA PARA POZO TÍPICO SERÁ DE FABRICA
 - b) EL POZO TÍPICO SE INSTALARÁ SOBRE SUELO FIRME, Y SE COMPACTARÁ CORRECTAMENTE SUS RELENOS
 - c) LAS JUNTAS TUBERÍA - LOSETA DEBEN SELLARSE
 - d) PARA LAS LOSETAS, APLICAR CONCRETO DE 5.000 PSI
 - e) EL TAPON HEMBRA DE BOCA DE INSPECCIÓN SOLAMENTE VA SOBREPUESTO
 - f) LA TUBERÍA PVC - SANITARIA Y ACCESORIOS, CUMPLIRÁN CON LA NORMA ASTM D - 3034
 - g) CADA POZO TÍPICO Y/O BOCA DE INSPECCIÓN SE INSTALARÁN Y ADAPTARÁN A CADA CASO EN PARTICULAR, LAS INSTALACIONES OBLIGADA VERTICALIDAD
 - h) CADA POZO TÍPICO Y/O POZO DE INSPECCIÓN TENDRÁN GRABADA SU IDENTIFICACIÓN EN LA PARTE VISIBLE DE LA LOSETA SUPERIOR
- CONCRETO 2:1:0 kg/cm²
 - ACERO DE REFUERZO 3:3 PSI
 - REPELLO: MORTERO CEMENTO PROPORCIÓN 1:1:3
 - ESPESOR 1 cm.
 - PARA TAPADERA, BROCAL Y BASE USAR CEMENTO 2:1:0 kg/cm² EN PROPORCIÓN 1:2:3
 - SABIETA PROPORCIÓN 1:2



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARRILLADO SANITARIO CASERIO SAN RAFAEL CACAOTAL GUANAGAZAPA, ESCUINTLA		
CONTENIDO: DETALLES DE POZO DE VISITA Y ACOMETIDA		
DISEÑO: G.A.M.B.	ESTUDIANTE: GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA	CARNET: 9516433
CÁLCULO: G.A.M.B.	Va.3c.	
DIBUJO: G.A.M.B.	WILSON MEJIA GATÁN ALFARO MEJIA	
ESCALA: INDICADA	HOJA 10 10	
FECHA:	WILSON MEJIA GATÁN ALFARO MEJIA	



PLANTA ARQUITECTÓNICA
PRIMER NIVEL
ESC. 1:100



PLANTA ARQUITECTÓNICA
SEGUNDO NIVEL
ESC. 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
DISEÑO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN
MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA ARQUITECTÓNICA

DISEÑO: G.A.M.B.

CÁLCULO: G.A.M.B.

DIBUJO: G.A.M.B.

ESCALA: INDICADA

FECHA:

ESTUDIANTE: GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA

CARNET: 9516433

REGISTRO DE INGENIEROS DE GUATEMALA

INGENIERO GREGORIO ALFARO VELAZQUEZ

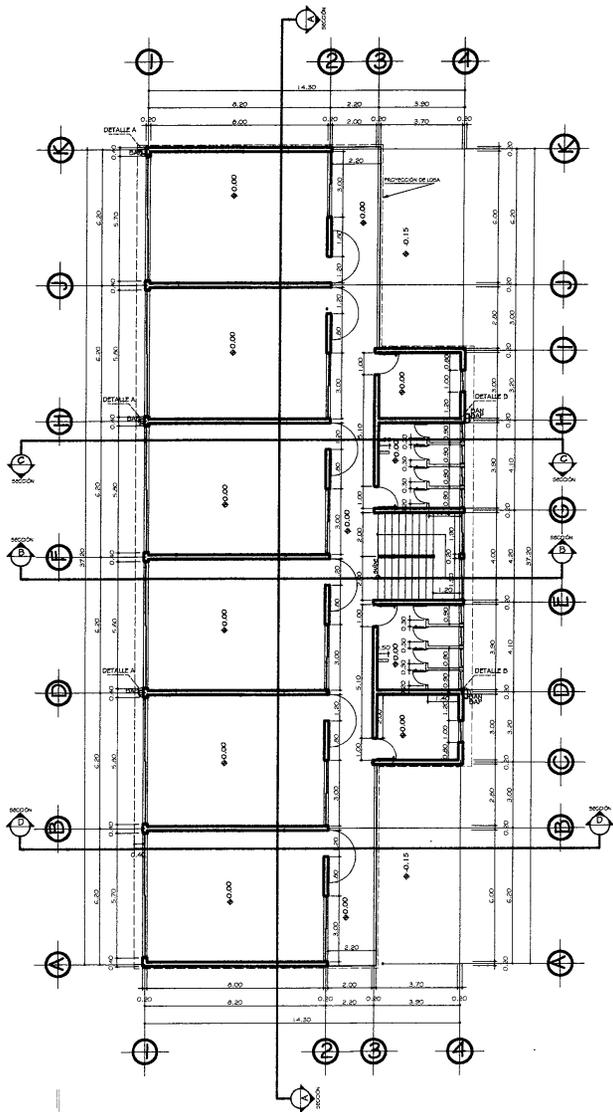
REGIÓN MESA GAITAN

ALCALDE MUNICIPAL

HOJA

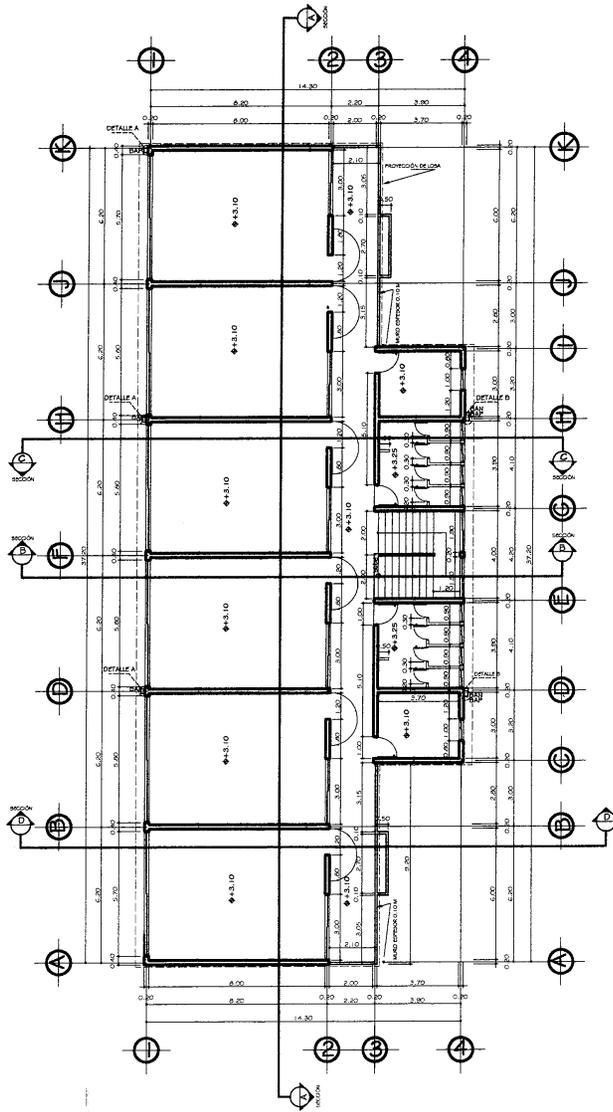
01

17



PLANTA ACOTADA
PRIMER NIVEL

ESC. 1:100



PLANTA ACOTADA
SEGUNDO NIVEL

ESC. 1:100

NOTA
VER LOS DETALLES A Y B EN LOS PLANOS
DE DRENAJOS CONCERNIENTES A LAS SALIDAS
DE AGUAS NIEGRAS Y FLUYENDO PLANO No. 13
LOS MUEBOS INTERIORES DE LOS SERVIDOS
SANTARIOS SON DE OJO DE EXPERTOR DE TABLA YESO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
DISEÑO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN
MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA ACOTADA

DISEÑO: G.A.M.B.

CÁLCULO: G.A.M.B.

DIBUJO: G.A.M.B.

ESCALA: INDICADA

FECHA:

ESTUDIANTE:
GUSTAVO AGUIRRE MORALES BARRERA

CARNET:
9516433

INSTRUMENTOS:
DE INGENIERIA

INGENIEROS:
GREGORIO ALVARO VELIZ

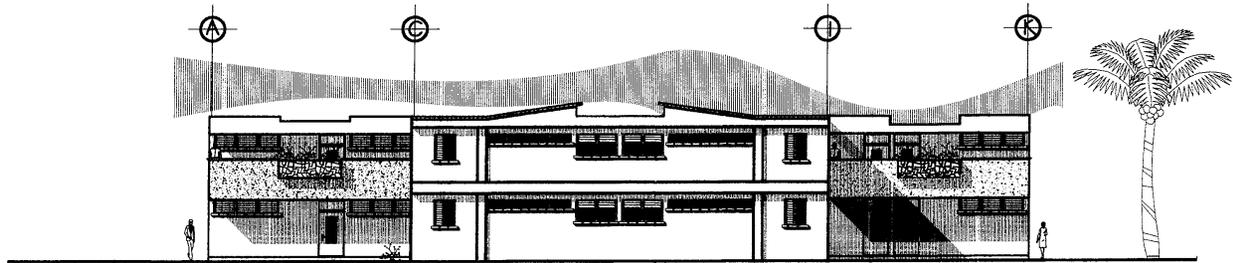
INGENIERO:
ALEXON MEJIA GAITAN

INGENIERO:
FACILDE MORALES

HQJA

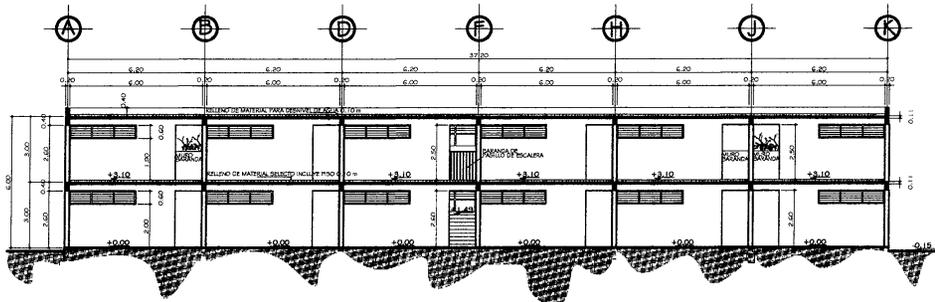
02

17



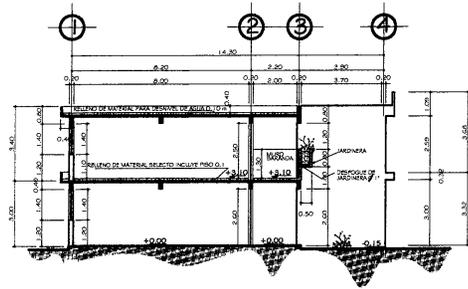
ELEVACIÓN PRINCIPAL

ESC. 1:100



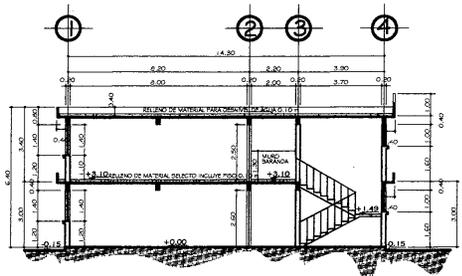
SECCIÓN A-A

ESC. 1:100



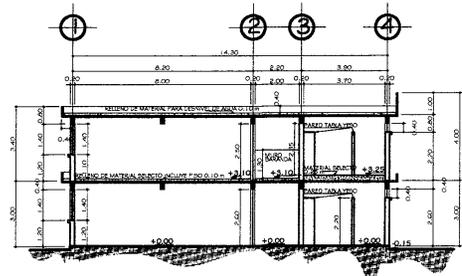
SECCIÓN D - D

ESC. 1:100



SECCIÓN B-B

ESC. 1:100



SECCIÓN C-C

ESC. 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
DISEÑO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN
MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

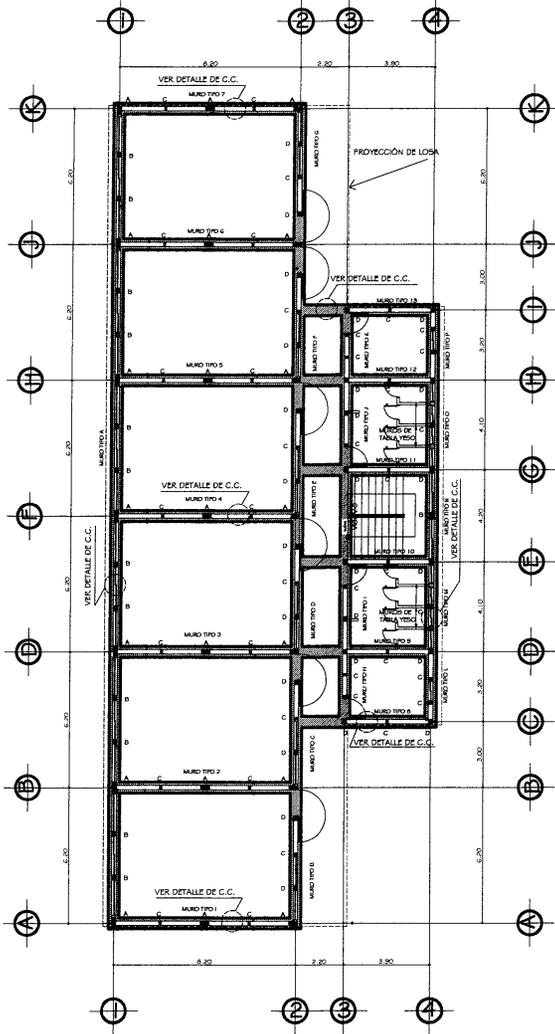
CONTENIDO: ELEVACIONES Y CORTES

DISEÑO: G.A.M.B.
CÁLCULO: G.A.M.B.
DIBUJO: G.A.M.B.
ESCALA: INDICADA
FECHA:

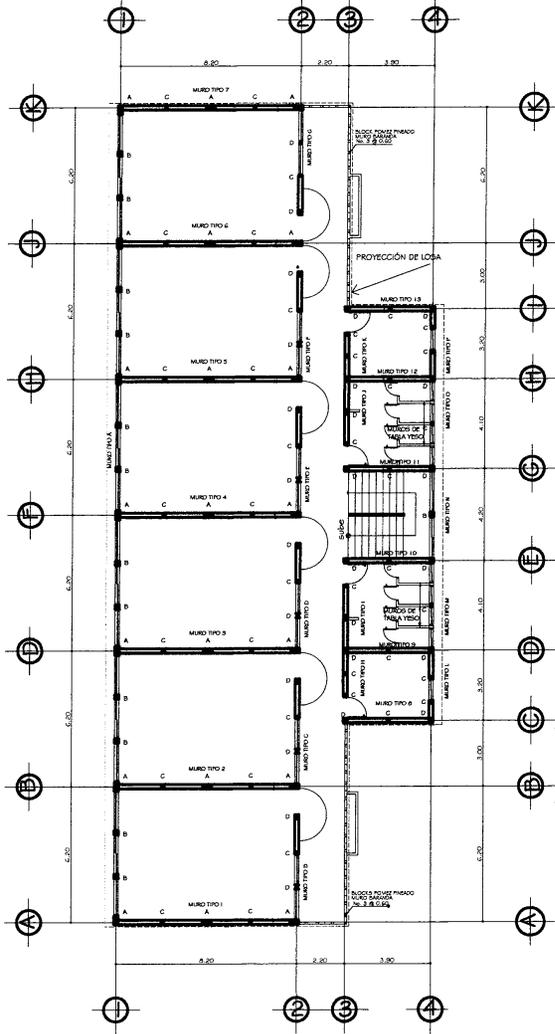
ESTUDIANTE:
GUSTAVO ADOLFO MOHALES BARRERA
CARNET:
9516433

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE EPS
VALERIA GUZMÁN
ALCALDESA

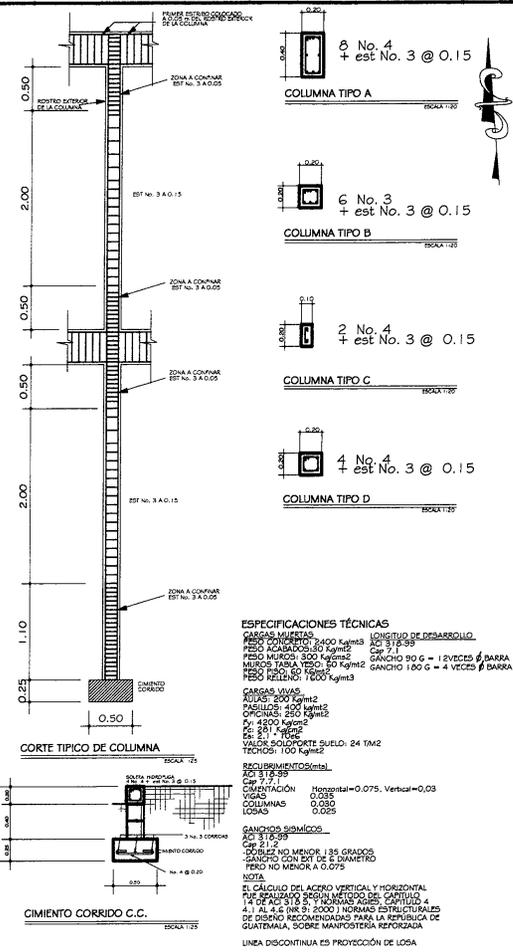
HQJA
03
17



PLANTA DE CIMENTACIÓN E INDICACIÓN DE COLUMNAS
PRIMER NIVEL ESC. 1:100



PLANTA DE COLUMNAS
SEGUNDO NIVEL ESC. 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

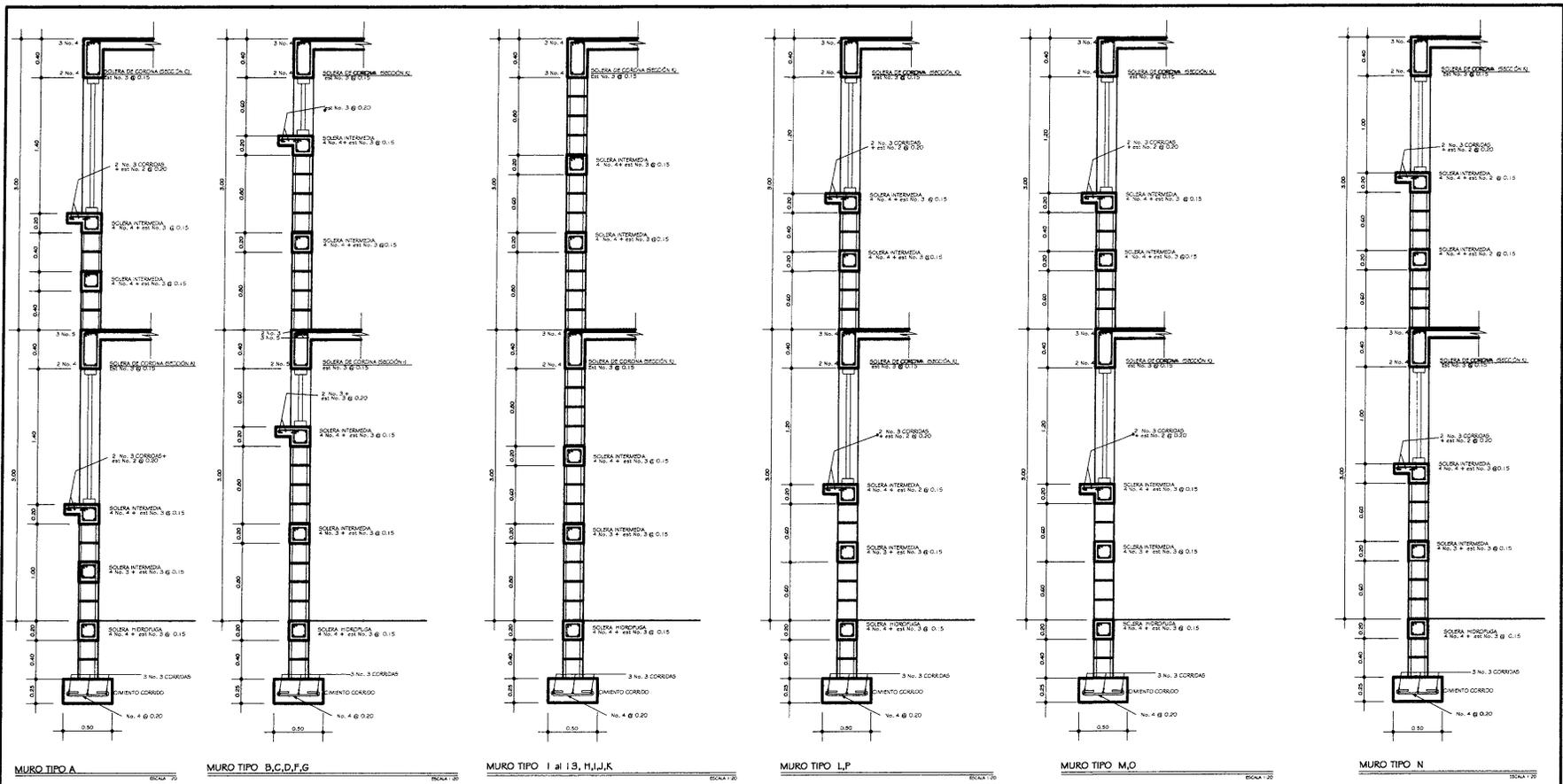
PROYECTO: DISEÑO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIÓN

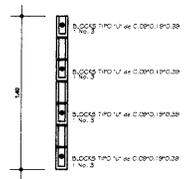
DISEÑO: G.A.M.B.
CÁLCULO: G.A.M.B.
DIBUJO: G.A.M.B.
ESCALA: INDICADA
FECHA:

ESTUDIANTE: GUSTAVO ADOLFO NORALES BARRERA CARNET: 9516433

ASOCIACIÓN GUATEMALTECA DE INGENIEROS CIVILES
Unión de Ingenieros de Estructuras y EPS
ING. GREGORIO ALVARO VELZ
ING. WILSON MEJIA CANTAN
04
17



MURO TIPO A ESCALA 1:20, MURO TIPO B,C,D,F,G ESCALA 1:20, MURO TIPO I a l 3, H,I,J,K ESCALA 1:20, MURO TIPO L,P ESCALA 1:20, MURO TIPO M,O ESCALA 1:20, MURO TIPO N ESCALA 1:20



MURO TIPO BARANDA ESCALA 1:20

MATERIALES

CEMENTO PORTLAND UCC 4000 PSI RESISTENCIA MINIMA 28 DIAS. DEBEN ESTAR COLOCADOS EN SOBRES ALMACENAJE Y ESTAR PROTEGIDOS DE LLUVIA Y HUMEDAD.

AGREGADO FINO: ARENA DE 800 MICRONE DEPOSITO DE BOLSAS POR LO QUE DEBE ESTAR LIBRE DE CONTAMINANTES INORGANICOS O ORGANICOS. EN FINO DE VENTAR AGREGADITOS, LO IDEAL DE ALGUNA EMPRESA SE DEDIQUE AL PROCESAMIENTO DE ARENA DE RIO.

AGREGADO GRUESO: Piedra de 1.25" - 3/4" PROCESADA DE DEPOSITOS DE BOLSAS LOS AGREGADOS DE ALMACENAN EN FORMA DE PILA ESTOS DEBEN ESTAR LIBRES DE MALOXA O OTRO TIPO DE VEGETACION INALTERADOS DURANTE CUAL QUIERE TIPO DE PROCESAMIENTO DE AFINAMIENTO.

AGUA: EL AGUA MEZCLADA Y CURADA CONCRETO DEBE SER PREFERIBLEMENTE LIMPIA Y LIBRE ACIDULACION, ALGUNAS AZOPRESIONES Y OTROS SUSTANCIAS TOXICAS AL CEMENTO Y AGUAS MARITIMAS Y FANTASMAS NO DEBE USARSE.

AGREGADO ESPECIAL: LEGITIMO GRADO 60 FORMAS Y DIMENSIONES ESTABLECIDAS PARA ALMACENARSE POR ENCIMA NIVEL DE TERRENO SOBRE OTRAS PLATAFORMAS U OTROS SOPORTES DE MADERA ADECUADO Y SER PROTEGIDOS.

BLOCKS RESISTENCIA 70 kg/cm² CON CODIGO No. MURO 139

MORTERO UNIÓN BLOCKS JUNTO ENTRE MUROS Y COLUMNAS SANDITA 1:1:1 CEMENTO Y 1 ARENA

FORMALETA: SERAN DE MADERA. SI HUBIERAN DE METAL SERIA IDEAL SUFICIENTEMENTE RIGIDAS PARA EVITAR DEFORMACIONES

CUIDADO DE CONCRETO: ACABADO DE COLOCAR, SE PROTEGERA DE RAYOS DE SOLARIS, CORRIENTES DE AGUA Y OTROS ASIENTOS EXTERIORES QUE PUEDAN DAÑARLO, DESPUES DE IRA CUANDO EL CONCRETO DE MANTENERS HUMEDO POR TIEMPO NO MENOS A 7 DIAS POR LO QUE SE COBRERA CON UNA CAPA DE AGUA O UNA CAPA CUBRETA AGUA CONSTANTEMENTE HUMEDA LA SUPERFICIE

EL PISO DEBE SER GRANITO DE 2cm DE ESPESOR DE CODIGO No. 24M

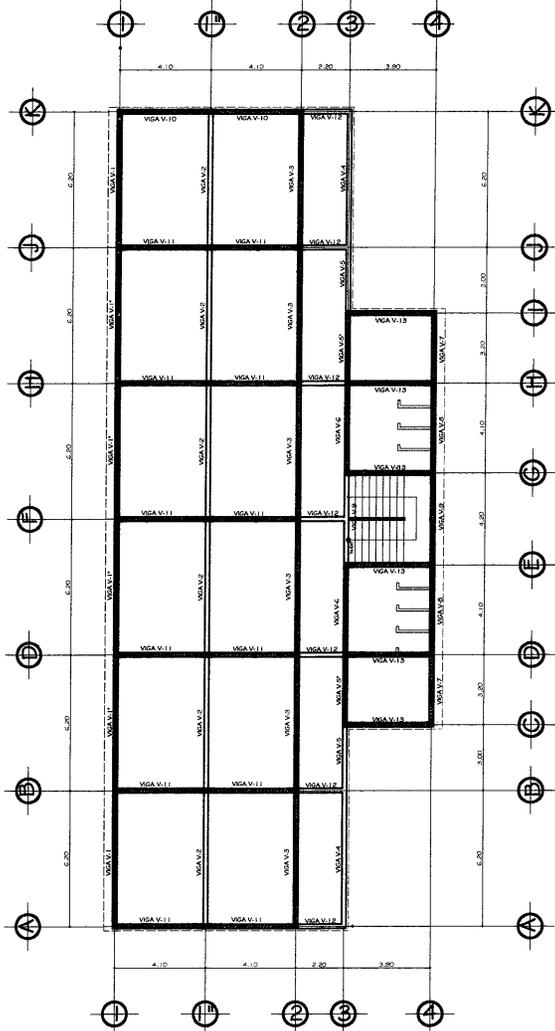
EL BLOCKS PARA MURO BARANDA DEBE DE SER POMEZ FINADO 35 Kg / cm²

LAS PAREDES INTERIORES DEL BAÑO DEBEN DE SER DE TABLA YESO

EL PISO DEL BAÑO DEBE SER ANTIDESLIZANTE DE FABRICACION NACIONAL

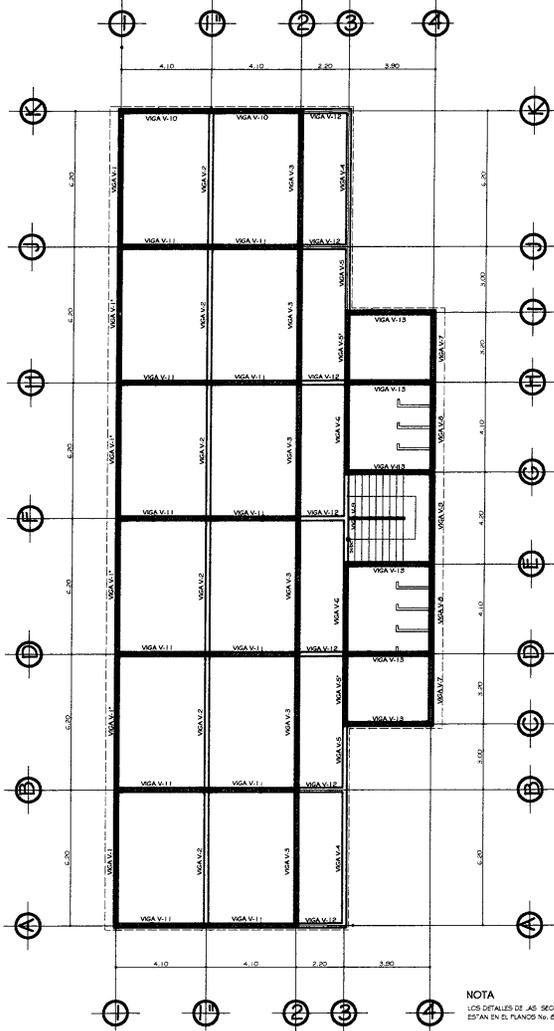
LAS PAREDES DEL LADO EXTERIOR DEBERAN SER CUBIERTAS DE GRANITO

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA	
PROYECTO: DISEÑO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACION MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA		
CONTENIDO: DETALLES ESTRUCTURALES DE MUROS		
DISEÑO: G.A.M.B. CÁLCULO: G.A.M.B. DIBUJO: G.A.M.B. ESCALA: INDICADA FECHA:	ESTUDIANTE: GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA VALÉS	CARNET: 9516433
		HOJA 05 17



PLANTA , UBICACIÓN DE VIGAS
PRIMER NIVEL

ESC. 1:100



PLANTA , UBICACIÓN DE VIGAS
SEGUNDO NIVEL

ESC. 1:100

NOTA
LOS DETALLES DE LAS SECCIONES DE VIGAS
ESTÁN EN EL PLANOS No. 6, 9 y 10.
LAS VIGAS FUERON DISEÑADAS SEGUN NORMAS
CAPITULO 8.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS DEL
AC 318R-05
AC 318R-05



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
DISEÑO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN
MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA , UBICACIÓN DE VIGAS

DISEÑO: G.A.M.B.
CÁLCULO: G.A.M.B.
DIBUJO: G.A.M.B.
ESCALA: INDICADA
FECHA:

ESTUDIANTE:
GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA

CARNET:
9516433

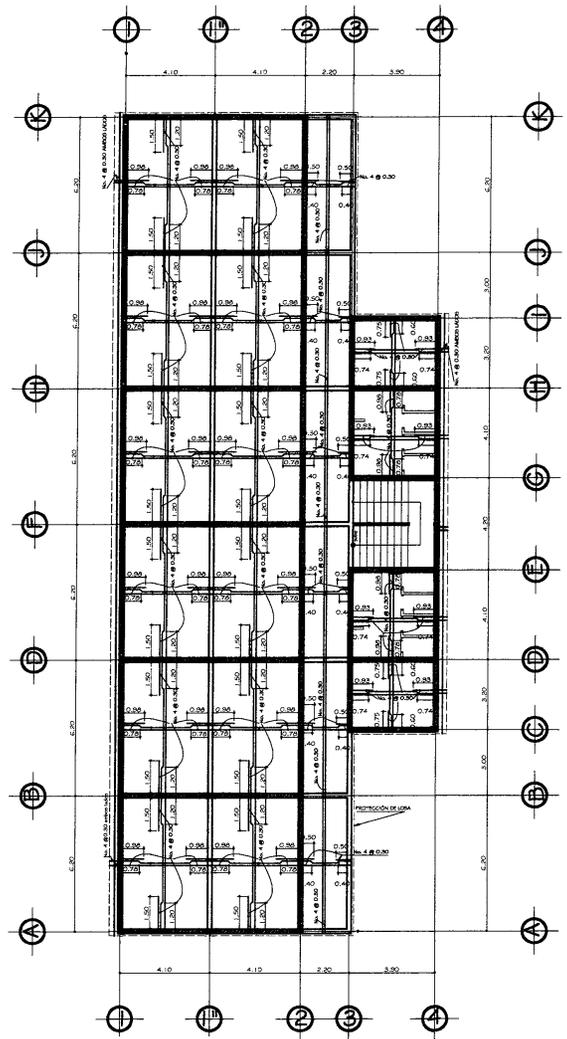
FECHA: 10/05/2017

HOJA
06
17

INGENIERO ALFARO VEJIZ
INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL
INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL

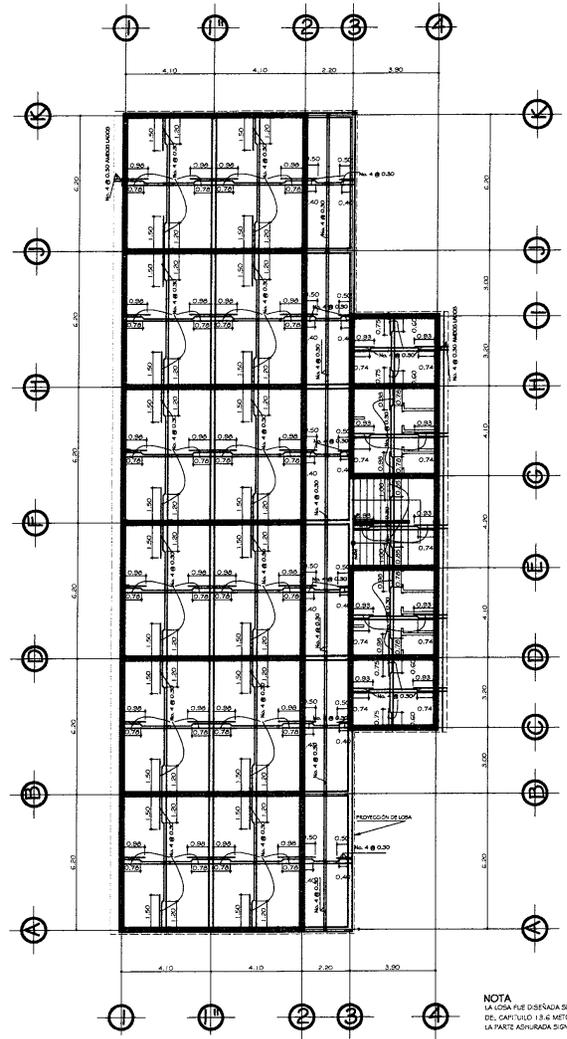
INGENIERO MESA GAUTAN
INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL





PLANTA DE LOSA
PRIMER NIVEL

ESC. 1:100



PLANTA DE LOSA
SEGUNDO NIVEL

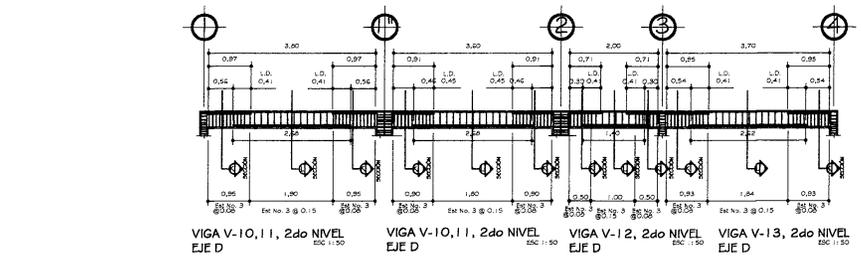
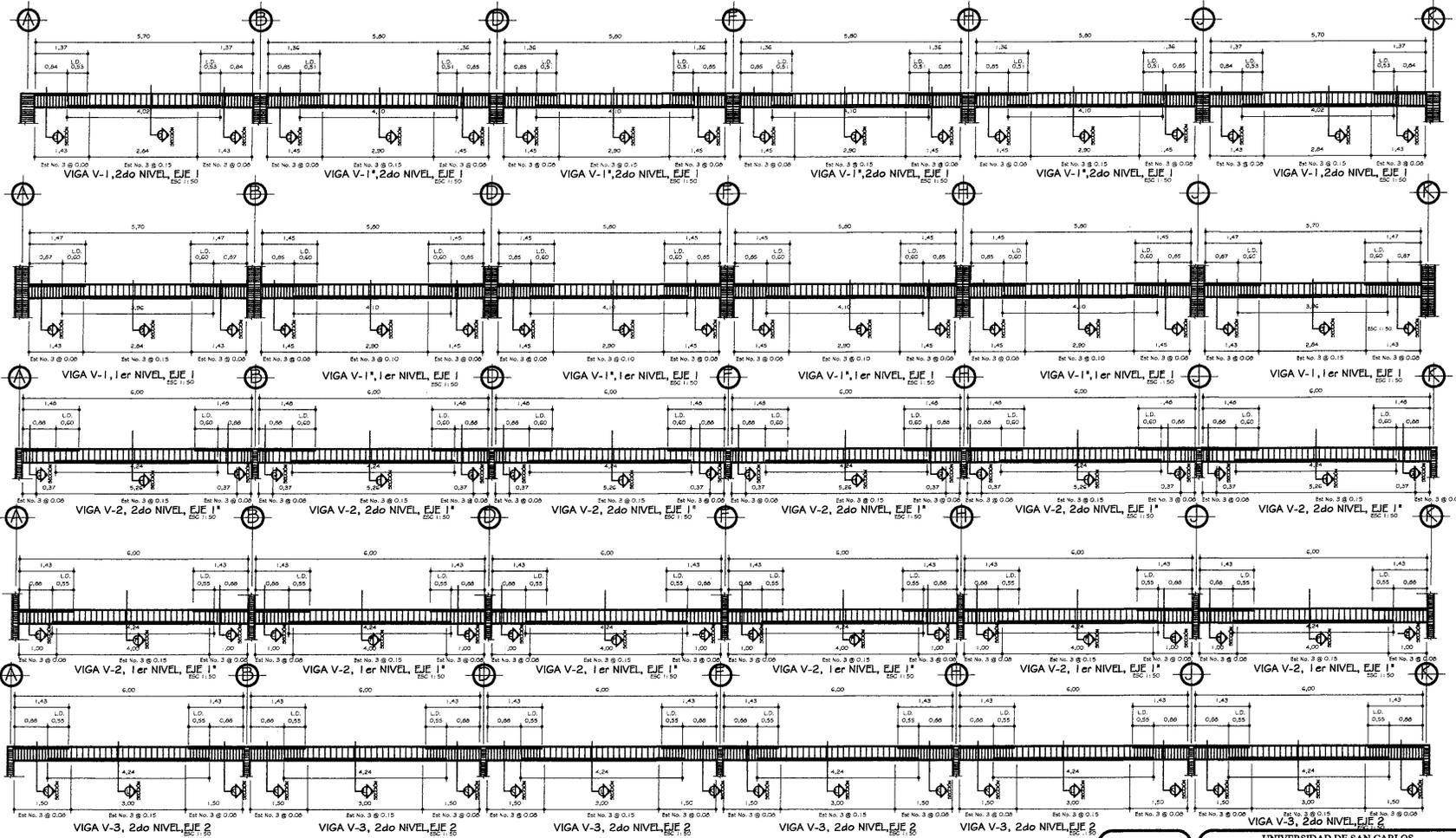
ESC. 1:100

NOTA
LA LOSA FUE DISEÑADA SEGÚN ACI 318 R-05
DE CAPÍTULO 13.6 MÉTODO DISEÑO DIRECTO
LA PARTE ASURADA SI QUIERA MUEVO
LOS DETALLES DE LAS SECCIONES DE VIGAS
ESTÁN EN EL PLANO NO. 6, 8 Y 10
LAS VIGAS FUERON DISEÑADAS SEGÚN NORMAS
CAPÍTULO 13.1 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE
ACI 318 R-05



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA		
PROYECTO: DISEÑO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA		
CONTENIDO: PLANTA DE LOSAS		
DISEÑO: G.A.M.B.	ESTUDIANTE: GUSTAVO ADOLFO MOGALES BARRERA	CARNET: 9516433
CÁLCULO: G.A.M.B.		
DIBUJO: G.A.M.B.		
ESCALA: INDICADA		
FECHA:	07 17	



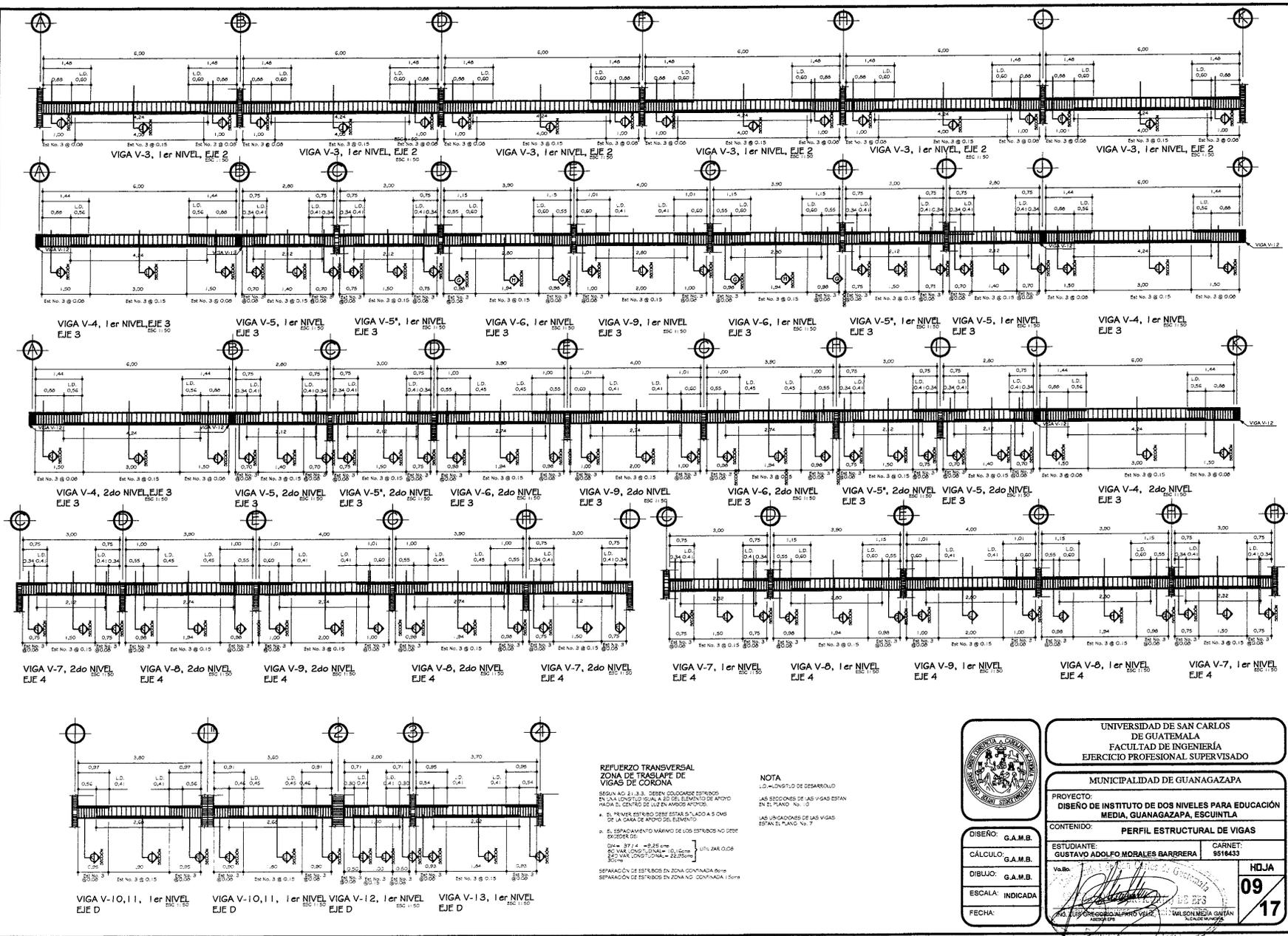


NOTA
 L.D. = LONGITUD DE DESARROLLO
 LAS SECCIONES DE LAS VIGAS ESTAN EN EL PLANO 10
 LAS UBICACIONES DE LAS VIGAS ESTAN EN EL PLANO No. 7

REFUERZO TRANSVERSAL ZONA DE TRASLAPPE DE VIGAS DE CORONA
 SEGUN AGC 21.3.3 DEBE COLGARSE ESTRIBOS EN UNA LONGITUD IGUAL A 20 DEL ELEMENTO DE APOYO HACIA EL CENTRO DE LUZ EN AMBOS APUNTOS.
 EL PRIMER ESTRIBO DEBE ESTAR SITUADO A 3 CM DE LA CARA DE APOYO DEL ELEMENTO.
 EL ESPACIAMIENTO MAXIMO DE LOS ESTRIBOS NO DEBE EXCEDER DE:
 D/4 = 10.5 CM
 80 MAX LONGITUD = 10.5 CM
 20 MAX LONGITUD = 22.5 CM
 ESTRIBOS

SEPARACION DE ESTRIBOS EN ZONA CONFINADA 8/16
 SEPARACION DE ESTRIBOS EN ZONA NO CONFINADA 10/16

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA	
PROYECTO: DISEÑO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACION MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA		
CONTENIDO: PERFIL ESTRUCTURAL DE VIGAS		
DISEÑO: G.A.M.B. CÁLCULO: G.A.M.B. DIBUJO: G.A.M.B. ESCALA: INDICADA FECHA:	ESTUDIANTE: GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA CARNET: 9518433	HOJA 08 17



**REFUERZO TRANSVERSAL
ZONA DE TRASLAPES DE
VIGAS DE CORONA**

SEGUN AC 2.1.3.3. DEBEN COLOCARSE ESTIBOS
EN UNA LONGITUD IGUAL A DOS VECES EL ANCHO
HACIA EL CENTRO DE LUZ EN AMBOS ANCHOS.

• EL PASO DE ESTIBOS DEBE ESTAR SILLADO A 5 CMs
DE LA ZONA DE ANCHO DEL ELEMENTO

• EL ESPACIAMIENTO MÁXIMO DE LOS ESTIBOS NO DEBE
EXCEDER DE:

$d/4 = 37.14 \text{ cm} \rightarrow 25 \text{ cm}$
 $h/4 = 103.125 \text{ cm} \rightarrow 100 \text{ cm}$
 35 cm

SEPARACIÓN DE ESTIBOS EN ZONA CONFUNDIDA 5cm
SEPARACIÓN DE ESTIBOS EN ZONA NO CONFUNDIDA 15cm

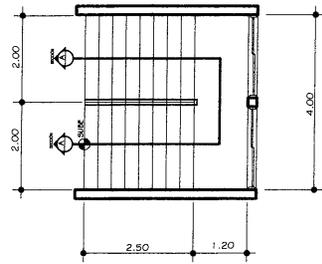
NOTA

L.D. = LONGITUD DE DESARROLLO

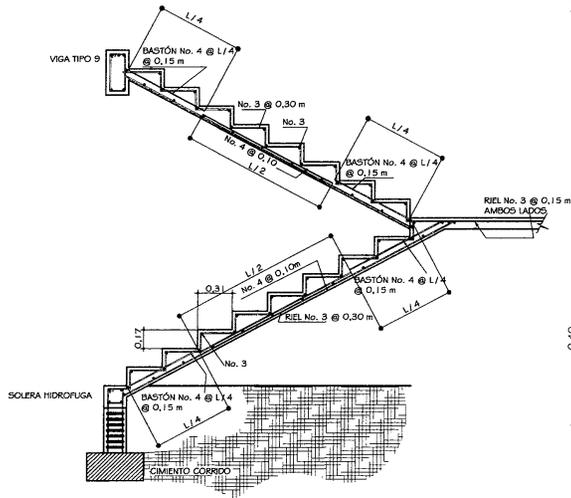
LAS SECCIONES DE LAS VIGAS ESTÁN
EN EL PLANO No. 10

LAS UNICIONES DE LAS VIGAS
ESTÁN EL PLANO No. 7

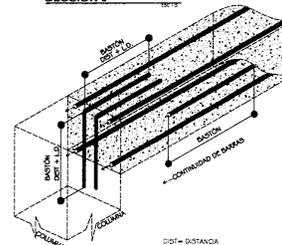
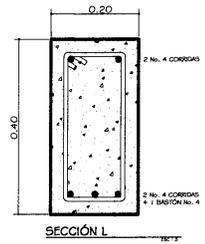
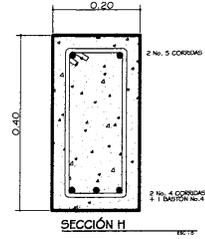
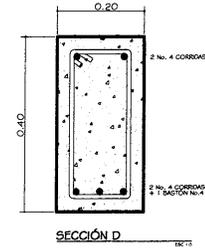
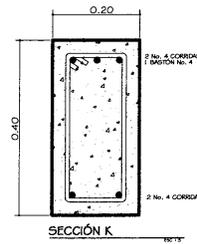
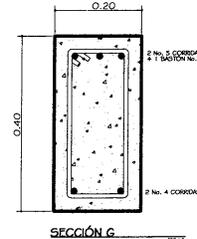
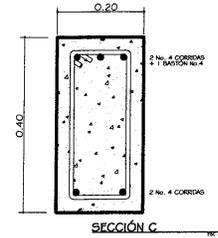
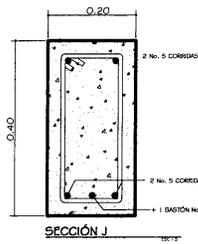
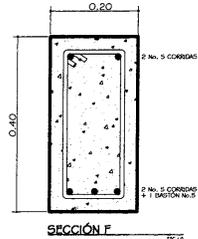
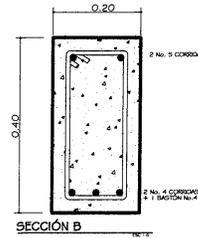
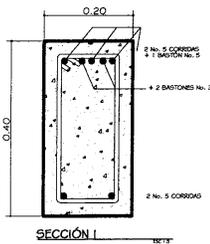
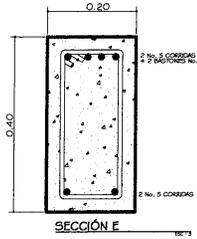
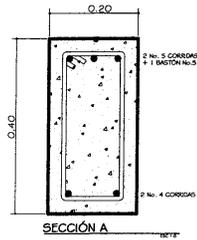
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA	
PROYECTO: DISEÑO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA		
CONTENIDO: PERFIL ESTRUCTURAL DE VIGAS		
DISEÑO: G.A.M.B.	ESTUDIANTE: GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA	CARNET: 9516433
CÁLCULO: G.A.M.B.	Val. No.	HQJA 09
DIBUJO: G.A.M.B.		17
ESCALA: INDICADA	FECHA:	



PLANTA DE GRADAS
ESCALA 1:50



PERFIL ESTRUCTURAL DE GRADAS SECCIÓN A-A
SIN ESCALA



ISOMETRICO DE BASTONES Y L.D.
SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
DISEÑO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN
MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO:
DETALLES SECCIÓN DE VIGAS Y ESCALERA

DISEÑO: G.A.M.B.

CÁLCULO: G.A.M.B.

DIBUJO: G.A.M.B.

ESCALA: INDICADA

FECHA:

ESTUDIANTE:
GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA

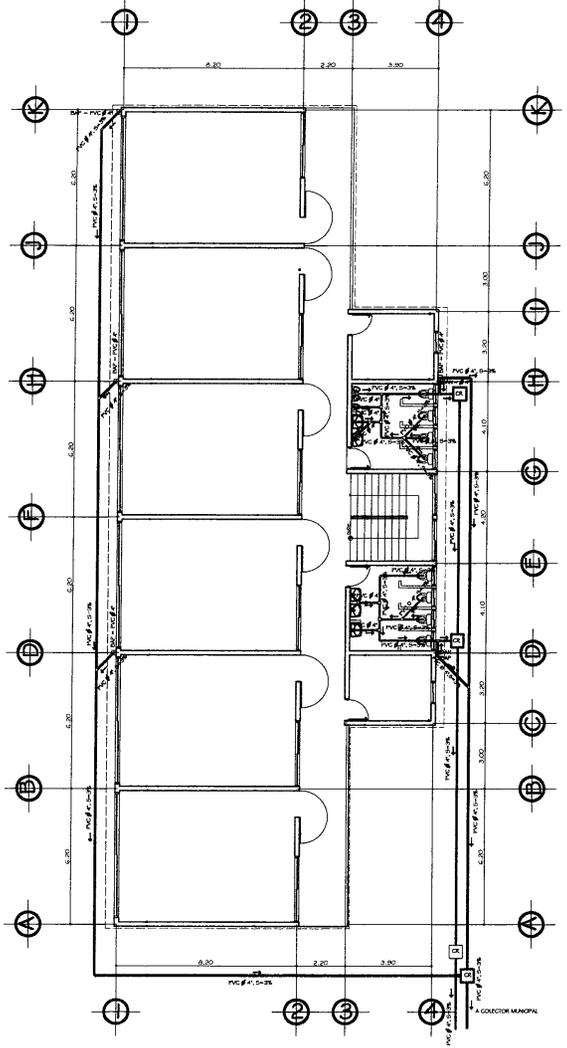
CARNET:
9516433

WILSON MEJIA GATÁN
ALCALDE MUNICIPAL

HOJA

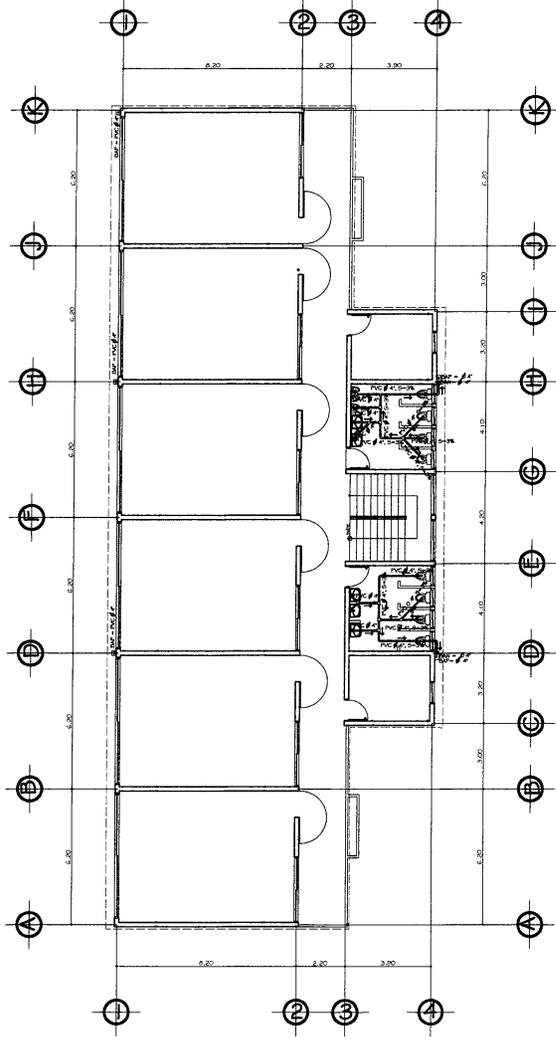
10

17



PLANTA DE DRENAJES
PRIMER NIVEL

ESC. 1:100



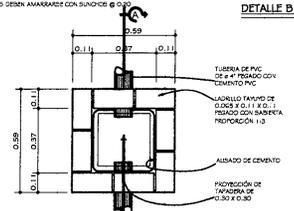
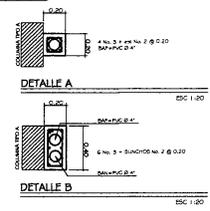
PLANTA DE DRENAJES
SEGUNDO NIVEL

ESC. 1:100

SIMBOLOGIA DE DRENAJES	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIA AGUAS RESIDAS PVC Ø 100/120
	TUBERIA FLUYVA PVC Ø 100/120
	COUDO A 90 GRADOS
	TEE
	TEE
	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	BAJADA DE AGUAS RESIDAS
	TEE A 45
	COUDO A 45
	CAJA DE REGISTRO
	S INDICA TUBO ENTE DE TUBERIA

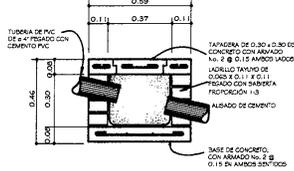
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
 PARA RED GENERAL DE DRENAJE AGUAS RESIDAS Y PLUVIALES
 UTILIZAR TUBERIA DE COQUELORO DE POLIVINIL (PVC)
 PREFERIR TUBERIA DE AGUAS RESIDAS 3/4"
 UTILIZAR TUBERIA DE COQUELORO DE POLIVINIL (PVC)

NOTA
 LOS TUBERIAS NO DEBERA COLLOCARSE ENTRE NINGUNA COLUMNA ESTRUCTURAL, NI TAMPOCO A TRAVES DE VIGAS
 TODAS LAS TUBERIAS SE DEBERAN COLOCAR A UN LADO TANTO LA TUBERIA DE COQUELORO DE POLIVINIL (PVC)
 VER DETALLE DE INSTALACIONES DE ARRECIOS EN PLANO No. 17
 LOS DETALLES A Y B VIVEN DE LA PLANTA ACOSTA PLANO No. 2
 LOS TUBOS DEBEN AMARRARSE CON SUNDICHES Ø 0.30"



PLANTA DE REGISTRO GENERAL

ESC. 1:25



SECCIÓN A

ESC. 1/8"



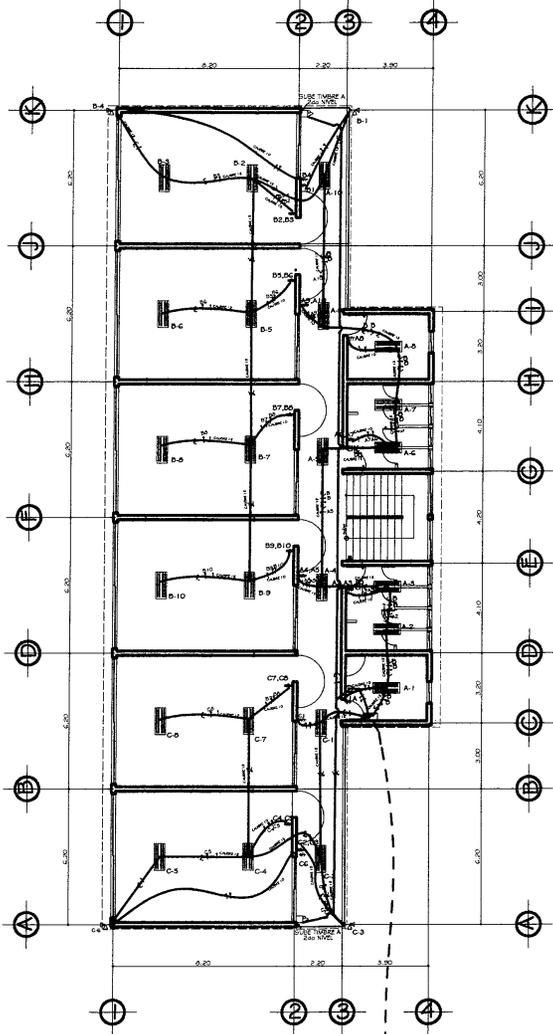
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA
 PROYECTO:
DISEÑO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

DISEÑO: G.A.M.B.
 CÁLCULO: G.A.M.B.
 DIBUJO: G.A.M.B.
 ESCALA: INDICADA
 FECHA:

CONTENIDO: **PLANTA DE DRENAJES**
 ESTUDIANTE: **GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA**, CARNET: 8518433
 WILSON MEJIA GANTAN
 ACADÉMICO MUNICIPAL

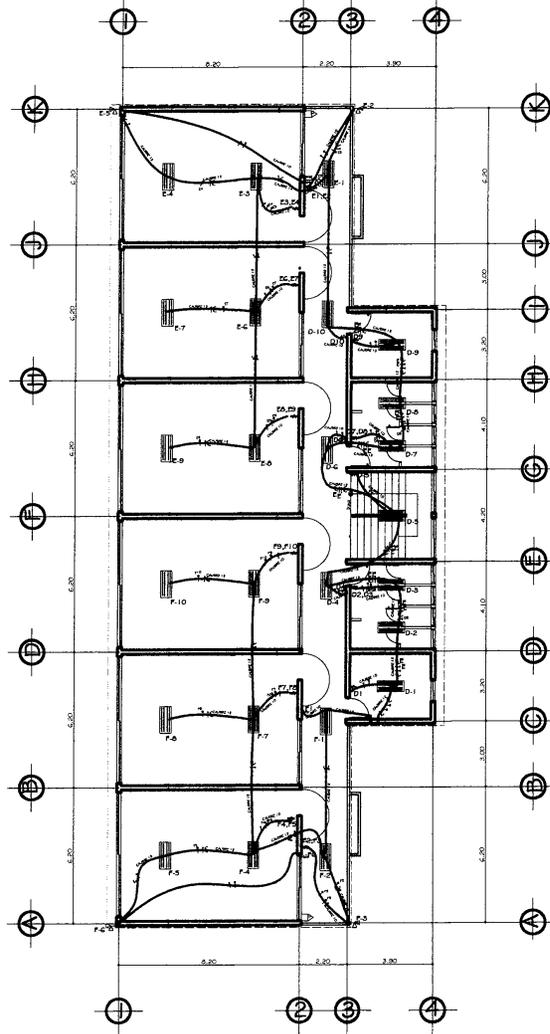
HOJA
13
17



PLANTA DE ILUMINACIÓN

PRIMER NIVEL

ESC. 1:100



PLANTA DE ILUMINACIÓN

SEGUNDO NIVEL

ESC. 1:100

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DEFINICION
	ILUMINACION EN CIELO + "SW"
	PANEL DE DISTRIBUCION "M" - 20 S.A.P.T.
	ILUMINACION PARA: INDICACIONES (SEÑALES) LINDA NEUTRA CAABLE 12 TW O INDICADO
	CONTADOR
	LINDA VIVA CAABLE 12 TW O INDICADO
	LINDA DE TIPO CAABLE 12 TW O INDICADO
	TUBO PVC 2.5" RIGID # 1" O INDICADO ENTERRADO EN LINDA
	TUBO PVC 2.5" RIGID # 1" O INDICADO ENTERRADO EN TIERRA
	TUBO PVC 2.5" RIGID # 1" O SUJETO A BOLSADO NIVEL
	SALIDA DE INSTALACION DE "MUSE" "M" - 20 S.A.P.T.
	PLACA DE "MUSE" "M" - 20 S.A.P.T.

CIRCUITO	UNIDADES	FUSIBLE	USO	AMPERIJE	CAABLE
A	10	1"20 AMP	ILUMINACION 1er NIVEL	16	12
B	9	1"20 AMP	ILUMINACION 1er NIVEL	16	12
C	8	1"20 AMP	ILUMINACION 1er NIVEL	15	12
D	10	1"20 AMP	ILUMINACION 2do NIVEL	16	12
E	8	1"20 AMP	ILUMINACION 2do NIVEL	16	12
F	9	1"20 AMP	ILUMINACION 2do NIVEL	16	12

NOTA:
EL CAABLE DEL ALAMBRE QUE VA DE LAS LUMINARIAS
PARA LOS INTERRUPTORES ES DE 10
LA LETRA "M" INDICA QUE VA LA LINEA NEUTRA Y VIVA
EN CIRCUITO
LA LETRA "E" INDICA QUE VA LA LINEA NEUTRA Y VIVA
AL CIRCUITO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
DISEÑO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACION
MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACION

DISEÑO: G.A.M.B.

CÁLCULO: G.A.M.B.

DIBUJO: G.A.M.B.

ESCALA: INDICADA

FECHA:

ESTUDIANTE: GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA

CARNET: 8518433

VO. BO. (Firma)

VO. BO. (Firma)

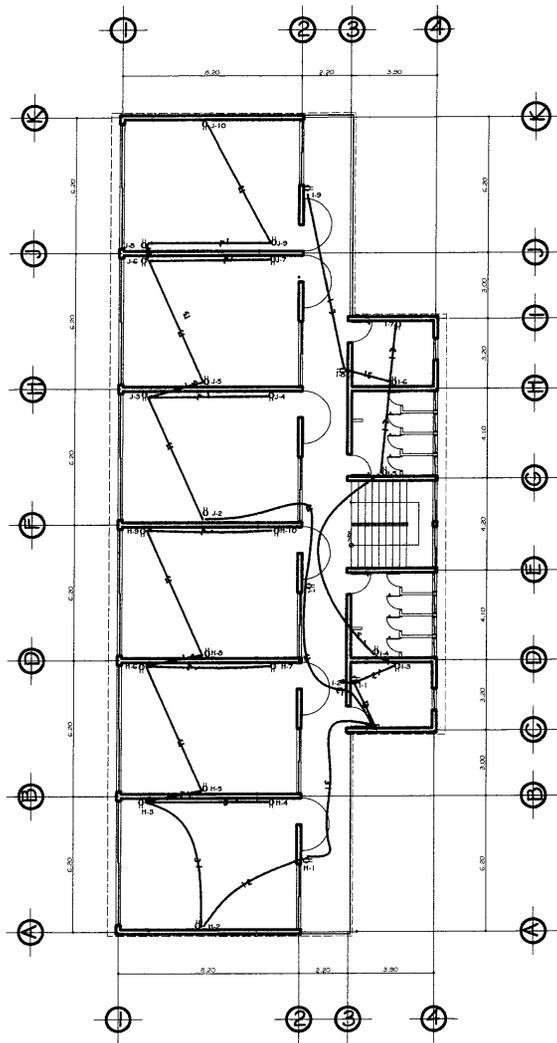
VO. BO. (Firma)

VO. BO. (Firma)

HOJA

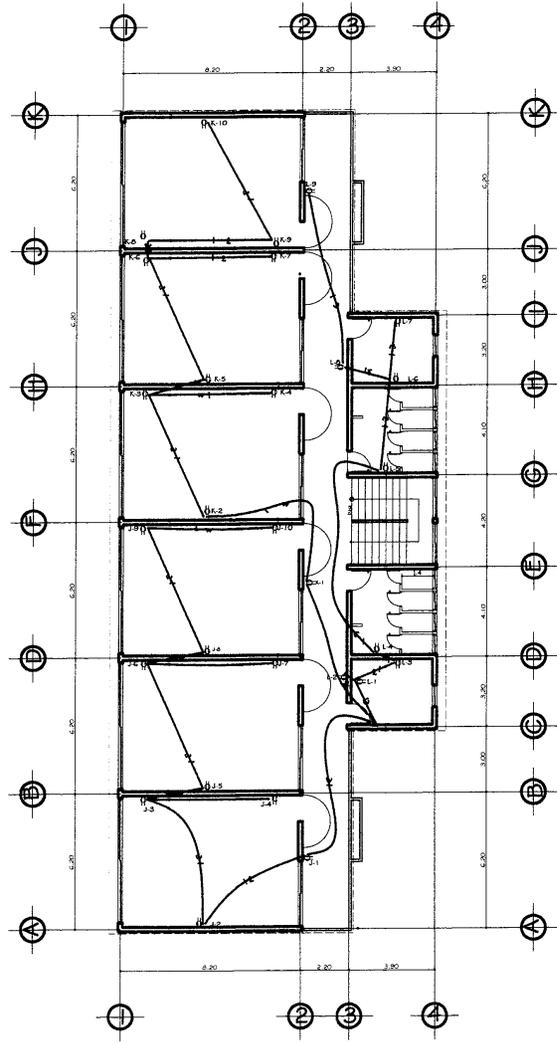
14

17



PLANTA DE FUERZA
PRIMER NIVEL

ESC. 1:100



PLANTA DE FUERZA
SEGUNDO NIVEL

ESC. 1:100

SIMBOLO	DESCRIPCION
+	TERMINACION DE CABLE TW 0.30 Ø P.P.T.
⊞	TUBO DE DISTRIBUCION TW 1.70 S.N.P.T.
○	TUBO PVC ELECTRO Ø 1" Ø SUJE A 380000000
⊞	LINIA VIVA CALIENTE 12 TW Ø INDICADO
⊞	UNDA DE FUENTE CALIENTE 12 TW Ø INDICADO
⊞	LINIA VIVA CALIENTE 12 TW Ø INDICADO
⊞	LINIA DE RESERVOIR CALIENTE 12 TW Ø INDICADO
○	TUBO PVC ELECTRO Ø 1" Ø SUJE A 380000000
○	TUBO PVC ELECTRO Ø 1" Ø INDICADO EMPOTRADO EN TIERRA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
DISEÑO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN
MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA

DISEÑO: G.A.M.B.

CÁLCULO: G.A.M.B.

DIBUJO: G.A.M.B.

ESCALA: INDICADA

FECHA:

ESTUDIANTE:
GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA

CARNET:
8516433

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE GUATEMALA

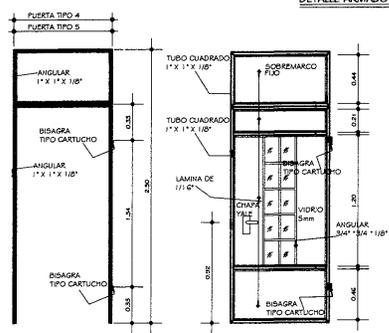
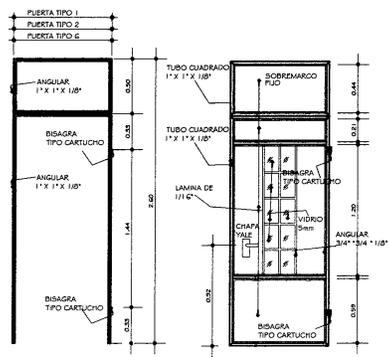
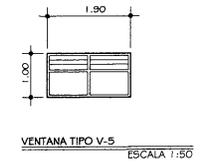
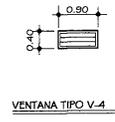
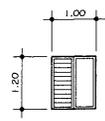
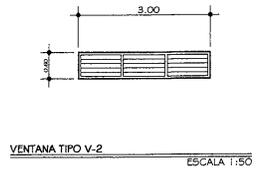
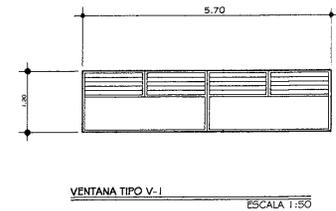
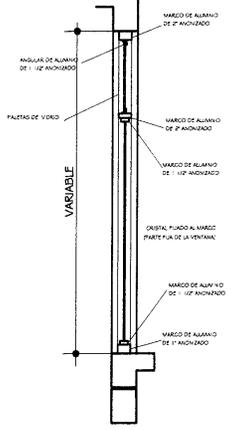
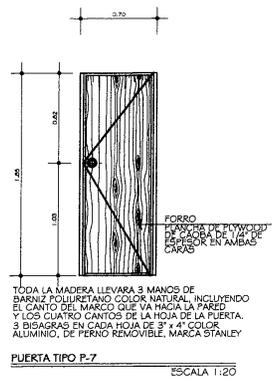
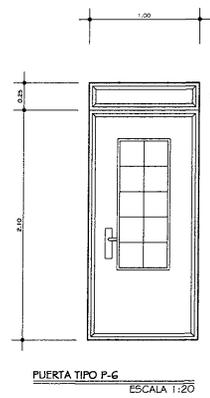
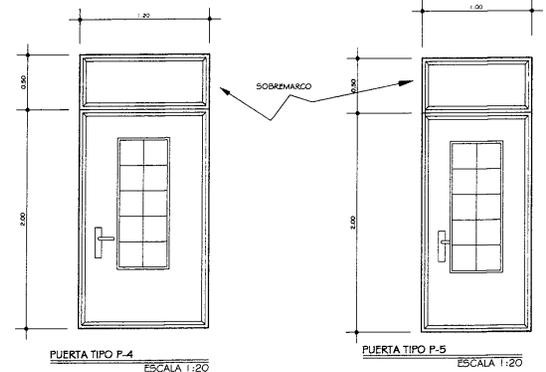
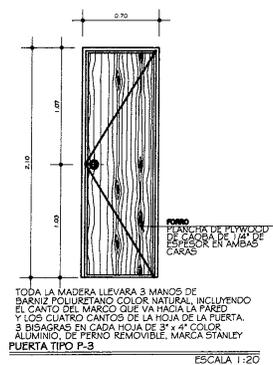
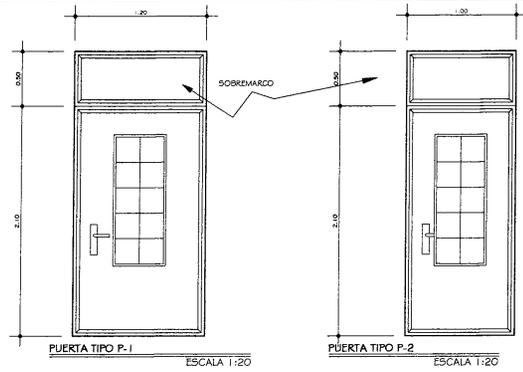
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE GUATEMALA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE GUATEMALA

HEJA
15

17

WESLON MEJIA GAITÁN
ALCALDE MUNICIPAL



PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	USO	ALTO	ANCHO	OPCA	MATERIAL
P-1	8	210	120	030	MEAL
P-2	4	210	100	040	MEAL
P-3	2	210	070	030	PLUMBO
P-4	4	210	120	030	MEAL
P-5	4	210	100	030	MEAL
P-6	2	210	100	030	MEAL
P-7	4	160	070	030	PLUMBO

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	USO	ALTO	ANCHO	OPCA	MATERIAL
V-1	12	140	510	240	ALUMINIO
V-2	12	030	100	240	ALUMINIO
V-3	4	100	120	240	ALUMINIO
V-4	4	040	030	240	ALUMINIO
V-5	4	100	140	240	ALUMINIO

NOTA
LAS PUERTAS TIPO 1, 2, 4, 5, 6 SE HAN DE HACER DE MADERA CON CHAPA YALE LAS PUERTAS 3 Y 7 SE HAN DE HACER DE PLUMBO FERRO REMOVIBLE MARCA STANLEY
LAS VENTANAS SE HAN DE HACER DE ALUMINIO CON PALETAS Y EL DORSAL DEL VIDRO SERA DE 10mm
TODOS LOS SOBREMARCO SON FLOJOS
LA LAMINA DE VIDRO DE 10mm CALIDAD



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
DISENO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACION MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO:
DETALLES DE PUERTAS Y VENTANAS

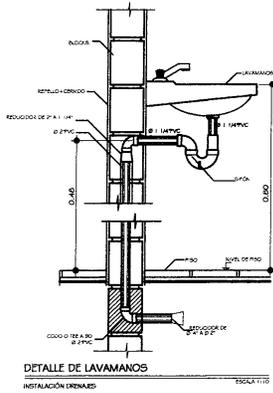
DISENO: G.A.M.B.
CALCULO: G.A.M.B.
DIBUJO: G.A.M.B.
ESCALA: INDICADA
FECHA:

ESTUDIANTE:
GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA

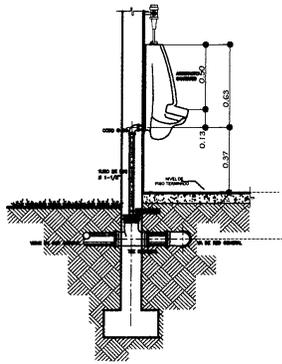
CARNET:
9516433

MISION MEJIA GATIAN
ALCALDE MUNICIPAL

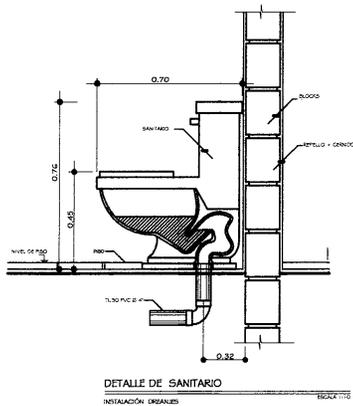
HJJA
16
17



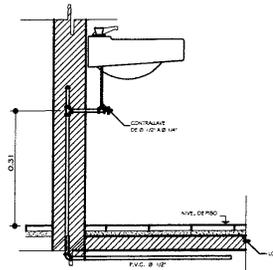
DETALLE DE LAVAMANOS
INSTALACIÓN DRENAJE ESCALA 1/10



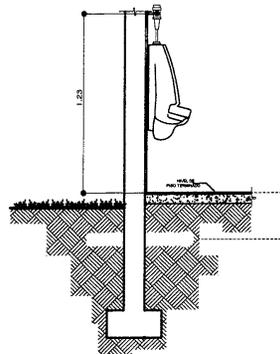
DETALLE DE MINGITORIO
INSTALACIÓN DRENAJE SIN ESCALA



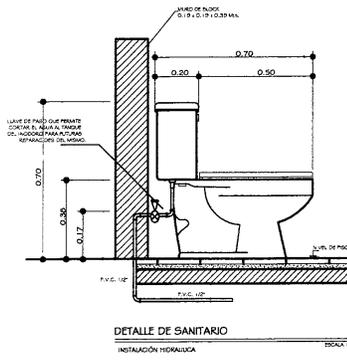
DETALLE DE SANITARIO
INSTALACIÓN DRENAJE ESCALA 1/10



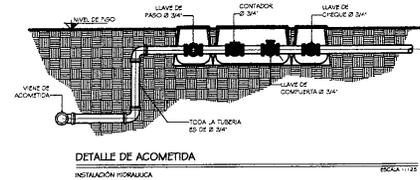
DETALLE DE LAVAMANOS
INSTALACIÓN HIDRÁULICA ESCALA 1/10



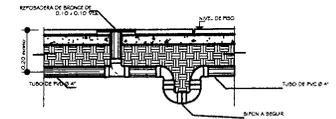
DETALLE DE MINGITORIO
INSTALACIÓN HIDRÁULICA SIN ESCALA



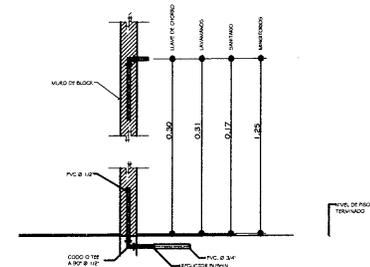
DETALLE DE SANITARIO
INSTALACIÓN HIDRÁULICA ESCALA 1/10



DETALLE DE ACOMETIDA
INSTALACIÓN HIDRÁULICA ESCALA 1/10



DETALLE DE SIFÓN A SEGUIR
INSTALACIÓN DRENAJE ESCALA 1/10



DETALLE DE SALIDA DE TUBERÍA
INSTALACIÓN HIDRÁULICA ESCALA 1/10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
DISEÑO DE INSTITUTO DE DOS NIVELES PARA EDUCACIÓN
MEDIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: **DETALLES DE DRENAJES E HIDRÁULICA**

DISEÑO: G.A.M.B.

ESTUDIANTE:
GUSTAVO ADOLFO MORALES BARRERA

CARNET:
9816433

CÁLCULO: G.A.M.B.

DIBUJO: G.A.M.B.

ESCALA: INDICADA

FECHA:

WILSON MEJIA GAITÁN
ALCALDE MUNICIPAL

HOJA
17

17