



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO DE LA
ESCUELA PARA LA COLONIA LOS ALMENDROS, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**

Nancy Carola Flores Hernández
Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, noviembre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO DE LA
ESCUELA PARA LA COLONIA LOS ALMENDROS, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

NANCY CAROLA FLORES HERNÁNDEZ
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
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. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO DE LA ESCUELA PARA LA COLONIA LOS ALMENDROS, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 8 de octubre de 2012.


Nancy Carola Flores Hernández



Guatemala, 17 de septiembre de 2013
Ref.EPS.DOC.1023.09.13

Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Merck Cos.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Nancy Carola Flores Hernández** con carné No. **200313115**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO DE LA ESCUELA PARA LA COLONIA LOS ALMENDROS, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ.**

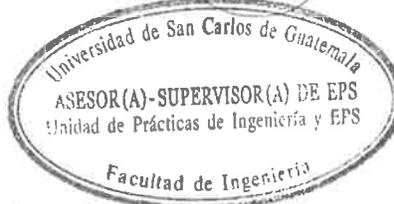
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


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



c.c. Archivo
LGAV/ra



Guatemala,
17 de septiembre de 2013

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 Y DISEÑO DE LA ESCUELA PARA LA COLONIA LOS ALMENDROS, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Nancy Carola Flores Hernández, con Carnet No. 200313115, 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

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala,
16 de octubre de 2013

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

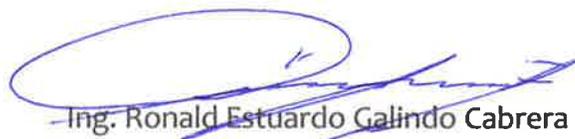
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO DE LA ESCUELA PARA LA COLONIA LOS ALMENDROS, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Nancy Carola Flores Hernández, 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 INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 18 de octubre de 2013
Ref.EPS.D.769.10.13

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 Y DISEÑO DE LA ESCUELA PARA LA COLONIA LOS ALMENDROS, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Nancy Carola Flores Hernández**, quien fue debidamente asesorada y supervisada 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 Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS



JMC/ra



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y Coordinador de E.P.S. Ing. Juan Merck Cos, al trabajo de graduación de la estudiante Nancy Carola Flores Hernández, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO DE LA ESCUELA PARA LA COLONIA LOS ALMENDROS, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2013

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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 Y DISEÑO DE LA ESCUELA PARA LA COLONIA LOS ALMENDROS, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**, presentado por la estudiante universitaria: **Nancy Carola Flores Hernández**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Páiz Recinos
Decano



Guatemala, noviembre de 2013

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser bueno en todo el tiempo y fortaleza en mi vida.
Mi padre	Carlos Gustavo Flores Calderón, por todo el apoyo, buen ejemplo y por creer en mí justo cuando más lo necesite.
Mi madre	Maritza Lisdeth Hernández Morales, por su confianza, dedicación hacia mi vida y amor incondicional.
Mis hermanos	Sara Flores, Ada Flores, Karla Flores y Jorge Zúñiga, por el cariño, apoyo incondicional en el tiempo que Dios nos ha permitido vivir.
Sra. Gladys Haydee Linares de Hernández	Por creer en mí y ser apoyo en todo tiempo.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por proporcionarme las herramientas necesarias para el desarrollo de esta carrera.
Facultad de Ingeniería	Por proveer educación técnica y académica, que nos permita desenvolvernos correctamente.
Mis amigos en general	Gracias a cada uno y aunque no escriba sus nombres, ellos se saben por aludidos.
Fam. García Salguero	Por el apoyo espiritual, económico y moral.
Sra. Gladys Haydee Linares de Hernández	Por la ayuda económica, moral incondicionalmente.
Sra. Rosa Echeverría	Por orar sin cesar por mi vida y apoyarme en todo el tiempo.
Sra. Alicia Rodas	Por sus consejos, cariño y apoyo durante este tiempo.
Ing. Guillermo Melini	Por el apoyo y confianza en el tiempo de conocernos, muchas gracias.

Ing. Gregorio Alfaro

Por la asesoría durante el Ejercicio Profesional
Supervisado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez	1
1.1.1. Aspectos generales	1
1.1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.1.2. Ubicación geográfica	3
1.1.1.3. Localización	3
1.1.1.4. Clima	4
1.1.1.5. Producción agrícola	4
1.1.1.6. Población	5
1.1.2. Aspectos de infraestructura	5
1.1.2.1. Vías de acceso	6
1.1.2.2. Servicios públicos	7
2. DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LOS ALMENDROS, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ.....	13
2.1. Descripción general del proyecto	13
2.2. Levantamiento topográfico	13

2.2.1.	Planimetría	13
2.2.2.	Altimetría	14
2.3.	Partes de un alcantarillado	14
2.3.1.	Colector	14
2.3.2.	Pozo de visita	14
2.3.3.	Conexiones domiciliarias.....	15
2.4.	Período de diseño	16
2.5.	Población futura	16
2.5.1.	Método geométrico.....	16
2.5.2.	Método aritmético:.....	17
2.6.	Determinación de caudales.....	18
2.6.1.	Población tributaria.....	18
2.6.2.	Dotación de agua potable.....	18
2.6.3.	Factor de retorno al sistema.....	19
2.6.4.	Caudal domiciliar	19
2.6.5.	Caudal industrial.....	20
2.6.6.	Caudal comercial.....	20
2.6.7.	Caudal por conexiones ilícitas.....	20
2.6.8.	Caudal por infiltración.....	21
2.6.9.	Caudal medio	22
2.6.10.	Factor de caudal medio	22
2.6.11.	Factor de Harmond	22
2.6.12.	Caudal de diseño	23
2.7.	Fundamentos hidráulicos	23
2.7.1.	Ecuación de Manning para flujo en canales.....	24
2.7.2.	Relaciones hidráulicas	24
2.8.	Parámetros de diseño hidráulico	25
2.8.1.	Coeficiente de rugosidad.....	25
2.8.2.	Sección llena y parcialmente llena	26

2.8.3.	Velocidad máxima y mínima	27
2.8.4.	Diámetro colector.....	27
2.8.5.	Profundidad del colector	28
2.8.6.	Profundidad mínima de colector	28
2.8.7.	Ancho de zanja	29
2.8.8.	Volumen de excavación.....	29
2.8.9.	Cotas Invert	30
2.8.10.	Ubicación de pozos de visita	30
2.8.11.	Profundidad de los pozos de visita	31
2.8.12.	Características de las conexiones domiciliarias	34
2.8.13.	Diseño hidráulico	34
2.9.	Propuesta de tratamiento	39
2.9.1.	Diseño de fosa séptica	41
2.10.	Elaboración de planos	67
2.11.	Elaboración de presupuesto	68
2.12.	Evaluación socioeconómica	69
2.12.1.	Valor Presente Neto	70
2.12.2.	Tasa Interna de Retorno	72
2.13.	Estudio de Impacto Ambiental	72
3.	DISEÑO DE LA ESCUELA PARA LA COLONIA LOS ALMENDROS, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	79
3.1.	Diseño de ampliación de la escuela colonia Los Almendros ...	79
3.1.1.	Descripción del proyecto	79
3.1.1.1.	Estudio topográfico	79
3.1.1.1.1.	Planimetría	80
3.1.1.1.2.	Altimetría	80
3.1.1.2.	Estudio de suelos	80
3.1.1.2.1.	Ensayo triaxial	81

3.1.2.	Descripción del sistema a utilizar	85
3.1.2.1.	Descripción del sistema estructural de mampostería a utilizar	85
3.1.2.1.1.	Unidades de mampostería	86
3.1.2.1.2.	Tipos de mampostería ..	86
3.1.2.1.3.	Propiedades físicas de la mampostería	88
3.1.2.1.4.	Acero de refuerzo.....	90
3.1.3.	Códigos y especificaciones para cargas muertas y vivas	91
3.1.4.	Fuerzas laterales por sismo	93
3.1.4.1.	Clasificación de obra	93
3.1.4.2.	Índice de sismicidad del sitio	95
3.1.4.3.	Nivel de protección requerido.....	96
3.1.4.4.	Perfil del suelo.....	97
3.1.4.5.	Aceleración máxima efectiva del terreno.....	98
3.1.4.6.	Tipo de estructura	99
3.1.4.7.	Descripción de la estructura.....	100
3.1.5.	Corte basal.....	100
3.1.6.	Distribución vertical de la fuerza de corte por piso.....	105
3.1.7.	Distribución de las fuerzas de piso por elemento ..	105
3.1.8.	Método de análisis para una estructura de mampostería	107
3.1.8.1.	Análisis simplista	107
3.1.8.2.	Consideraciones del análisis	107
3.1.8.3.	Limitaciones del método simple	108

	3.1.8.4.	Procedimiento de análisis	109
3.2.		Diseño de edificio	110
	3.2.1.	Planta típica	110
	3.2.2.	Integración de cargas	113
	3.2.2.1.	Cargas gravitacionales	114
	3.2.2.2.	Fuerzas laterales de sismo	117
	3.2.3.	Distribución de esfuerzos por elementos	138
	3.2.4.	Diseño de acero de refuerzo para los elementos .	140
	3.2.5.	Detalles estructurales	144
	3.2.6.	Diseño de losa	160
	3.2.7.	Diseño de instalaciones	166
	3.2.8.	Elaboración de presupuesto	175
	3.2.9.	Evaluación de Impacto Ambiental.....	176
CONCLUSIONES			179
RECOMENDACIONES			181
BIBLIOGRAFÍA.....			183
APÉNDICES			185
ANEXOS			229

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del municipio de Mazatenango	4
2.	Planta de losa	49
3.	Detalle de viga	66
4.	Zonificación sísmica para la República de Guatemala.....	96
5.	Planta típica primer nivel, escuela colonia Los Almendros.....	111
6.	Planta típica segundo nivel, escuela colonia Los Almendros	112
7.	Mapa de zonas de velocidad básica del viento para la República de Guatemala (km/h).....	118
8.	Gráfica de relación modular	142
9.	Detalle de viga V-1	147
10.	Detalle de viga entrepiso.....	151
11.	Esquema de triángulos semejantes para módulo de gradas.....	157

TABLAS

I.	Distancias de la cabecera departamental a la cabeceras municipales de Suchitepéquez.....	7
II.	Hogares con servicios de agua potable	8
III.	Hogares con servicio de drenaje sanitario	9
IV.	Hogares con servicio de extracción de basura.....	10
V.	Hogares con servicio de energía eléctrica	11
VI.	Año poblacional.....	17
VII.	Factores de rugosidad.....	26

VIII.	Profundidad mínima en tubería.....	28
IX.	Ancho de zanja según profundidad del colector	29
X.	Datos de diseño	35
XI.	Presupuesto de alcantarillado sanitario	68
XII.	Matriz modificada de Leopold para el proyectos de drenaje.....	75
XIII.	Tipos de mampostería	87
XIV.	Espesores requeridos de área bruta y área neta para UM	88
XV.	Tipos de bloque	89
XVI.	Tabla de propiedades del acero.....	91
XVII.	Peso de materiales	92
XVIII.	Nivel mínimo de protección de sismo	97
XIX.	Tabla de tipo de clasificación de estructura	99
XX.	Período de vibración	102
XXI.	Función de ampliación dinámica.....	103
XXII.	Factor de reducción de respuesta sísmica	104
XXIII.	Integración de cargas de escuela colonia Los Almendros	113
XXIV.	Fuerzas laterales en sentido x, módulo 1	130
XXV.	Fuerzas laterales en sentido y, módulo 1	130
XXVI.	Momentos de volteo módulo 1	131
XXVII.	Centro de masa módulo 1 sentido x	132
XXVIII.	Centro de masa módulo 1 sentido y	132
XXIX.	Centro de rigidez módulo 1 sentido x.....	135
XXX.	Centro de rigidez módulo 1 sentido x.....	136
XXXI.	Luxes por ambiente	167
XXXII.	Presupuesto escuela colonia Los Almendros	175
XXXIII.	Matriz de Leopold de la escuela Los Almendros	178

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
h	Altura de muro
As	Área de acero
Asmax	Área máxima de acero
Asmin	Área mínima de acero
Asreq	Área de acero requerida para cubrir u momento dado
CM	Carga muerta
CU	Carga ultima
CV	Carga viva
Cm	Centro de masa
Cr	Centro de rigidez
C	Coeficiente según método 3 ACI para el cálculo de momentos últimos en losas.
C'	Cohesión del suelo
PVC	Cloruro de polivinilo rígido
m²	Dimensional de área, metro cuadrado
m³	Dimensional de volumen, metro cubico
dy	Distancia en la dirección Y-Y
dx	Distancia en la dirección X-X
fa	Esfuerzo de compresión axial
fb	Esfuerzo de flexión unitario
f'm	Esfuerzo de compresión permisible en mampostería
fs	Esfuerzo de tensión en el acero
fy	Esfuerzo de fluencia en el acero

kg	Kilogramo
km	Kilometro
lt/hab/día	Litros por habitante día
m	Metro
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
m/s	Metros por segundo
m²/s	Metros cuadrados por segundo
m³/s	Metros cúbicos por segundo
mm/hora	Milímetros por hora
Em	Módulo de elasticidad de la mampostería
W	Peso
d	Peralte
S%	Pendiente en porcentaje
ST%	Pendiente de terreno
P.V.	Poso de visita
v/V	Relación de velocidades entre sección parciamente llena y sección llena.
d/D	Relación de diámetros entre sección parciamente llena y sección llena.
q/Q	Relación de caudales entre sección parciamente llena y sección llena.
f'c	Resistencia mínima a compresión del concreto

GLOSARIO

ACI	American Concrete Institute
Aguas domiciliars	Son las aguas utilizadas en domicilios; es decir, las que ya han pasado por un proceso de contaminación.
Aguas servidas	Sinónimo de aguas negras
Área Tributaria	Teóricamente se define como la zona de acción de las cargas para el análisis estructural.
Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Centro de masa	Es el punto matemático donde se asume que todo el peso o masa de la estructura se ha de concentrar.
Centro de rigidez	Es el punto matemático que concentra toda la rigidez del sistema en el nivel del sistema que se esté analizando.
Caudal	Es el volumen de agua que corre en un tiempo determinado en el colector.

Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de aguas negras o aguas de lluvia (pluviales).
Cota invert	Cota o altura de la parte inferior interior del tubo y instalado.
Corte basal	Es la fuerza total lateral que se aplica a una edificación para simular, respecto de un modelo temático, los efectos del sismo en la estructura.
Deflexión	Deformación de los elementos estructurales que se presentan en forma de curvatura del eje longitudinal, al ser cargados.
Descarga	Lugar a donde se vierten las aguas servidas provenientes de un colector, sean crudas o tratadas.
Dotación	Es la estimación del promedio de cantidad de agua que consume cada habitante. Se expresa en litros por habitantes por día.
EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua.
Especificaciones	Son normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto, disposiciones o cualquier otro documento, que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.

Excretas	Residuos de alimentos que, después de hecha la digestión, despide el cuerpo por el intestino grueso y delgado.
Excentricidad	Es la distancia del centro de masa al centro de rigideces.
Factor de Harmond	Es el factor de seguridad de flujo para las horas pico
Factor de rugocidad	Es el factor que indica si la superficie es o no lisa
Formula de Manning	Es la fórmula para encontrar la velocidad de flujo en canales abiertos.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Mampostería	Obra de albañilería formada por unidades o bloques de concreto o arcilla, unidades con mortero.
Muros de carga	Cargan y soportan esfuerzos de compresión y flexión.
Periodo de diseño	Periodo de tiempo durante el cual es sistema prestara un servicio eficiente.
Planimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las proyecciones horizontales de una superficie.

Pozo de Visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetros, unión de tubería y para iniciar un tramo de drenaje.
Tirante	Altura de las aguas servidas o pluviales dentro de una alcantarilla.
Topografía	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre y debajo de la misma.

RESUMEN

En el tiempo establecido del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se visitó el área completa de la colonia Los Almendros observando la problemática existente en el sistema de alcantarillado sanitario, con base en la evaluación realizada se concluyó, que debido, al incremento poblacional el sistema no satisface la demanda de los habitantes.

Existen algunas avenidas en donde las viviendas han sido inundadas por las aguas servidas, hundimientos en calles del adoquinamiento donde el agua fluye fuera de las tuberías; hace aproximadamente 4 años se realizó un cambio de tubería de asbesto por PVC, sin embargo, el cambio no cumplió el objetivo, ya que la tubería existente era de 12 pulgadas y la que se colocó fue de 8 pulgadas, esta reparación solo afectó más, pues provocó un tapón al variar de tubo mayor a menor. Esta es la razón por la que es importante diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para que puedan tener un servicio de calidad y un saneamiento correcto con base en parámetros de ingeniería, la distancia aproximadamente del sistema es de 4 kilómetros.

La escuela primaria y preprimaria cuenta con dos edificios, los años han pasado y la demanda de alumnos aumenta, así como la expectativa de brindar una mejor educación y cubrir la demanda de niños, razón por la cual se diseña un edificio tipo L, con 4 salones, con un área por salón de 49 metros cuadrados aproximadamente, la edificación será de dos niveles y los materiales de mampostería.

OBJETIVOS

General

Generar un proceso de la participación y autogestión en las comunidades, a fin de promover o fortalecer la organización como instrumento para el impulso del desarrollo social permanente y sostenible, a través de proyectos de infraestructura.

Específicos

1. Elaborar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de los servicios básicos y de la infraestructura del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez.
2. Identificar la opción que mejor se adecue a las características del área, tanto para el diseño del alcantarillado sanitario como para el diseño de la escuela para la colonia Los Almendros.
3. Capacitar al personal de la Oficina Municipal de Planificación, en el uso y manejo del programa de Autocad y a la población en general, en el buen uso y mantenimiento de la infraestructura y sistema propuesto.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de graduación se desarrollan proyectos que tienden a contribuir con el desarrollo de la comunidad. El Ejercicio Profesional Supervisado fue realizado en el municipio de Mazatenango, Suchitepéquez.

Para la elaboración de los proyectos se analizaron los aspectos socioeconómicos, técnicos y culturales de la población del municipio, siendo estos los estudios a ejecutar: Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y diseño de la escuela para la colonia Los Almendros, Mazatenango, Suchitepéquez.

En el capítulo I se detalla el contenido de la fase de investigación donde se describen los aspectos monográficos, del municipio en general.

En los capítulos II y III se desarrolla la información técnica profesional, en donde se describen las características de los proyectos, el sistema de alcantarillado y la ampliación de la escuela de colonia Los Almendros.

Para el sistema de alcantarillado se utilizan las Normas Generales del Instituto de Fomento Municipal, (INFOM), y el sistema de la escuela será de mampostería, trabajada con base en las Normas; AGIES, ACI Y COGUANOR.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez

Mazatenango, posee una trayectoria histórica de recursos naturales abundantes, a continuación se describe sus aspectos generales.

1.1.1. Aspectos generales

Entre las generalidades de Mazatenango, Suchitepéquez se encuentran:

1.1.1.1. Reseña histórica

Mazatenango, es uno de los veinte municipios que conforman el departamento de Suchitepéquez, el cual se ubica al sur occidente del país. Antes de la venida de los españoles, dependía del reino Quiché, siendo los aborígenes descendientes de este mismo grupo lingüístico, por lo que a la fecha los pobladores aún hablan dicho idioma. Suchitepéquez en dialecto *nahual* o *xochiltepetl*, significa montaña florida, cerro de flores o tierra de flores de muchos colores. A esta región también se le conoce como Costa Grande que anteriormente comprendía la que hoy se denomina Costa Cuca, lugar donde se libraron los primeros combates, al invadir Pedro de Alvarado, al frente de los ejércitos, el reino de Guatemala, por la provincia del Soconusco.

Según descripción realizada por Juarros, a principios del siglo XIX aún se le conocía como provincia de Suchitepéquez, la que confinaba al oeste, con la

de Soconusco; por el este, con la de Escuintla; por el norte, con la de Quetzaltenango y Sololá; y al sur, con el océano Pacífico o Mar del Sur.

Al decretar el Estado de Guatemala la primera Constitución el 11 de octubre de 1825, se menciona a Suchitepéquez como provincia y el municipio de San Gabriel quedó comprendido en el Distrito No.11, que corresponde a dicha provincia. Por Decreto de la Constituyente del 4 de noviembre de 1825, Suchitepéquez se convierte en departamento. Posteriormente, por Decreto del 5 de junio de 1838, los Altos se constituyeron en el Sexto Estado de la Federación y sancionada la separación del Congreso Federal, este Estado se constituyó con tres departamentos de los Altos: Suchitepéquez y Sololá, Quetzaltenango y Soconusco, Totonicapán y Huehuetenango. Finalmente, el 26 de mayo de 1839, la Asamblea Constituyente del Estado de los Altos decretó la demarcación territorial de dicho Estado, dividiéndolo en cuatro departamentos: Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá y Suchitepéquez.

El nombre de Mazatenango se origina de *mazatl* que significa venado y *tenanc* que quiere decir: tierra o lugar. Esto es lugar de los venados, esto es de origen mexicano. El nombre primitivo de Mazatenango es *Kakolkiej* y es de origen Maya-Quiché. *kakol*, quiere decir lugar o tierra, y *kiej* que significa venado. Mazatenango fue asiento de la alcaldía mayor de Suchitepéquez habiendo sido conquistada en 1525 por el capitán Gonzalo de Alvarado, hermano del Adelantado de don Pedro Alvarado, “Adelantado” era el título que el rey de España otorgaba al gobernador de una provincia, o a quien se le confiaba el mando de una expedición, correspondiéndole la tierra que conquistase. El municipio de Mazatenango se encuentra localizado en la parte centro occidental del departamento de Suchitepéquez, limita al norte con San Francisco Zapotitlán y Samayac; al sur con el océano Pacífico; al este con

Santo Domingo, San Lorenzo, San Gabriel y San Bernardino y al oeste con Cuyotenango, todos del departamento de Suchitepéquez.

Es la ciudad más importante a nivel departamental al ser esta la cabecera y una de las ciudades más grandes de la costa sur occidental del país.

El patrono del pueblo es San Bartolomé, se constituyó oficialmente como municipio y cabecera de Suchitepéquez el 6 de noviembre de 1915.

1.1.1.2. Ubicación geográfica

Tiene una extensión territorial de 356 kilómetros cuadrados. La distancia de la ciudad capital a Mazatenango es de 160 kilómetros y se recorre en un tiempo aproximado de 2 horas con 30 minutos. En tiempos de zafra, propia de la región sur del país, el recorrido se puede tardar hasta cuatro horas, debido a la carga vehicular con tráiler de doble remolque que representa la transportación de la caña de azúcar a los ingenios del área.

Para llegar al municipio de Mazatenango desde la ciudad de Guatemala, se toma la ruta CA-02 sur, en dirección a Escuintla, tramo totalmente pavimentado con cuatro carriles hasta el lugar conocido como Cocales, municipio de Patulul, Suchitepéquez. De aquí en adelante, la carretera se reduce a dos carriles, siempre pavimentada y en buenas condiciones.

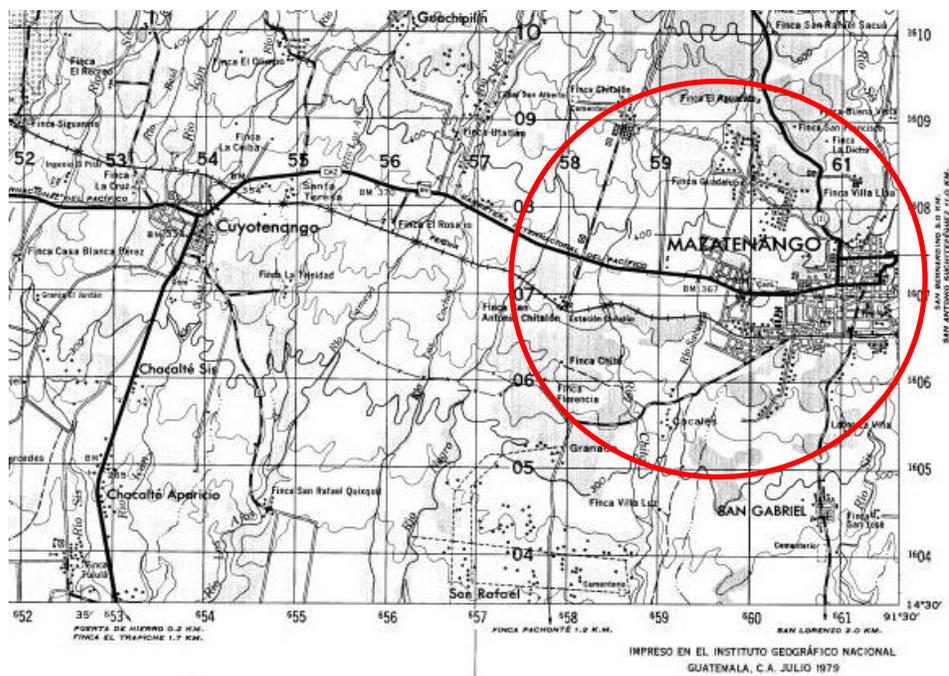
1.1.1.3. Localización

Las coordenadas de ubicación relacionadas con el parque central son 14° 32' 04" latitud norte y 91° 30' 10" longitud oeste y una altura sobre el nivel del mar de 374 metros.

1.1.1.4. Clima

En la ciudad de Mazatenango las temperaturas máximas alcanzan algunas veces los 38°C y las mínimas los 17°C.

Figura 1. Localización del municipio de Mazatenango



Fuente: mapa proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional.

1.1.1.5. Producción agrícola

En el tema de la disponibilidad de alimentos, se debe tomar en cuenta que Mazatenango es la principal ciudad, cabecera departamental de Suchitepéquez y el más importante mercado para la comercialización de los productos que no solo se producen a nivel departamental sino también regional (sur occidente del país), por lo que en el área urbana es posible tener acceso casi a cualquier tipo

de alimento, situación que cambia en el área rural, donde las actividades están encaminadas sobre todo a el cultivo de la tierra, siendo esta aprovechada para el cultivo de maíz blanco (61.6 %) y ajonjolí (34.17 %).

El resto de los cultivos se divide: plátano, banano, yuca, chile, frijol y diversas frutas tropicales, así como gran variedad de hierbas comestibles y medicinales. Se debe considerar que del 2003, cuando se realizó el último censo agropecuario para la fecha, se ha dado un incremento considerable en áreas de tierra que son dedicadas al cultivo de la caña de azúcar.

1.1.1.6. Población

Según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE) para el 2010, el municipio de Mazatenango cuenta con una población de 88 334 habitantes, de los cuales 45 483 son mujeres o sea el 51,49 % y 42 851 son hombres, correspondiéndole el 48,51 % del total de la población.

La población es mayoritariamente urbana con un porcentaje de, 62 % equivalente a 54 411 habitantes y la población rural corresponde al 38 % o sean 33 923 habitantes.

En lo que se refiere a población por grupos étnicos, un 27 % de la población es indígena, equivalente a 23 850 personas y 73 % es no indígena, correspondiéndole un total de 64 484 personas.

1.1.2. Aspectos de infraestructura

Del municipio de Mazatenango, departamento de Suchitepéquez, comprender el conjunto de estructuras de ingeniería e instalaciones por lo

general, de larga vida útil que constituye la base sobre la cual se produce la prestación de servicios de infraestructura considerados necesarios para el desarrollo de fines productivos, políticos, sociales y personales.

1.1.2.1. Vías de acceso

Mazatenango está conectado con el resto del país por la carretera Panamericana CA-2 que está totalmente asfaltada. Además posee una antigua estación de ferrocarril que no está en funcionamiento.

Una de las ventajas que tiene el departamento de Suchitepéquez es que desde la cabecera departamental se puede llegar a todas las cabeceras municipales por medio de carreteras pavimentadas (asfalto, adoquín, concreto, etc.), siendo la cabecera municipal más distante la de Patulul, con una distancia de 52 kilómetros y la menor distancia a la cabecera municipal de San Gabriel, 3 kilómetros.

En lo que se refiere a la red vial, Mazatenango cuenta con una red vial clasificada en dos tipos de rutas: 9 kilómetros de rutas primarias y 10 kilómetros de rutas secundarias, en ambos tipos se trata de superficies pavimentadas. El municipio a nivel urbano cuenta con una red vial buena, pues la mayoría de sus cantones son accesibles por carretera; las aldeas y caseríos más lejanos, situados en la parte sur del municipio son accesibles por una carretera que pasa por los municipios de Santo Domingo, San Lorenzo y Cuyotenango.

Esta se mantienen en condiciones aceptables durante la mayor parte del año, aunque en épocas de lluvia la situación puede empeorar en ciertos tramos, sobre todo los cercanos a las áreas de inundaciones.

Tabla I. **Distancias de la cabecera departamental a la cabeceras municipales de Suchitepéquez**

No.	Municipio	Distancia en Km
1	Cuyotenango	8
2	San Francisco Zapotitlán	7
3	San Bernardino	5
4	San José El Ídolo	22
5	Santo Domingo Suchitepéquez	7
6	San Lorenzo	7
7	Samayac	7
8	San Pablo Jocopilas	8
9	San Antonio	11
10	San Miguel Panan	19
11	San Gabriel	3
12	Chicacao	39
13	Patulul	52
14	Santa Bárbara	45
15	San Juan Bautista	50
16	Santo Tomas La Unión	25
17	Zunilito	12
18	Pueblo Nuevo	18
19	Rio Bravo	32

Fuente: Red Nacional de Grupos Gestores 2008.

1.1.2.2. Servicios públicos

Condiciones de la vivienda: tomando en cuenta la condición de tenencia de la vivienda, se establece un total de 13 728 hogares, de los cuales 8 626 (63 %) son en propiedad, 3 964 (29 %) son en alquiler, 1 038 (8 %) son cedidas o prestadas y el resto, 100 (0,00 %) tiene alguna otra condición.

En promedio, las viviendas tienen 2,5 habitaciones y albergan a 2,75 personas por cada habitación, lo que indica que a pesar de ser una ciudad desarrollada, existe hacinamiento dentro de las viviendas.

El municipio de Mazatenango tiene un total de locales de habitación particulares (vivienda) de 15 704 de los cuales 12 580 son casas formales, 550 apartamentos, 1 075 cuartos en casa de vecindad, 1 042 ranchos y 402 casas improvisadas.

Servicio de agua: una de las principales debilidades que tiene el municipio de Mazatenango, es lo relacionado con el abastecimiento de agua para las comunidades, sobre todo se considera que las principales fuentes de abastecimiento se localizan en áreas fuera de los límites municipales y que en gran medida estas fuentes se ven amenazadas por la contaminación y deforestación de la cual son objeto. El porcentaje de hogares que están conectados a la red de distribución de agua chorro uso exclusivo, chorro para varios hogares, chorro público (fuera del hogar) es de 60,74 %. De los 14 lugares poblados 10 no cuentan con el servicio de agua y se abastecen de pozos artesianos, únicamente cuatro lugares tienen dicho servicio, Mazatenango, cantón Montecristo, cantón Tabasco y aldea Bracitos. La gran mayoría de servicios de agua no cuentan con plantas de potabilización a excepción de la cabecera municipal, que cuenta con una planta de tratamiento para agua potable, Santa Rosita, localizada en Mazatenango, donde el agua si recibe un tratamiento formal.

Tabla II. **Hogares con servicios de agua potable**

Servicio de Agua	Hogares
Chorro uso exclusivo	7 793
Chorro para varios hogares	309
Chorro público (fuera de hogar)	236
Pozo	5 231
Otros (Camión o tonel; río, lago manantial, otro tipo)	159

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, XI censo 2002.

Sistema de disposición de excretas y aguas servidas: de los 14 lugares poblados únicamente la cabecera municipal cuenta con el servicio de drenajes. El porcentaje de hogares que disponen de servicio sanitario es de 87,39 %.

En el área urbana, de los hogares que cuentan con el servicio de drenajes, un 15,02 % de estos no dispone de sistema de excretas y de ningún tipo de servicio higiénico por red de tubería o pozo ciego, en tanto que en el área rural es el 23,43 %.

La red de drenajes de la cabecera municipal no cuenta con ningún tipo de tratamiento; las aguas residuales son desfogadas directamente al río Sis y a los dos riachuelos que cruzan la ciudad.

La mayoría de las aguas residuales de la cabecera municipal desfoga directamente a los ríos y riachuelos que atraviesan la ciudad sin ningún tipo de tratamiento; según aforo realizado por la delegación del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), los ríos y riachuelos que atraviesan la ciudad de Mazatenango están siendo contaminados por una cantidad de 652,43 litros por segundo de aguas residuales que produce la población aproximadamente.

Tabla III. **Hogares con servicio de drenaje sanitario**

Servicio de Sanitario	Hogares
Disponen de servicio sanitario	11 997
No disponen servicio sanitario	1 731
Total	13 728

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, XI censo 2002.

Servicio de tren de aseo: la disposición de los desechos sólidos se efectúa en botaderos de basura y estos se ubican en la mayoría de los lugares poblados del municipio; botaderos que han sido creados por la misma población ante la falta de un plan municipal para atender dicha necesidad. En el municipio existe un botadero (trincheras), el cual se ubica en la aldea Monte Carlo. No se conoce la existencia de ningún relleno sanitario debidamente tratado, ni de ninguna planta de tratamiento de desechos sólidos.

El porcentaje de hogares que utilizan servicio municipal o privado de eliminación de basura es de 45,93 %.

Tabla IV. **Hogares con servicio de extracción de basura**

Eliminación de Basura	Hogares
Servicio municipal de eliminación de basura	361
Servicio privado de eliminación de basura	5 944
Queman la basura	5 602
Tiran la basura en cualquier lugar	1 235
La entierra	306
Otra	280
Total	13 728

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, XI censo 2002.

Energía eléctrica: del total de las viviendas del municipio de Mazatenango el 92,3 % cuenta con energía eléctrica en tanto que el 7,7 % carece de dicho servicio. De 14 lugares poblados, 12 cuentan con el servicio de energía eléctrica, con un total de 3 737 clientes y únicamente dos lugares poblados carecen de este.

El tipo de energía que facilita el desarrollo es la energía trifásica, con ella se pueden instalar plantas para procesos de producción, sin embargo algunos

ramales de transmisión de energía eléctrica del municipio de Mazatenango son monofásicos, los cuales sirven únicamente para uso domiciliario, alumbrado público, micro y pequeñas empresas.

Tabla V. **Hogares con servicio de energía eléctrica**

Hogares con servicio eléctrico	Viviendas
Viviendas con Servicio eléctrico	12 671
Viviendas sin Servicio eléctrico	1 057
Porcentaje de viviendas con energía eléctrica	92,30 %
Porcentaje de viviendas sin energía eléctrica	7,70 %

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, XI censo 2002.

2. DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LOS ALMENDROS, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

2.1. Descripción general del proyecto

Consiste en diseñar el sistema de alcantarillado sanitario, para un sector de la cabecera municipal, con una longitud total de 3 874,50 metros, con base en especificaciones técnicas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), para un período de diseño de 30 años.

El sistema de alcantarillado sanitario está integrado por 65 pozos de visita, la tubería es de PVC de 6", la cantidad de usuarios integrados al sistema es de 2 222 actualmente.

2.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la red dentro de las calles, pozos de visita, y en general, ubicar todos aquellos puntos de importancia.

2.2.1. Planimetría

Estudio por el cual se representa la superficie terrestre en un plano horizontal, con la utilización de aparatos y métodos de cálculo adecuados. Con el fin de obtener las rutas adecuadas de desfogue y ubicación de los pozos de

visita. Para este caso se aplicó el método de conservación de azimut, utilizando una estación total South, estatal, brújula, prismas y plomadas metálicas.

2.2.2. Altimetría

Estudio a través del cual se representan las alturas de los puntos observados, referidos a un banco de marca o sobre el nivel del mar, con lo que se definen las pendientes del terreno, necesarias en el diseño, el equipo que se utilizó es: una estación total marca South, estatal de aluminio de 4 metros, nivel de mano, cinta métrica, clavos y pintura.

2.3. Partes de un alcantarillado

Son aquellos componentes que conforman un alcantarillado sanitario.

2.3.1. Colector

Es el conducto principal, se ubica generalmente en el centro de las calles. Transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hasta la disposición 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.

2.3.2. Pozo de visita

Los pozos de visita son obras accesorias de un alcantarillado y son empleadas como medio de inspección y limpieza.

Según las normas generales para el diseño de alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En todas las intercepciones de colectores
- Al comienzo de todo colector
- En todo cambio de sección o diámetro
- En todo cambio de dirección, y el colector no es visible interiormente, y en todo colector visitable que forme un ángulo menos de 120 grados.
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 a 120 metros
- En las curvas de colectores visitables, a no más de 30 metros

Los pozos tienen en su parte superior un marco y una tapa de hierro fundida o de concreto, con una abertura de 0,50 a 0,60 m. El marco descansa sobre las paredes que se ensanchan con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla, la profundidad es variable y las paredes suelen ser construidas de ladrillo, de barro cocido, cuando son pequeños; y de hormigón cuando son muy grandes. El fondo de los pozos de visita se hace regularmente de hormigón, dándole a la cara superior una ligera pendiente hacia el canal abierto o a los canales que forman la continuación de los tubos de la alcantarilla.

2.3.3. Conexiones domiciliarias

Es un tubo que lleva el agua servida desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe.

Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado, o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones

deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. Consta de las siguientes partes.

2.4. Período de diseño

El período de diseño de un sistema de alcantarillado, es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable, pudiendo proyectarlo para realizar su función en un período de 30 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 INFOM.

Aunque por lo general el período de diseño es un criterio que adopta el diseñador según sea la conveniencia del proyecto, se da un margen de 1 año adicional por motivo de gestión para obtener el financiamiento e iniciar la construcción del mismo; por lo tanto, el período de diseño del sistema de drenaje sanitario será de 30 años, según normas de instituciones como la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS) y la Oficina Panamericana de la Salud (OPS).

2.5. Población futura

Se calculó utilizando dos métodos: geométrico y aritmético.

2.5.1. Método geométrico

La estimación futura de la población se realizó a través del método geométrico; para ello se aplicó una tasa del 2,4 % anual, dato proporcionado por la Municipalidad de Mazatenango para la colonia Los Almendros.

Con el censo del INE, de Mazatenango según censo 2002:

$$Pf = Po (1 + r)^n$$

Donde:

$$P1 = 2222 * (1 + 0.024)^{30} = 4527 \text{ habitantes}$$

Pf = población futura

R = tasa de crecimiento = 2,4 %

Po = población inicial = 2 222 habitantes

n = período de diseño = 30 años

2.5.2. Método aritmético:

Se considera en las zonas en donde se espera que haya un crecimiento muy lento, cuando la población está bastante desarrollada.

$$P = P1 + (P1 - P2) * \frac{t - t1}{t1 - t2}$$

Para una población de colonia Los Almendros los últimos datos censales fueron:

Tabla VI. Año poblacional

Fechas	Habitantes
24 noviembre de 2002	2 222
17 de abril de 1994	1 672

Fuente: dato proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Ejemplo:

Determinar $t_1 = (86/365) = 0.2356$

Determinar $t_2 = (329/365) = 0.9013$

Determinar $t_2 = (318/365) = 0.8712$

$$P = 2\,222 + (2\,222 - 1\,972) * \frac{2\,042,87 - 2\,202,90}{2\,202,90 - 1\,994,23}$$

$P_{2042} = 3\,349$ habitantes

2.6. Determinación de caudales

La misma se realiza para determinar las necesidades requeridas por la población y cumplir la demanda.

2.6.1. 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 calculó con base al número de habitantes dividido entre el número total de casas a servir actualmente.

2.6.2. Dotación de agua potable

La dotación está relacionada íntimamente con la demanda que necesita una población específica para satisfacer las necesidades primarias. Esto

significa que dotación, es la cantidad de agua que necesita un habitante en un día, para satisfacer sus demandas biológicas. Es por esta razón que la dimensional de la dotación viene dada en litros/habitante/día.

La dotación está en función de la categoría de la población que será servida, y varía de 50 a 300 l/h/d.

- Municipalidades de 3a a 4a categoría: 50 l/h/d
- Municipalidades de 2a categoría: 90 l/h/d
- Municipalidades de 1a categoría: 250-300 l/h/d

La dotación a utilizar es de 1a. categoría, asignada por el departamento de aguas de la Municipalidad de Mazatenango.

2.6.3. Factor de retorno al sistema

Este factor se determina bajo el criterio del uso del agua de la población, en ningún caso retorna el cien por ciento al alcantarillado, debido a que hay actividades donde el agua se infiltra al suelo o se evapora. El factor de retorno a utilizar es de: 0,85

2.6.4. Caudal domiciliar

Lo constituye el agua que ha sido utilizada para actividades como la limpieza de alimentos, el aseo personal, etc. Y que es conducida a la red de alcantarillado. Este tipo de caudal se relaciona directamente con la dotación de agua potable.

El caudal domiciliario se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{(\text{Dotación} * \text{No. Hab} * \text{factor de retorno})}{86\ 400} = \text{l/s}$$

$$Q_{\text{dom}} = \frac{(200 \text{ litros hora día} * 4\ 527 * 0,85)}{86\ 400} = 8,91 \text{ l/s}$$

2.6.5. 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. Si no se cuenta con el dato de la dotación de agua suministrada, se puede computar dependiendo del tipo de industria, entre 1 000 y 18 000 l/i/d. Dado a que el sector carece de ellos, no se contempla caudal industrial alguno.

2.6.6. Caudal comercial

Es el agua que ha sido utilizada por comercios, hoteles, restaurantes, oficinas, etc. Debido a que en el lugar no hay ninguno de este tipo no se considerará.

2.6.7. Caudal por conexiones ilícitas

Este se da porque las viviendas no cuentan con un sistema de alcantarillado pluvial, por lo que algunos pobladores conectan las aguas pluviales al sistema de alcantarillado sanitario.

Existen varios métodos para la estimación de este caudal, siendo estos: el método racional, Asociación de Ingenieros Sanitarios de Colombia y las normas

del Instituto de Fomento Municipal (INFOM). Debido a la poca información que cuenta la región se optó por utilizar el 25 % del caudal domiciliar, como lo especifica la norma del INFOM, dadas las características de la población.

$$Q \text{ ilicitas} = 25 \% * Q_{\text{domiciliar}} = \frac{1}{s}$$

$$Q \text{ ilicitas} = 25 \% * 8,91 \frac{1}{s} = 2,23 \frac{1}{s}$$

2.6.8. Caudal por infiltración

Es considerado como la cantidad de agua que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería, depende de: la permeabilidad del suelo, longitud de la tubería y de la profundidad a la que se coloca.

Como depende de muchos factores externos, se calcula en función de la longitud de la tubería y del tiempo; generalmente, se expresa en litros por kilómetro por día; su valor puede variar entre 12 000 y 18 000 lt/km/día, a pesar de que la tubería de PVC teóricamente no presenta infiltración, el INFOM recomienda el cálculo de este caudal de la siguiente forma:

$$Q_{\text{inf}} = (F_{\text{inf}}(L_{\text{tubería}} + \text{num. Casas} \times 6\text{m}))/86,400$$

Donde:

F_{inf} = factor de infiltración (12 000 < F_{inf} < 18 000 lt/km/día)

$L_{\text{tubería}}$ = longitud total de la tubería

El caudal de infiltración del PV-1 a PV-2 será:

$$Q_{inf} = (15\,000 (54,86 \text{ metros} + (8 \text{ casas} * 6,00 \text{ metros}) / 1\,000)) / 86\,400 =$$

$$Q_{inf} = 0,0178 \text{ l/s}$$

2.6.9. Caudal medio

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

2.6.10. Factor de caudal medio

Se obtiene de la relación entre el caudal medio, y el número de habitantes futuros incluidos en el sistema. El caudal medio es la sumatoria de todos los caudales incluidos en el diseño.

Este factor debe estar dentro de 0,002 a 0,005, según INFOM, de lo contrario debe aproximarse al más cercano.

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{\text{No. habitantes}}$$

$$f_{qm} = \frac{11,14}{5\,725} = 0,002$$

2.6.11. Factor de Harmond

Incrementa el caudal debido a la posibilidad que en determinado momento una gran cantidad de usuarios utilicen el sistema, lo cual congestionaría el flujo

del agua. También es denominado factor instantáneo. Es a dimensional y se obtiene de la siguiente ecuación.

$$FH = (18 + (\sqrt{\frac{4\ 527}{1\ 000}})) / (4 + (\sqrt{\frac{4\ 527}{1\ 000}})) = 3,2$$

2.6.12. Caudal de diseño

Se obtiene de multiplicar el factor de Harmond con el factor de caudal medio y el número de habitantes, expresado mediante la siguiente ecuación.

$$Q_{dis} = FH * f_{qm} * \text{habitantes} = \text{l/s}$$

$$Q_{dis} = 3,28 * 0,002 * 4\ 527 \text{ hab} = 29,70 \text{ l/s}$$

2.7. Fundamentos hidráulicos

El principio básico para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario, es transportar las aguas negras por la tubería como si fuese un canal abierto, 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.

2.7.1. Ecuación de Manning para flujo en canales

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. La ecuación de Manning se define de la siguiente manera.

$$V = \frac{0,03429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

V = velocidad = m/s

D = diámetro de tubería = pulgadas

S = pendiente del terreno

n = coeficiente de rugosidad, depende del tipo de material de la tubería

2.7.2. Relaciones hidráulicas

Relación q/Q: relación que determina qué porcentaje del caudal pasa con respecto al máximo posible, $q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$

Relación v/V: relación entre la velocidad del flujo a sección parcial y la velocidad del flujo a sección llena. Para encontrar este valor se utilizan las

tablas de relaciones hidráulicas, según el valor de q/Q . Una vez encontrada la relación de velocidades se puede determinar la velocidad parcial dentro de la tubería.

Relación d/D : relación entre la altura del flujo dentro de la tubería (tirante) y el diámetro de la tubería. Se determina a través de las tablas de relaciones hidráulicas, según el valor de q/Q .

La relación d/D debe estar comprendida dentro de $0,10 \leq d/D \leq 0,75$.

2.8. Parámetros de diseño hidráulico

Son necesarios para diseñar de forma adecuada, la red de alcantarillado a utilizar y las características para la colocación.

2.8.1. Coeficiente de rugosidad

La fabricación de tuberías para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, cada vez es realizada por más y más empresas, teniendo que realizar pruebas actualmente que determinen un factor para establecer cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería. Manejando parámetros de rugosidad para diferentes materiales y diámetros, ya estipulados por instituciones que regula la construcción de alcantarillados sanitarios. Entre los cuales se puede mencionar.

Tabla VII. Factores de rugosidad

MATERIAL	FACTOR DE RUGOSIDAD
Superficie de mortero de cemento	0,011 - 0,013
Mampostería	0,017 - 0,030
Tubo de concreto diámetro menor de 24"	0,011 - 0,016
Tubo de concreto diámetro mayor de 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: MOST, Robert. Mecánica de fluidos. p. 358.

2.8.2. 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.

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

$$Q = V * A$$
$$A = \frac{\pi}{4} (D)^2$$

Donde:

$Q =$ caudal en m^3/s

$V =$ velocidad en m/s

$A =$ área de tubería m^2

2.8.3. Velocidad máxima y mínima

Las normas generales para diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal, establecen el rango de velocidades permisibles siguientes, para diseño de drenaje sanitario.

Tubería de PVC:

- Velocidad máxima con el caudal de diseño, 2,5 m/s
- Velocidad mínima con el caudal de diseño, 0,60 m/s
- Velocidades según el fabricante, 0,4 m/s hasta 3 m/s

2.8.4. Diámetro colector

El diámetro de la tubería es una de las partes a calcular y se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Las normas del INFOM, indican que el diámetro mínimo a colocar para sistemas sanitarios será de 8", en el caso de tubería de concreto, y de 6" para tubería de PVC.

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

2.8.5. 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. Asimismo, 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 y de los accidentes fortuitos.

2.8.6. Profundidad mínima de colector

La profundidad mínima de los colectores depende de los aspectos ya mencionados. Además se debe considerar el tipo de tránsito, ya sea liviano o pesado, al cual se podría someter dicho colector. A continuación, algunas profundidades mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior extrema de la tubería, en cualquier punto de la extensión.

Tabla VIII. Profundidad mínima en tubería

Diámetro	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"
Tránsito normal	1,20	1,25	1,35	1,40	1,50	1,60	1,65	1,85	2
Tránsito pesado	1,40	1,45	1,55	1,50	1,70	1,80	1,85	2,05	2,20

Fuente: INFOM. Normas de alcantarillado sanitario. p. 43.

2.8.7. Ancho de zanja

Para alcanzar la profundidad donde se encuentra el colector, se deben hacer excavaciones a cada cierta distancia (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 profundidad requerida por la tubería que se va a usar. Se presenta a continuación una tabla que muestra anchos de zanjas aconsejables, en función del diámetro y de las alturas a excavar.

Tabla IX. Ancho de zanja según profundidad del colector

Diámetro en pulgadas	Ancho de zanja		
	Para profundidades hasta 2 m	Para profundidades de 2 a 4 m	Para profundidades de 4 a 6 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	1	1,10
24	1,10	1,10	1,35

Fuente: INFOM. Normas de alcantarillado sanitario. p. 44.

2.8.8. 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 m³.

$$\text{Vol} = \left(\frac{H1 + H2}{2} \right) * d * z$$

Donde:

Vol. = volumen de excavación (m³)

H1 = profundidad de primer pozo (m)

H2 = profundidad de segundo pozo (m)

d = distancia entre pozo (m)

2.8.9. Cotas Invert

Es la cota vertical o altura a la parte inferior de la tubería. Se trabaja conjuntamente con la rasante del pozo de visita para determinar la profundidad del mismo. Esta se obtiene con la pendiente de la tubería y la distancia del tramo entre pozos, tomando las siguientes especificaciones.

- La cota Invert de salida se coloca, como mínimo, tres centímetros por debajo de la Invert de entrada.

Cuando el diámetro de la tubería que entra al pozo es mayor que el diámetro de la tubería de salida, la Invert de salida estará colocada por debajo, una dimensión igual al diámetro de la tubería de entrada.

2.8.10. Ubicación de pozos de visita

Ya que se tiene delimitado y determinado donde se ubicará el 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 m
- En curvas, no más de 30 m

2.8.11. 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.

$$HP.V = \text{cota del terreno al inicio} - \text{cota Invert de salida del tramo} - 0,15 \text{ de base}$$

Al realizar el diseño del 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 cm debajo de la cota Invert de entrada.

$$\phi_A = \phi_B$$

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

Cuando a un pozo de visita entre una tubería de diámetro y salga otro de diferente diámetro, la cota Invert de salida estará situada como mínimo a la diferencia de los diámetros de la cota Invert de entrada.

$$\phi_A > \phi_B$$

$$\text{Cota Invert de salida} = \text{cota Invert de entrada} - ((\phi_B > \phi_A) * 0,0254)$$

Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro que las que ingresen a él, la cota Invert de salida estará 3 cm debajo de la cota más baja que entre, y se tomará el valor menor de los dos resultados.

$$\phi_A = \phi_B = \phi_C$$

$$\text{Cota Invert de salida} = \text{cota Invert de entrada A} - 0,03$$

$$\text{Cota Invert de salida} = \text{cota Invert de entrada B} - 0,03$$

Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresen en él, la cota Invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor, presentando diferentes casos.

Ingresa más de una tubería de igual diámetro y sale una de diferente diámetro: la cota Invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se toma el valor menor.

$$\phi_A = \phi_B \quad \phi_C > \phi_A; \quad \phi_C > \phi_B$$

$$\text{Cota Invert de salida} = \text{cota Invert de entrada A} - ((\phi_C - \phi_A) * 0,0254)$$

$$\text{Cota Invert de salida} = \text{cota Invert de entrada B} - ((\phi_C - \phi_B) * 0,0254)$$

Cuando ingresa más de una 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.

$$\phi_A \neq \phi_B \quad \phi_C > \phi_A; \quad \phi_C > \phi_B$$

$$\text{Cota Invert de salida} = \text{cota Invert de entrada A} - ((\phi_C - \phi_A) * 0,025 \ 4)$$

$$\text{Cota Invert de salida} = \text{cota Invert de entrada B} - ((\phi_C - \phi_B) * 0,025 \ 4)$$

Cuando ingresa 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, y la otra tendrá como mínimo 3 cm; se tomará el valor menor.

$$\phi_C = \phi_B \quad \phi_A \neq \phi_B; \quad \phi_C > \phi_A$$

$$\text{Cota Invert de salida} = \text{cota Invert de entrada B} - 0,03$$

$$\text{Cota Invert de salida} = \text{cota Invert de entrada A} - ((\phi_C - \phi_A) * 0,025 \ 4)$$

Cuando solo una tubería de las que sale es de seguimiento, las demás que salga del pozo de visita deberá 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 oportuno.

2.8.12. Características de las conexiones domiciliarias

La tubería para éstas conexiones podría ser de 4" de PVC, o de 6" si es de concreto, presentando una pendiente que varía del 2 % al 6 %, que saldrán de la candela domiciliar hacia la línea principal, uniéndose a esta en un ángulo de 45°, a favor de la corriente del caudal interno del colector; es decir, con las características que ya se han planteado anteriormente.

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

Por lo tanto en este proyecto se utilizará tubo PVC de 6", para la candela se utilizó un tubo de concreto de 12" de diámetro.

2.8.13. Diseño hidráulico

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se elabora de acuerdo a las normas que establece el INFOM.

En este proyecto, se beneficiará el mayor porcentaje de las viviendas actuales del sector de la cabecera municipal, dada a las razones expuestas con anterioridad y con el objetivo de hacer más fácil el cálculo se optó por utilizar un programa realizado en una hoja electrónica, para el cual se presenta las bases generales de diseño.

Tabla X. **Datos de diseño**

Datos generales	
Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de diseño	30 años
Población actual	2 222 habitantes
Población futura	4 527 habitantes
Tasa de crecimiento	2,4 %
Tipo de tubería	PVC, norma ASTM F749
Dotación	200 l/h/d
Factor de retorno	0,85
Densidad de habitantes/vivienda	8 hab/viviendas
	0,40 < V ≤ 3,00 m/s

Fuente: elaboración propia.

- Ejemplo de diseño de un tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV- 4 y PV- 5

- Pendiente del terreno

$$S\% = \frac{(C_{ti} - C_{tf})}{DH} * 100$$

$$S\% = \frac{112,86 - 109,39}{94,80} * 100 = 3,66\%$$

- No. de viviendas actuales

viviendas actuales = 15

Acumuladas = 0 + 15 = 15 viviendas

- No. de habitantes a servir

$$\text{Actual } P_o = \left(8 \frac{\text{hab}}{\text{vivienda}}\right)(15 \text{ viviendas}) = 120 \text{ habitantes}$$

$$\text{Actual } P_f = 120(1 + 0,024)^{30} = 244,44 = 245 \text{ habitantes}$$

- Factor de Harmond

$$\text{Actul FH} = \frac{18 + \frac{\sqrt{120}}{1000}}{4 + \frac{\sqrt{120}}{1000}} = 4,22$$

$$\text{futuro FH} = \frac{18 + \frac{\sqrt{245}}{1000}}{4 + \frac{\sqrt{245}}{1000}} = 4,11$$

- Caudal de diseño

$$Q_{\text{dis}} = 4,22 \times 0,002 \times 120 \text{ h} = 1,01 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{dis}} = 4,11 \times 0,002 \times 245 \text{ h} = 2,01 \text{ l/s}$$

- Caudal a sección llena

$$\varnothing = 6''$$

$$S\% = 3,80$$

- Velocidad a sección llena

$$\text{Velocidad} = \frac{0,03429 * (6)^{2/3} * (0,038)^{3/2}}{0,010} = 2,21 \text{ m/s}$$

- Área

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right)(D)^2$$

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right)(0,1524)^2 = 0,01824 \text{ m}^2$$

- Caudal

$$Q = V * A$$

$$Q = (0,01824 * 2,21 * 1\,000,00) = 40,30 \text{ l/s}$$

- Chequeo actual

$$q_{dis} < Q = \frac{1,01}{40,30} = 0,02583$$

$$v/V = 0,4236$$

$$v = (0,4236)(2,21) = 0,93 \text{ si cumple en velocidad y tirante}$$

$$d/D = 0,11$$

- Chequeo futuro

$$q_{dis} < Q = \frac{2,01}{40,30} = 0,04987$$

$$v/V = 0,5201$$

$$v = (0,5201)(2,21) = 1,14 \text{ si cumple en velocidad y tirante}$$

$$d/D = 0,15$$

- Cotas invert PV-1

$$CIS = CT - hm$$

$$CIS = 112,86 - 1,20 = 111,66 \text{ metros}$$

- Cotas invert PV-2

$$CIE = CIS - (DH * S\%100)$$

$$CIE = 111,66 - \left(\frac{94,80 * 3,80}{100}\right) = 108,10 \text{ metros}$$

- Alturas de pozo PV-1

$$h1 = CT - CIS$$

$$h1 = 112,86 - 111,66 = 1,20 \text{ metros}$$

- Alturas de pozo PV-2

$$h_2 = CT - CIE$$

$$h_2 = 109,39 - 108,10 = 1,29 \text{ metros}$$

2.9. Propuesta de tratamiento

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir suficientemente la velocidad de las aguas negras para que puedan sedimentarse los sólidos. Por lo consiguiente, a estos dispositivos se les puede distinguir bajo el nombre de sedimentación. En estos tanques se logra la descomposición anaeróbica de los lodos.

Entre estos tratamientos primarios existen: la flotación, tanque Imhoff y fosa séptica.

Flotación: se usa principalmente en el tratamiento de aguas residuales que contienen grandes cantidades de residuos industriales con altas cargas de grasas y sólidos suspendidos finamente divididos. Las aguas residuales procedentes de fábricas de curtidos, refinado de aceite, conservas y lavanderías son ejemplos típicos en los que este proceso puede ser aplicable.

También se considera idóneo para tratar residuos que contienen materias espumantes, ya que la espuma puede eliminarse y manejarse fácilmente en una unidad de flotación. Los sólidos con un peso específico ligeramente mayor de 1,0, que necesitan excesivos tiempos de sedimentación, podrán separarse por flotación en mucho menos tiempo.

La eliminación de los sólidos sedimentables y la digestión anaerobia de los mismos se consigue indistintamente en los tanques Imhoff y en las fosas sépticas.

Tanques Imhoff: consiste en un depósito de dos pisos en el que se consigue la sedimentación en el compartimento superior y la digestión en el inferior. Los sólidos que se sedimentan atraviesan unas ranuras existentes en el fondo del compartimento superior, pasando al compartimento inferior para su digestión a la temperatura ambiente. La espuma se acumula en los compartimento inferior se escapa a través de respiraderos.

Antes del uso de tanques de digestión calentados independientes, el tanque Imhoff fue ampliamente utilizado. En la actualidad, su aplicación ha disminuido y está limitada a plantas relativamente pequeñas. Es sencillo de operar y no exige la supervisión por parte de personal especializado. No existe equipo mecánico que mantener y su funcionamiento consiste en eliminar la espuma a diario y descargarla en el respiradero de gas más próximo, invirtiendo la entrada y por tanto la circulación del agua residual dos veces al mes a fin de igualar la cantidad de sólidos en ambos extremos del compartimento de digestión y extrayendo fango periódicamente hacia las eras de secado.

Fosa séptica: se utilizan principalmente para el tratamiento de aguas residuales de residencias individuales. En las zonas rurales también se emplean en escuelas, parques, zonas para remolques viviendas y moteles. Aunque a menudo se usen fosas de una sola cámara, el tipo adecuado consiste en dos o más cámaras en serie.

En una fosa séptica de doble cámara, el primer compartimento se utiliza para la sedimentación, digestión del fango y almacenamiento de este. El

segundo compartimento proporciona una sedimentación y capacidad de almacenamiento de fango adicional, y por tanto, sirve para proteger contra la descarga de fango y otro material que pueda escaparse de la primera cámara. Cuando se proyecte para una sola residencia se utiliza un periodo de detención de 24 horas. En instalaciones mayores que den servicio a instituciones o a varias familias, es permisible un periodo de detención más corto. En cualquier caso, es esencial disponer de la adecuada capacidad de almacenamiento, de forma que el fango depositado para que se produzca su descomposición y digestión antes de ser extraído. Por lo general, el lodo deberá extraerse cada dos o tres años.

El efluente de las fosas sépticas se evacua normalmente a unos tubos enterrados en el subsuelo, o a zanjas de filtración, desde donde se infiltra al terreno.

En el sistema de alcantarillado concluyendo con los diferentes tanques utilizaremos fosas sépticas para el desfogue de la comunidad.

2.9.1. Diseño de fosa séptica

Para el diseño de la fosa séptica debe tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- El periodo de retención de 12 a 24 horas
- Lodos acumulados por habitantes y por periodo de limpieza, de 30 a 60 litros/habitantes/año
- Relación largo-ancho de la fosa L/A; de 2/1 a 4/1

Nomenclatura y fórmulas

T = período de retención

V = volumen en litros

Q = caudal L/día

N = números de personas servidas

q = gastos de agua negras L/h/día

$T = V/Q$

$Q = q \cdot N$

- Cálculo de volumen

Para el cálculo de volumen se asume una altura (H), que es la altura útil, es decir el fondo de la fosa al nivel del agua se toma una relación L/A dentro de los límites recomendados, queda el volumen como:

$$V = ALH$$

A = ancho de la 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 y 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:

$V = 2 \times A^2 \times H$ de donde se obtiene el valor del ancho de la fosa.

Cálculo de las fosas sépticas para el proyecto

- Período de retención 24 horas
- Gasto 200 l/h/día
- Factor de retorno: 0,80
- Números de habitantes servidos: 176
- Lodos 40l/h/año
- Relación largo/Ancho 2/1
- Período de limpieza 1 año

Se sabe que:

$$T = V/Q$$

$$V = QT$$

$$Q = qN$$

En donde:

T = período de retención

V = volumen en litros

Q = caudal l/día

N = número de personas servidas

q = caudal domiciliar

- Cálculo de caudal (13va. avenida):

$$Q = qN = 200,00 \text{ l/h/día} \times 0,80 \times 176,00 \text{ habitantes.}$$

$$Q = 28,160 \text{ l/día.}$$

- Cálculo de volumen

$$V = Q \times T = 28,160 \text{ l/día} \times 24 \text{ horas} \times 1 \text{ día}/24 \text{ horas.}$$

$$V = 28,160 \text{ litros}$$

$$V = 28,16 \text{ m}^3$$

- Cálculo de volumen para lodos: (se utiliza el porcentaje que se encuentre entre 30 y 60 l/h/a y según manual de fosas sépticas).

$$V = N \times \text{gastos de lodos}$$

$$V = 176,00 \text{ hab} \times 40,00 \text{ l/h/año}$$

$$V = 7\,040,00 \text{ litros}$$

$$V = 7,04 \text{ m}^3$$

- Volumen total

$$V = 28,16 + 7,04 = 35,20 \text{ m}^3$$

$$V = ALH$$

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

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

Se asume $H = 2.30$ y se despeja A^2

$$A^2 = V/2H$$

$$A^2 = 35,20 / 2 \times 2,30 = 7,65$$

$$A^2 = 2,80 \text{ metros}$$

$$\text{Como } L = 2A = 2 \times 2,80 = 5,60 \text{ metros}$$

Datos:

Ancho: 2,80 metros

Largo: 5,60 metros

Alto: 2,30 metros

Volumen: $36,06 \text{ m}^3 > 35,20 \text{ m}^3$ si cumple el volumen de demanda.

- Cálculo de caudal (12va. avenida):

$$Q = qN = 200 \text{ l/h/día} \times 0,80 \times 208 \text{ hab.}$$

$$Q = 33,280 \text{ l/día.}$$

- Cálculo de volumen

$$V = Q \times T = 33,280 \text{ l/día} \times 24 \text{ horas} \times 1 \text{ día}/24 \text{ horas.}$$

$$V = 33,280 \text{ litros}$$

$$V = 33,28 \text{ m}^3$$

- Cálculo de volumen para lodos:(se utiliza el porcentaje que se encuentre entre 30 y 60 l/h/a y según manual de fosas sépticas).

$$V = N \times \text{gastos de lodos}$$

$$V = 208 \text{ hab} \times 40 \text{ l/h/año}$$

$$V = 8,320 \text{ litros}$$

$$V = 8,32 \text{ m}^3$$

- Volumen total

$$V = 33,28 + 8,32 = 41,60 \text{ m}^3$$

$$V = ALH$$

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

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

Se asume $H = 2,30$ y se despeja A^2

$$A^2 = V/2H$$

$$A^2 = 41,60 / 2 \times 2,30 = 9,05$$

$$A^2 = 3,25 \text{ metros}$$

Como $L = 2A = 2 \times 3,25 = 6,50$ metros

Datos:

Ancho: 3,25 metros

Largo: 6,50 metros

Alto: 2,30 metros

Volumen: $48,58 \text{ m}^3 > 41,60 \text{ m}^3$ si cumple el volumen de demanda.

- Cálculo de caudal (ramal general):

$$Q = qN = 200 \text{ l/h/día} \times 0,80 \times 480 \text{ hab.}$$

$$Q = 76,800 \text{ l/día.}$$

- Cálculo de volumen

$$V = Q \times T = 76,800 \text{ l/día} \times 24 \text{ horas} \times 1 \text{ día}/24 \text{ horas.}$$

$$V = 76,800 \text{ litros}$$

$$V = 76,80 \text{ m}^3$$

- Cálculo de volumen para lodos:(se utiliza el porcentaje que se encuentre entre 30 y 60 l/h/a y según manual de fosas sépticas),

$$V = N \times \text{gastos de lodos}$$

$$V = 480 \text{ hab} \times 40 \text{ l/h/año}$$

$$V = 19,200 \text{ litros}$$

$$V = 19,20 \text{ m}^3$$

- Volumen total

$$V = 76,80 + 19,20 = 96,00 \text{ m}^3$$

$$V = ALH$$

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

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

Se asume $H = 2,30$ y se despeja A^2

$$A^2 = V/2H$$

$$A^2 = 96,00 / 2 \times 2,30 = 20,86$$

$$A^2 = 4,60 \text{ metros}$$

Como $L = 2A = 2 \times 4,75 = 9,20$ metros

Datos:

Ancho: 4,60 metros

Largo: 9,20 metros

Alto: 2,30 metros

Volumen: $97,33 \text{ m}^3 > 96 \text{ m}^3$ si cumple el volumen de demanda.

Para cubrir la demanda del ramal principal, se utilizará una caja distribuidora de caudales con 8 fosas en serie con la capacidad de 480 personas cada fosa. Ver detalles en planos hoja No. 9 en el apéndice.

- Diseño de la losa superior de la fosa séptica

Relación Losa 1

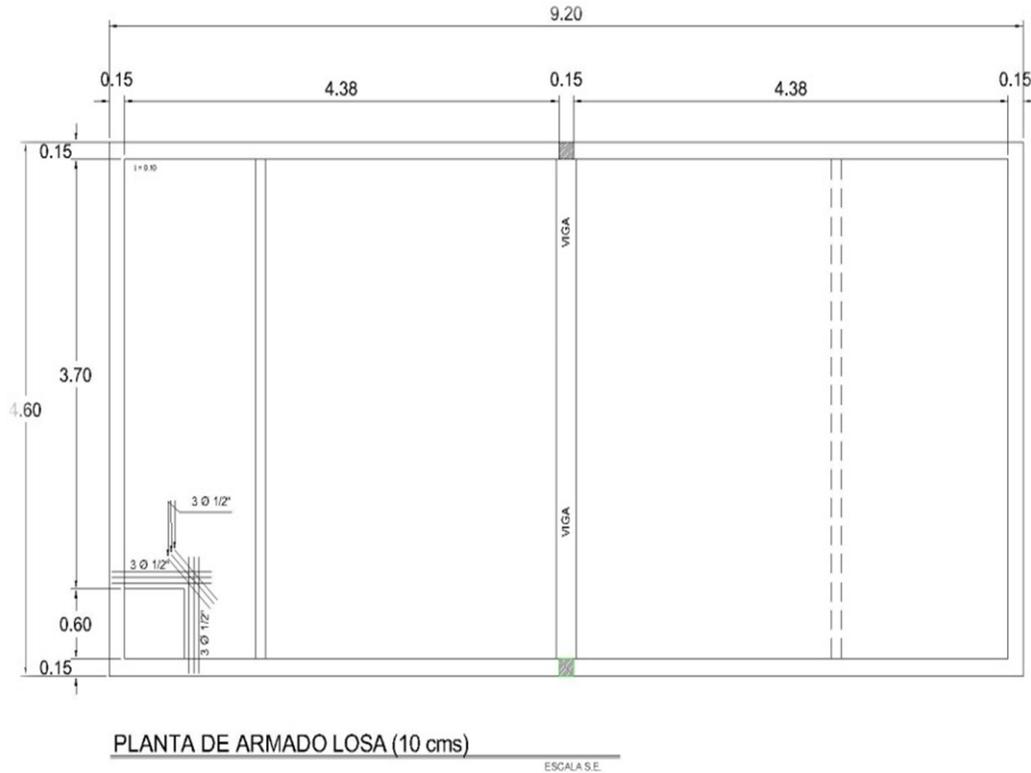
$$a/b = 4,60/4,60 = 1$$

Como $a/b > 0.5$, la losa debe diseñarse en dos sentidos).

$$\text{Espesor } t = 2*(4,60+4,60)/180 = 0,1022$$

Para losa en dos sentidos su espesor debe estar entre $0.09 < t < 0.15$ centímetros, en ambas losas se trabajó con 0.10 cm para tener simetría en el concreto.

Figura 2. Planta de losa



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD Civil 3D 2014.

○ Carga muerta (CM)

Peso propio de la losa	$2,400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,10 \text{ m} =$	240 kg/m^2
Peso de acabados		<u>70 kg/m^2</u>
CM		310 kg/m^2

○ Carga Viva (CV) = 100 kg/m^3

Carga última (CU) =	$1,4 \cdot \text{CM}$	+	$1,7 \cdot \text{CV}$
CU =	$(1,4 \cdot 310)$	+	$(1,7 \cdot 100)$
CU =	434 kg/m^2	+	170 kg/m^2

$$CU = 604 \text{ kg/m}^2$$

Utiliza el método 3, para calcular los momentos positivos y negativos se diseña como caso 1 de Arthur Nilson, por ser una losa discontinua en sus cuatro lados.

$$M(+)_a = C_{a,dl}W_dL_a^2 + C_{b,dl}W_dL_a^2$$

$$M(+)_b = C_{a,dl}W_dL_b^2 + C_{b,dl}W_dL_b^2$$

$$M(+)_a = (0,032 * 170 \text{ kg/m}^2 * (4,60^2)) + (0,032 * 434 \text{ kg/m}^2 * (4,60^2)) =$$

$$M(+)_a = (115,11) + (293,87)$$

$$M(+)_a = 408,98 \text{ kg-m}$$

$$M(+)_b = (0,035 * 170 \text{ kg/m}^2 * (4,60^2)) + (0,035 * 434 \text{ kg/m}^2 * (4,60^2)) =$$

$$M(+)_b = (125,90) + (321,42)$$

$$M(+)_b = 447,32 \text{ kg-m}$$

$$M(-)_a = M(+)_a/3 = 408,98\text{kg-m} / 3 = 136,33 \text{ kg-m}$$

$$M(-)_b = M(+)_b/3 = 477,32\text{kg-m} / 3 = 149,11 \text{ kg-m}$$

- Calculando el peralte

$$d = t - \text{recubrimiento} - \varnothing/2$$

$$d = 10 - 2 - 0,5 = 7,5 \text{ centímetros}$$

- Calculando refuerzo

Datos:

$F_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$ (esfuerzo de ruptura de acero)

$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (resistencia a compresión del concreto)

$b = 100 \text{ cm}$

$t = 10 \text{ cm}$

$\varnothing = 3/8'' = 0,95 \text{ cm}$

Asumiendo $\varnothing = 3/8''$

- Acero mínimo

$$A_{smin} = (14,1 / 2800) * b * d$$

$$A_{smin} = (14,1 / 2800) * 100 * 7,5$$

$$A_{smin} = 3,77 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento máximo

$$S_{max} = 3 * t$$

$$S_{max} = 3 * 10 = 30 \text{ centímetros}$$

- Acero requerido

$$A_s = (b * d - \left(\sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * F'_c}} \right) * \frac{0,85 * 210}{F_y}$$

$$A_s = (100 * 7,5 - \left(\sqrt{(100 * 7,5)^2 - \frac{447.32 * 100}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800}$$

$$A_s = 2,42 \text{ cm}^2 \text{ acero requerido}$$

- Acero máximo

$$A_{s_{\max}} = 0,5 * \rho_b * b * d$$

$$A_{s_{\max}} = 0,5 * 0,03694 * 100 * 7,5$$

$$A_{s_{\max}} = 13,85 \text{ cm}^2$$

Se diseñó con el acero $A_{s_{\min}} = 3,76 \text{ cm}^2$ y se calculó el espaciamiento S, utilizando acero No. 3.

$$3,76 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ ----- } S$$

$$S = 18,88 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 3 * t = 3 * 10 = 30 \text{ centímetros}$$

18 < 30 centímetros si cumple

- Calculando momento que resiste con el $A_{s_{\min}}$

$$M_{s_{\min}} = 0,9 * \left(A_s * F_y \left(d - \frac{A_s * F_y}{1,7 * F_c * b} \right) \right)$$

$$M_{s_{\min}} = 0,9 * \left(3,76 * 2800 \left(7,5 - \frac{3,76 * 2800}{1,7 * 210 * 100} \right) \right)$$

$$M_{smin} = 685.03 \text{ kg} - \text{m}$$

El momento es mayor al requerido, si cumple el acero, calculando el acero por temperatura:

$$A_{st} = 0,002b*t = 0,002 * 100 * 10 = 2 \text{ cm}^2$$

$$2,00 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ ----- } S$$

$$S = 35,5 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 3*t = 3*10 = 30 \text{ centímetros}$$

35,5 > 30 centímetros, este espaciamiento no cumple, sin embargo basando en el ACI 7.12.2.2 que puede ser 5 veces el peralte de la losa y no mayor de 450mm, el espaciamiento será de 30 centímetros para que se mantenga la simetría en la armadura de la losa y así mismo en la estructura.

El refuerzo será varillas de acero corrugado No. 3 (\varnothing -3/8"), @ 0,15 m, con tensiones L/5 y bastones L/4, en cada sentido y el espesor será de 0,10 m.

- Diseño de muro de concreto para fosa séptica

Para el diseño de la fosa, en este caso es enterrado, la condición crítica del muro es cuando la misma está vacía y actúa sobre el empuje del suelo.

Datos:

$$D_s = 1,25 \text{ ton/m}^3$$

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

$\phi = 0.10$ asumiendo según arcilla limosa capítulo. 8.3 de Braja Daas.

Relación losa 1

$$a/b = 2,40/4,60 = 0,52$$

Como $a/b > 0.5$, la losa debe diseñarse en dos sentidos).

Espesor $t = 2 \cdot (2,40 + 4,60) / 180 = 0,077$ centímetros

El espesor que utilizare será de 0.15 centímetros respetando los parámetros del ACI para losas en dos sentidos.

- Carga muerta (CM)

Peso propio de la losa $2,400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.15 \text{ m} = 360 \text{ kg/m}^2$

Peso de acabados 70 kg/m²

CM 430 kg/m²

- Carga viva (CV)

$$K_a = 1 - \frac{\sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

$$K_a = 1 - \frac{\sin 10^\circ}{1 + \sin 10^\circ}$$

$$K_a = 0,35$$

$$p_a = \frac{1}{2} D_s \cdot h \cdot k_a$$

$$p_a = \frac{1}{2} (1,25 \text{ t/m}^3) \cdot (2,40 \text{ m})^2 \cdot (0.35) = 1,26 \text{ T/m}$$

- Fuerza verticales y horizontales

$$P_v = \rho_a \cdot \sin 10^\circ$$

$$P_h = \rho_a \cdot \cos 10^\circ$$

$$P_v = 0,2187 \text{ T/m}^2$$

$$P_h = 1,24 \text{ T/m}^2, \text{ carga viva}$$

$$\begin{aligned} \text{Carga \u00faltima (CU)} &= 1,4 \cdot C_M + 1,7 \cdot C_V \\ CU &= (1,4 \cdot 430) + (1,7 \cdot 1\,240,00) \\ CU &= 602 \text{ kg/m}^2 + 2\,108,00 \text{ kg/m}^2 \\ CU &= 2\,710,00 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Utilizando el m\u00e9todo 3, para calcular los momentos positivos y negativos se dise\u00f1a como caso 1, por ser una losa discontinua en sus cuatro lados.

$$M(+)_a = C_{a,d} W_d L_a^2 + C_{a,l} W_d L_a^2$$

$$M(+)_b = C_{b,d} W_d L_b^2 + C_{b,l} W_d L_b^2$$

$$M(+)_a = (0,0915 \cdot 2\,108 \text{ kg/m}^2 \cdot (2,40^2)) + (0,0915 \cdot 602 \text{ kg/m}^2 \cdot (2,40^2)) =$$

$$M(+)_a = (1\,111,00) + (317,27)$$

$$M(+)_a = 1\,428,28 \text{ kg-m}$$

$$M(+)_b = (0,07 \cdot 2\,108 \text{ kg/m}^2 \cdot (2,40^2)) + (0,07 \cdot 602 \text{ kg/m}^2 \cdot (4,60^2)) =$$

$$M(+)_b = (3\,122,37) + (891,68)$$

$$M(+)_b = 3\,414,04 \text{ kg-m}$$

$$M(-)_a = M(+)_a / 3 = 1\,428,28 \text{ kg-m} / 3 = 476,09 \text{ kg-m}$$

$$M(-)_b = M(+)_b / 3 = 3\,414,04 \text{ kg-m} / 3 = 1\,138,01 \text{ kg-m}$$

- Calculando el peralte

$$d = t - \text{recubrimiento} - \varnothing/2$$

$$d = 15 - 2 - 0,5 = 12,5 \text{ centímetros}$$

- Calculando refuerzo

Datos:

$$F_y = 2800 \text{ kg/cm}^2 \text{ (esfuerzo de ruptura de acero)}$$

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ (resistencia a compresión del concreto)}$$

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

$$t = 15 \text{ cm}$$

$$\varnothing = 3/8'' = 0,95 \text{ cm}$$

$$\text{Asumiendo } \varnothing = 3/8''$$

- Acero mínimo

$$A_{smin} = (14,1 / 2800) * b * d$$

$$A_{smin} = (14,1 / 2800) * 100 * 12,5$$

$$A_{smin} = 6,29 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento máximo

$$S_{max} = 3 * t$$

$$S_{max} = 3 * 15 = 45 \text{ centímetros}$$

- Acero requerido

$$As = (b * d - \left(\sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * F'c}} \right) * \frac{0,85 * 210}{Fy}$$

$$As(a) = (100 * 12,5 - \left(\sqrt{(100 * 12,5)^2 - \frac{1\ 339,73 * 100}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800}$$

$$As(a) = 4,65 \text{ cm}^2 \text{ acero requerido}$$

$$As(b) = (100 * 12,5 - \left(\sqrt{(100 * 12,5)^2 - \frac{3\ 765,21 * 100}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800}$$

$$As(b) = 13,91 \text{ cm}^2 \text{ acero requerido}$$

- Acero máxima

$$As_{max} = 0,5 * \rho_b * b * d$$

$$As_{max} = 0,5 * 0,03694 * 100 * 12,5$$

$$As_{max} = 23,08 \text{ cm}^2$$

Se diseñó con el acero $As = 14,00 \text{ cm}^2$ y se calculó es espaciamiento S , utilizando acero No. 5 para que cumpla ambos momentos.

$$14,00 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$1,97 \text{ ----- } S$$

$$S = 14,00 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 3*t = 3*15 = 45 \text{ centímetros}$$

15 < 45 centímetros si cumple

- Calculando momento que resiste con el $A_{s\text{requerido}}$

$$M_{s\text{req}} = 0,9 * \left(A_s * F_y \left(d - \frac{A_s * F_y}{1,7 * F_c * b} \right) \right)$$

$$M_{s\text{req}} = 0,9 * \left(14,00 * 2800 \left(12,5 - \frac{14,00 * 2800}{1,7 * 210 * 100} \right) \right)$$

$$M_{s\text{min}} = 4\,022,61 \text{ kg} - \text{m}$$

El momento es mayor al requerido, si cumple el acero, el refuerzo será varillas de acero corrugado No. 5 (\varnothing -5/8"), @ 0,15 m. en ambos sentidos, únicamente es una parrilla.

Diseño de la losa inferior del tanque

Relación losa 1

$$a/b = 4,60/9,20 = 0,50$$

Como $a/b > 0,5$, la losa se diseñó en dos sentidos.

$$\text{Espesor } t = 2*(4,60+9,20)/180 = 0,1533$$

El espesor q utilizare será de 0,15 centímetros respetando los parámetros del ACI para losas en dos sentidos.

Carga muerta (CM)

Peso propio de la losa	2,400 kg/m ³ *0,15 m=	360 kg/m ²
Peso de acabados		<u>70 kg/m²</u>
	CM	410 kg/m ²

Carga viva (CV) = 100 kg/m³

Carga última (CU) = 1,4*CM + 1,7*CV
 CU = (1,4*430) + (1,7*100)
 CU = 602 kg/m² + 170 kg/m²
 CU = 772 kg/m²

Utilizando el método 3, para diseñar los momentos positivos y negativos se diseña como caso 1, por ser una losa discontinua en sus cuatro lados.

$$M(+)_a = C_{a,d}W_dL_a^2 + C_{b,l}W_dL_a^2$$

$$M(+)_b = C_{a,d}W_dL_b^2 + C_{b,l}W_dL_b^2$$

$$M(+)_a = (0,095 * 170 \text{ kg/m}^2 * (4,60^2)) + (0,095 * 602 \text{ kg/m}^2 * (4,60^2)) =$$

$$M(+)_a = (341,734) + (1210,14)$$

$$M(+)_a = 1 551,87 \text{ kg-m}$$

$$M(+)_b = (0,006 * 170 \text{ kg/m}^2 * (9,20^2)) + (0,006 * 434 \text{ kg/m}^2 * (9,20^2)) =$$

$$M(+)_b = (86,3328) + (305,71)$$

$$M(+)_b = 392,05 \text{ kg-m}$$

$$M(-)_a = M(+)_a / 3 = 1551,87 \text{ kg-m} / 3 = 517,29 \text{ kg-m}$$

$$M(-)_b = M(+)_b / 3 = 392,05 \text{ kg-m} / 3 = 130,83 \text{ kg-m}$$

- Calculando el peralte

$$d = t - \text{recubrimiento} - \varnothing / 2$$

$$d = 15 - 2 - 0,5 = 12,5 \text{ centímetros}$$

- Calculando refuerzo

Datos:

$$F_y = 2800 \text{ kg/cm}^2 \text{ (esfuerzo de ruptura de acero)}$$

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ (resistencia a compresión del concreto)}$$

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

$$t = 15 \text{ cm}$$

$$\varnothing = 3/8'' = 0,95 \text{ cm}$$

$$\text{Asumiendo } \varnothing = 3/8''$$

- Acero mínimo

$$A_{smin} = (14,1 / 2800) * b * d$$

$$A_{smin} = (14,1 / 2800) * 100 * 12,5$$

$$A_{smin} = 6,29 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento máximo

$$S_{max} = 3 * t$$

$$S_{max} = 3 * 15 = 45 \text{ centímetros}$$

- Acero requerido

$$A_s = (b * d - \left(\sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * F'c}} \right) * \frac{0,85 * 210}{F_y}$$

$$A_s(a) = (100 * 12,5 - \left(\sqrt{(100 * 12,5)^2 - \frac{1\ 551,87 * 100}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800}$$

$$A_s(a) = 5,07 \text{ cm}^2 \text{ acero requerido}$$

$$A_s(b) = (100 * 12,5 - \left(\sqrt{(100 * 12,5)^2 - \frac{392,05 * 100}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800}$$

$$A_s(b) = 1,25 \text{ cm}^2 \text{ acero requerido}$$

- Acero máximo

$$A_{S_{max}} = 0,5 * \rho_b * b * d$$

$$A_{S_{max}} = 0,5 * 0,03694 * 100 * 12,5$$

$$A_{S_{max}} = 23,08 \text{ cm}^2$$

Diseñamos con el acero $A_{s_{min}} = 6,29 \text{ cm}^2$ y se calcula es espaciamiento S, utilizando acero No. 4 para que cumpla ambos momentos.

$$\begin{array}{l} 6,29 \text{ ----- } 100 \text{ cm} \\ 1,26 \text{ ----- } S \end{array}$$

$$S = 20,00 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 3*t = 3*15 = 45 \text{ centímetros}$$

20 < 45 centímetros si cumple

Calculando momento que resiste con el $A_{s_{min}}$

$$M_{s_{min}} = 0,9 * \left(A_s * F_y \left(d - \frac{A_s * F_y}{1.7 F_y * b} \right) \right)$$

$$M_{s_{min}} = 0,9 * \left(6,29 * 2800 \left(12,5 - \frac{6,29 * 2800}{1.7 * 2800 * 100} \right) \right)$$

$$M_{s_{min}} = 1\,975,49 \text{ kg} - \text{m}$$

El momento es mayor al requerido, si cumple el acero, El refuerzo será varillas de acero corrugado No. 4 (\varnothing -1/2"), @ 0,20 m. en ambos sentidos.

- Diseño de viga, (ACI 318S-05 capítulo 9, sección 9.5.2.)

$$h = 4,60 * 16 = 0,28 = 0,30 \text{ centímetros}$$

La base depende de dos criterios:

- base/peralte > 0,25 > 0,60
- altura = 2 base

El predimensionamiento de la viga es de $0,30 * 0,15 * 4,60$

Sin embargo se realizó el diseño de la viga y los momentos no cumplen con el momento final del acero requerido, es por ello que se vuelve a predimensionar y se trabaja con $0,40 * 0,25 * 4,60$

- Cargas sobre la viga

Área tributaria

$$(4,60 / 2) (4,60) = 10,58 \text{ m}^2$$

CM = peso propio de viga + peso de losa + acabados

$$\text{CM} = (2\ 400 * (0,25 * 0,40 * 4,60)) + (2400 * (10,58 * 0,10)) + 90$$

$$\text{CM} = 3\ 468,24 \text{ kg-m}$$

$$\text{CV} = 200 * 4,60 = 920 \text{ kg-m}$$

Carga última

$$\text{CU} = (1,4 * 3\ 468,24) + (1,7 * 920)$$

$$\text{CU} = 6\ 419,54 = 6,41 \text{ Ton/m}$$

- Calculando momentos, según ACI 318S-05 capítulo 8 sección 8.3.3.

$$W = 6,41 \text{ Ton/m}$$

$$M (+) = ((6,41 * 4,60^2) / 14) = 9,69 \text{ Ton/m}$$

$$M (-) = ((6,41 * 4,60^2) / 10) = 13,56 \text{ Ton/m}$$

- Calculando acero

Datos:

$$M_u = 13\,560,00$$

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

$$F_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 0,25 \text{ centímetros}$$

$$d = 0,36 \text{ centímetros}$$

$$A_s = (b * d - \left(\sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * F'_c}} \right) * \frac{0,85 * 210}{F_y})$$

$$A_s(-) = (25 * 36 - \left(\sqrt{(25 * 36)^2 - \frac{13\,560,00 * 25}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800})$$

$$A_s = 17,66 \text{ cm}^2$$

$$A_s(+) = (25 * 36 - \left(\sqrt{(25 * 36)^2 - \frac{9\,690,00 * 25}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800})$$

$$A_s = 11,91 \text{ cm}^2$$

- Acero maximo

$$A_{s\max} = 0,5 * \rho_b * b * d$$

$$A_{s_{max}} = 0,5 * 0,04755 * 25 * 36$$

$$A_{s_{max}} = 21,37 \text{ cm}^2$$

- Acero mínimo

$$A_{s_{min}} = (14,1 * 25 * 36) / 2800$$

$$A_{s_{min}} = 4,53 \text{ cm}^2$$

Resumen

$$A_{s_{min}} = 4,53 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{req (-)}} = 17,66 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{req (+)}} = 11,91 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{max}} = 21,37 \text{ cm}^2$$

Cama superior de la viga

$$A_{s_{min}} = 4,53$$

$$33 \% \text{ de acero requerido negativo} = 5,82 \text{ cm}^2$$

3 varillas No. 5

Cama inferior de la viga

$$A_{s_{min}} = 4,53$$

$$50 \% \text{ de acero requerido positivo} = 5,95 \text{ cm}^2$$

2 varillas No. 5 y un bastón No. 6

- Diseño de corte

$$V = WL/2 = (6,41 * 4,60) / 2 = 14743 \text{ kg}$$

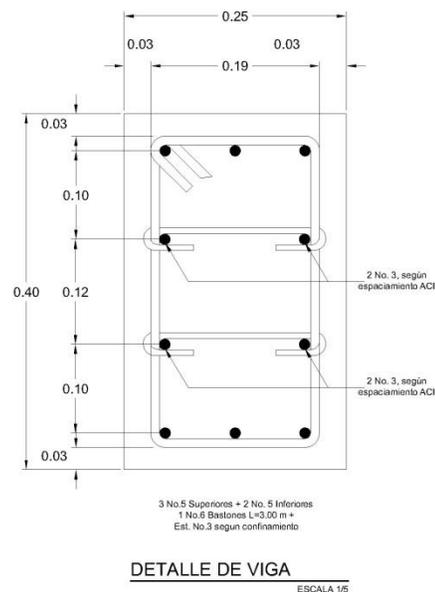
$$V_{cm} = (0,90) * (0,539) * (\sqrt{210}) * (25) * (36) = 6221,14 \text{ kg} < 14743,00 \text{ si cumple}$$

Calculando $x' = 6\,221,14\text{kg} \cdot (4,60/2) / 14\,743,00 = 0,975$ centímetros

Calculando $S = (2(A_s) \cdot F_y \cdot d) / V$

$S = (2(0,71) \cdot 2\,800 \cdot 36) / 14\,743 = 9,70$

Figura 3. **Detalle de viga**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD Civil 3D 2014.

El confinamiento será de 10 centímetros en el primer 1,00 metro de la viga para ambos extremos y 15 centímetros el resto del confinamiento para armar la luz de la misma.

- Diseño de la columna

$P_u = 3\,200,00$ kg

$P_u = 0,80\phi (0,85 F'c (A_g - A_{st}) + F_y A_{st})$

$3\,200,00 = (0,80 (0,90) (0,85 (210 (A_g - (0,02 A_g)) + 2\,800 (0,02 A_g)))$

$A_g = 19,25$ cm

El área gruesa necesaria para la carga de diseño es de 19,25 cm², sin embargo por simetría y respetando la base de la viga se utilizó un área de 375 cm².

$$3\ 200,00 = (0,9 * 0,80) *(0,85 * 210 (375 * Ast) + 2\ 800 Ast$$

$$3\ 200,00 = (0,72 (178,5 *(375 + 2\ 800) Ast$$

$$Ast = 0,0638 \text{ cm}^2$$

Y acero a utilizar será 6 varillas No. 3 con estribos No. 2 @ 0,15 cms. Ver detalles en hoja de planos No. 9.

2.10. Elaboración de planos

La elaboración de planos finales se realizó en AutoCAD Civil 3D 2014, cada uno contiene los detalles correspondientes.

Los planos del sistema de alcantarillado son:

- Plano 1, planta conjunto
- Plano 2, planta - perfil
- Plano 3, planta - perfil
- Plano 4, planta - perfil
- Plano 5, planta - perfil
- Plano 6, planta - perfil
- Plano 7, detalle de pozo
- Plano 8, detalle de pozo con disipador
- Plano 9, planta y corte de fosa séptica
- Plano 10, detalles estructurales de fosa séptica

2.11. Elaboración de presupuesto

La integración del presupuesto fue realizada a base de precios unitarios, materiales de construcción que se cotizan en el municipio, lo concerniente a mano de obra calificada y no calificada se aplicó lo que la municipalidad asigna para casos similares, en cuanto a costo indirecto se aplicó el 35 %.

Tabla XI. Presupuesto de alcantarillado sanitario

CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO					
No.	RENLÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	PRELIMINARES				
1.1	Topografía	dia	3	1940.96	Q5,822.88
1.2	Replanteo topográfico	ml	3875	21.1	Q81,762.50
1.3	Excavación	m ³	4789	101.84	Q487,711.76
1.4	Relleno y compactación	m ³	4789	161.08	Q771,412.12
2	COLOCACION DE TUBERIA				
2.1	Instalación tubería de 6" PVC	ml	3875	397.76	Q829,017.50
2.2	Conexiones domiciliars	unidades	544	3742.77	Q2,036,066.88
3	POZO DE VISITA	unidad	65		
3.1	Pozo de visita de h = 1.20 m	unidad	9	Q7,211.55	Q64,903.95
3.2	Pozo de visita de h = 1.30 m	unidad	1	Q7,522.84	Q7,522.84
3.3	Pozo de visita de h = 1.33 m	unidad	1	Q7,616.22	Q7,616.22
3.4	Pozo de visita de h = 1.34 m	unidad	1	Q7,647.37	Q7,647.37
3.5	Pozo de visita de h = 1.36 m	unidad	1	Q7,709.61	Q7,709.61
3.6	Pozo de visita de h = 1.37 m	unidad	3	Q7,740.73	Q23,222.19
3.7	Pozo de visita de h = 1.38 m	unidad	1	Q7,771.86	Q7,771.86
3.8	Pozo de visita de h = 1.41 m	unidad	1	Q7,865.25	Q7,865.25
3.9	Pozo de visita de h = 1.43 m	unidad	1	Q7,927.51	Q7,927.51
3.10	Pozo de visita de h = 1.44 m	unidad	3	Q7,958.63	Q23,875.89
3.11	Pozo de visita de h = 1.45 m	unidad	1	Q7,989.76	Q7,989.76
3.12	Pozo de visita de h = 1.46 m	unidad	1	Q8,020.89	Q8,020.89
3.13	Pozo de visita de h = 1.47 m	unidad	2	Q8,052.02	Q16,104.04
3.14	Pozo de visita de h = 1.48 m	unidad	1	Q8,083.15	Q8,083.15
3.15	Pozo de visita de h = 1.50 m	unidad	1	Q8,145.41	Q8,145.41

Fuente: elaboración propia

Continuación de la tabla XI.

3.16	Pozo de visita de h = 1.52 m	unidad	1	Q8,207.66	Q8,207.66
3.17	Pozo de visita de h = 1.57 m	unidad	1	Q8,363.30	Q8,363.30
3.18	Pozo de visita de h = 1.59 m	unidad	1	Q8,425.56	Q8,425.56
3.19	Pozo de visita de h = 1.67 m	unidad	2	Q8,674.59	Q17,349.18
3.20	Pozo de visita de h = 1.68 m	unidad	4	Q8,705.72	Q34,822.88
3.21	Pozo de visita de h = 1.69 m	unidad	4	Q8,736.85	Q34,947.40
3.22	Pozo de visita de h = 1.71 m	unidad	1	Q8,799.10	Q8,799.10
3.23	Pozo de visita de h = 1.72 m	unidad	1	Q8,830.23	Q8,830.23
3.24	Pozo de visita de h = 1.84 m	unidad	1	Q9,203.77	Q9,203.77
3.25	Pozo de visita de h = 1.92 m	unidad	1	Q9,452.80	Q9,452.80
3.26	Pozo de visita de h = 2.00 m	unidad	1	Q9,701.83	Q9,701.83
3.27	Pozo de visita de h = 2.08 m	unidad	1	Q9,950.86	Q9,950.86
3.28	Pozo de visita de h = 2.11 m	unidad	1	Q10,044.24	Q10,044.24
3.29	Pozo de visita de h = 2.14 m	unidad	1	Q10,137.63	Q10,137.63
3.30	Pozo de visita de h = 2.16 m	unidad	1	Q10,199.89	Q10,199.89
3.31	Pozo de visita de h = 2.17 m	unidad	1	Q10,231.01	Q10,231.01
3.32	Pozo de visita de h = 2.21 m	unidad	1	Q10,335.53	Q10,335.53
3.33	Pozo de visita de h = 2.24 m	unidad	2	Q10,448.91	Q20,897.82
3.34	Pozo de visita de h = 2.25 m	unidad	1	Q10,480.04	Q10,480.04
3.35	Pozo de visita de h = 2.28 m	unidad	1	Q10,573.43	Q10,573.43
3.36	Pozo de visita de h = 2.45 m	unidad	1	Q11,102.61	Q11,102.61
3.37	Pozo de visita de h = 3.01 m	unidad	1	Q12,845.81	Q12,845.81
3.38	Pozo de visita de h = 3.08 m	unidad	1	Q13,063.71	Q13,063.71
3.39	Pozo de visita de h = 3.33 m	unidad	1	Q15,205.96	Q15,205.96
3.40	Pozo de visita de h = 3.45 m	unidad	1	Q15,579.50	Q15,579.50
3.41	Pozo de visita de h = 3.50 m	unidad	1	Q15,735.15	Q15,735.15
3.42	Pozo de visita de h = 3.65 m	unidad	1	Q16,202.07	Q16,202.07
3.43	Pozo de visita de h = 4.18 m	unidad	1	Q16,487.84	Q16,487.84
3.44	Pozo de visita de h = 4.23 m	unidad	1	Q16,643.49	Q16,643.49
4	Fosas Sépticas	Global	10		Q749,539.50
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q5,452,844.38

Fuente: elaboración propia.

2.12. Evaluación socioeconómica

Se analizó el proyecto para verificar si la inversión es positiva o negativa según los métodos siguientes:

2.12.1. Valor Presente Neto

Es un método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El Valor Presente Neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión.

El Valor Presente Neto puede desplegar tres posibles repuestas, las cuales pueden ser:

- VPN<0
- VPN=0
- VPN>0

Cuando el VPN<0, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable.

Cuando el VPN=0 nos está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el VAN>0, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad.

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

P = valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente.

F = valor de pago único al final de período de la operación, o valor de pago futuro.

A = valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso.

I = tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de unidad por la inversión a una solución.

n = período de tiempo que se pretende dure la operación.

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto= Q 5 452 844,38

Costo de mantenimiento= Q 120, 000/añual

Vida útil = 30 años

Taza de interés = 10% anual

Costo por conexión= 600/vivienda

$$600 \cdot 544 = 326,400.00$$

Ingresos anuales= $15 \cdot 544 \cdot 12 = 97,920.00$

Se utilizará signo positivo para los ingresos y negativo para los egresos:

VPN1

$$= 5,452,844.38 + 326,400 + 120,000 \left[\frac{(1-0.10)^{30} - 1}{0.1 \times (1-0.10)^{30}} \right] + 97,920 \left[\frac{(1-0.10)^{30} - 1}{0.1 \times (1-0.10)^{30}} \right] =$$

VPN1, -138,611.05

VPN2

$$= 5,452,844.38 + 326,400 + 120,000 \left[\frac{(1+0.10)^{30} - 1}{0.1 \times (1+0.10)^{30}} \right] + 97,920 \left[\frac{(1+0.10)^{30} - 1}{0.1 \times (1+0.10)^{30}} \right] =$$

VPN2, -5,334,590.651

VPN = -138,6011.05 -5, 334,590.651 = 5, 473,201.701

El VPN es negativo, debido a que no produce ganancias a ninguna institución, el proyecto es de carácter social que beneficiara a 544 viviendas.

2.12.2. Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

$$\text{TIR} = \text{VPN beneficios} - \text{VPN gastos} = 0$$

Lo que se busca es un dato que sea menor al dato buscado y otro que sea mayor y así poder interpolar de la manera siguiente.

$$\begin{aligned} &\text{Tasa1 VPN} + \\ &\text{TIR VPN} = 0 \\ &\text{Tasa 2 VPN} - \end{aligned}$$

Valuado para el 12 %

$$\text{TIR} = 10 + ((2)(3\ 328\ 111,508) / (3\ 208\ 111,508 + 138\ 611,05)) = 11,91 \%$$

$$\text{TIR} = 12 \%$$

En este caso la Tasa Interna de Retorno del proyecto es de 12 %. El proyecto no es de utilidad económica pues cumple con una función social.

2.13. Estudio de Impacto Ambiental

Toda obra civil trae consigo implícitamente una variedad de factores que pueden afectar, distorsionar, degradar o producir deterioro a los recursos

naturales renovables, no renovables, ambiente introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional.

Sera necesario previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la comisión de medio ambiente respectiva.

Es un proceso de análisis que pronostica los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas permitiendo seleccionar a las alternativas que maximicen los benéficos y minimicen los impactos adversos.

Tiene como propósito fundamental detectar todas las consecuencias significativas, benéficas y adversas de una acción propuesta para que quienes toman decisiones cuenten con elementos científico-técnicos que les apoyen para determinar la mejor opción.

De los proyectos o actividades que ingresan al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, requerirán la elaboración de un estudio de Impacto Ambiental, si generaran o presentaran a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteraciones significativas de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.

- Localización cercana a localidad, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, históricos y en general los pertenecientes al patrimonio cultural.

La matriz de Leopold es un método cuantitativo de Evaluación de Impacto Ambiental creado en 1971. Se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural.

El sistema consiste en una matriz con columnas representando varias actividades que ejerce un proyecto, este es el método que utilizare para el estudio.

Las medidas de magnitud e importancia tienden a estar relacionadas, pero no necesariamente están directamente correlacionadas. La magnitud puede ser medida en términos de cantidad: área afectada de suelo, volumen de agua contaminada, por ejemplo, el caso de una corriente de agua que erosiona una gran cantidad de suelo.

En este caso, el impacto tiene una magnitud significativa, pero la importancia que tenga respecto al medio ambiente puede ser baja, ya que es una pequeña parte de suelo.

Tabla XII. **Matriz modificada de Leopold para el proyectos de drenaje**

ELEMENTOS AMBIENTALES	Etapa de Construccion			Etapa de Funcionamiento		
	A	B	N	A	B	N
I. MEDIO AMBIENTE						
1. Tierras						
a. Topografia			*			*
b. Suelo	-			-		
c. Erosion y sedimentacion			*			*
2. Microclima			*			*
3. Agua						
a. Rios			*			*
b. Aguas Subterraneas			*			*
c. Calidad de aguas			*			*
4. Ecosistema						
a. Flora						
-Vegetacion Natural	-			-		
-Cultivos	-			-		
b. Fauna						
-Mamiferos y aves			*			*
-Peces organismos acuaticos			*			*
a. Biodiversidad						
-Peligro de Extincion			*			*
-Especies migratorias			*			*
5. Desastres Naturales						
II MEDIO AMBIENTE SOCIECONOMICO						
1. Poblacion						
a. Poblacion en peligro			*			*
b. Re-asentamiento			*			*
c. Poblacion migratorias			*			*
2. Uso de Tierra	-			-		
3. Uso del agua			*			*
4. Actividades productivas						
a. Agricultura			*			*
b. Pecuaria			*			*
c. Pesca			*			*
d. Agroindustria			*			*
e. Mercado y comercio		+				*
5. Empleo		+				*
6. Aspectos Culturales			*		+	
7. Historia y Arqueologia			*			
8. Turismo			*			*
III PROBLEMAS AMBIENTALES						*
1. Contaminacion del aire			*	++		
2. Contaminacion del agua			*	++		
3. Contaminacion del suelo	-					*
4. Ruido y Vibracion	-					*
5. Hundimientos del suelo			*			*
6. Mal Olor			*	++		

Fuente: elaboración propia.

Nomenclatura:

++ Impacto positivo grande

- + Impacto positivo pequeño
- Neutro
- Impacto negativo pequeño
- A adverso
- B benéfico
- N neutro

A continuación se presentan las variables que influyen de manera adversa en el proyectos de drenaje sanitario, además se presenta la medidas de mitigación aplicables, para lograr un impacto ambiental negativo mínimo.

- Medio ambiente
 - Tierra

El suelo será afectado negativamente en la etapa de construcción debido a excavación de zanja.

La erosión y sedimentación serán afectadas negativamente durante la fase de construcción por las zanjas para instalación de tuberías.

- Mitigación

El suelo extraído debido la excavación por zanjeo, se incorporará de nuevo a las mismas y el sobrante se esparcirá el terreno.

- Agua subterráneas

Estas se verán afectadas debido la colocación de tubería y construcción de pozos de visita.

La colocación de la tubería se realizará siguiendo las instrucciones de encargo de la obra, ya que de no efectuarse con las normas de calidad exigidas, existe la posibilidad de ruptura de la tubería y filtración en los puntos de unión de la misma, ocasionando de esta manera, contaminación del manto freático.

- Ecosistema

- Vegetación natural y cultivos:

La vegetación propia del lugar tendrá un impacto negativo pequeño, ya que cualquier tipo de vegetación o cultivo existente, desaparecerá en la fase de excavación.

- Medidas de mitigación:

Se propone la forestación y jardinería de áreas circunvecinas con especies propias de la región.

3. DISEÑO DE LA ESCUELA PARA LA COLONIA LOS ALMENDROS, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

3.1. Diseño de ampliación de la escuela colonia Los Almendros

A continuación se describe el proceso del análisis de diseño de la ampliación de la escuela colonia Los Almendros.

3.1.1. Descripción del proyecto

El diseño será de 4 aulas de 7,40 metros * 7,40 metros haciendo un área de 54,76 m² cada aula, con segundo nivel utilizando losa de concreto para el entepiso, el material a construir es de mampostería de 19 * 19 * 39 centímetros, las normas a utilizar, AGIES, FHA, COGUANOR, ACI 318S-05, ASTM.

3.1.1.1. Estudio topográfico

Un levantamiento topográfico se realiza con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, y posteriormente su representación en un plano.

Tiene por objeto el cálculo de niveles, áreas a trabajar y la representación de medidas tomadas en el campo mediante plantas y perfiles.

3.1.1.1.1. Planimetría

Es la parte de la topografía que comprende los métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala, sobre una superficie plana de todos los detalles interesantes del terreno, prescindiendo de su relieve. Para este caso se aplicó el método de conservación de azimut, utilizando una estación total South, estatal, brújula, prismas y plomadas metálicas.

3.1.1.1.2. Altimetría

Altimetría, es la que se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos de terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de la altura o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos. El equipo que se utilizó es una estación total marca South, estatal de aluminio de 4 metros y nivel de mano.

3.1.1.2. Estudio de suelos

Para el estudio se obtuvieron muestras del suelo inalterado en una perforación, a éstas se les realizó el ensayo de compresión triaxial. Los datos obtenidos del ensayo son:

Descripción del suelo: arena limosa con partículas de grava

Ángulo de fricción interna $\Phi = 8,38^\circ$

Cohesión $C_u = 0,00 \text{ t/m}^2$

Densidad seca = $1,00 \text{ t/m}^3$

Desplante (Z) = 1,00 m

3.1.1.2.1. Ensayo triaxial

Cálculo del valor soporte (Vs): el cálculo del valor soporte del suelo, se realizó por el método de Terzaghi, con los datos obtenidos en el ensayo de compresión triaxial.

Ecuación general de capacidad de carga última

$$q_u = C * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} + d f_y * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} + B \gamma * N_y * F_{ys} * F_{yd} * F_{yi}$$

Donde:

q_u = capacidad de carga última

N_c, N_q, N_y = factores de carga que dependen del ángulo de fricción interna

F_{cs}, F_{qs}, F_{ys} = factores de forma que dependen del tamaño de la zapata

F_{cd}, F_{qd}, F_{yd} = factores que dependen de la profundidad de la zapata

F_{ci}, F_{qi}, F_{yi} = factores que dependen de la inclinación a la cual se aplica la carga.

A continuación se presentan los datos necesarios para determinar la capacidad de carga última del suelo:

El suelo tiene una descripción de arena limosa con partículas de grava.

Coeficiente de cohesión (C_u) = 0,00 t/m²

Ángulo de fricción interna (ϕ) = 8,38°

Base de la cimentación (B)	= 1,00 m
Desplante (D_f)	= 1,00 m
Peso volumétrico del suelo (γ_{suelo})	= 1,25 t/m ³

$$V_s = \frac{q_u}{FS}$$

Donde:

V_s = valor soporte del suelo

q_u = capacidad de carga última

FS = 3

Se aplicó la fórmula del Dr. Karl Terzaghi a los valores obtenidos del análisis, utilizando un factor de seguridad de 3, obteniendo un valor soporte de:

$$V_s = 1,44 \text{ t/m}^2$$

Se concluye que el dato obtenido por el ensayo no se realizó correctamente, pues no cumple para el diseño y se decide realizar un nuevo ensayo de SPT y rectificar el valor soporte para poder diseñar la cimentación del proyecto.

El ensayo de penetración estándar o SPT: es un tipo de prueba de penetración dinámica, empleada para ensayar terrenos en los que se quiere realizar un reconocimiento geotécnico.

Consiste en contar el número de golpes necesarios para que se introduzcan a una determinada profundidad una cuchara (cilíndrica y hueca)

muy robusta (diámetro exterior de 51 milímetros e interior de 35 milímetros, lo que se supone una relación de áreas superior a 100), que permite tomar una muestra alterada, en su interior, el peso de la masa está normalizada, así como la altura de caída libre, siendo de 63,5 kilopondios y 76 centímetros respectivamente.

Una ventaja adicional es que al ser la cuchara SPT un tomamuestras, permite visualizar el terreno donde se ha realizado la prueba y realizar ensayos de identificación y en caso de terrenos arcilloso, de obtención de la humedad natural.

- Calculando el valor soporte del suelo con el ensayo de SPT

$$N(60) = (4 + 10 + 6) / 3 = 6,66$$

$$N(60) = (6 + 6 + 5) / 3 = 5,66$$

$$N(60) = (20 + 70) / 2 = 45$$

$$N(60) = (N * nH * nB * nS * nR) / 60$$

Donde:

N = # de penetraciones

nH = eficiencia de martillo

nB = corrección de diámetro de perforación

nS = corrección del muestrador

nR = corrección por longitud de la barra perforada

El martillo utilizado en el ensayo en marca Donut, y su características serán las siguientes, con base en la tabla 2.2 de libro de Braja Dass p. 80.

Datos:

$$nH = 45 \%$$

$$nB = 1$$

$$nS = 1$$

$$nR = 0,75$$

$$N(60) = (45 * 45 * 1 * 1 * 0,75) / 60 = 25,3125$$

Ajustando el resultado a N(55)

$$N(55) = (25,3125) / (60/55) = 27,6136$$

Se diseñará con base de $2' > F4 = 0,60$ centímetros, el $F2 = 0,08$ y $F3 = 0,30$

$$qu = (N(55) / F2) * ((B + F3) / B)^2 * Kd$$

$$qu = (27,6136 / 0,08) * ((2 + 0,30) / 2)^2 * Kd$$

Donde:

$$Kd = 1 + 0,33 (D/B) < 1,33$$

$$Kd = 1 + 0,33 (1/2) < 1,33$$

$$Kd = 0,665 < 1,33 \text{ si cumple}$$

Entonces

$$qu = (27,6136 / 0,08) * ((2 + 0,30) / 2)^2 * 0,665$$

$$qu = 303,5640 \text{ Kpa}$$

$$qu = 303\,564,00 \text{ N/m}^2$$

Realizando la conversión a toneladas

$$q_u = 303\,564,00 \text{ N/m}^2 * 0,1019716 = 30\,954,91 \text{ kg/m}^2$$

$$q_u = 30,9549 \text{ ton/m}^2$$

Utilizando un factor de seguridad de 2,5, el valor final será de $q_u = 12,38 \text{ ton/m}^2$.

3.1.2. Descripción del sistema a utilizar

Está conformada por muros construidos con piezas prismáticas macizas o con celdas, unidas con mortero aglutinante.

La mampostería permite realizar construcciones en altura 3 pisos según el FHA en el capítulo 5.

Se denomina mampostería confinada si el refuerzo se concentra en elementos verticales y horizontales de concreto conocidos comúnmente como mochetas y soleras.

3.1.2.1. Descripción del sistema estructural de mampostería a utilizar

Los materiales con que se conforman los muros de mampostería generalmente posee un alto porcentaje de vacíos deberá cumplir con la Norma COGUANOR NGO 41 054 en lo referente a calidad, dimensiones, absorciones y clasificación por resistencia.

3.1.2.1.1. Unidades de mampostería

Los bloques de mampostería están normados en su fabricación con cemento portland, arena, agregado grueso y agua.

La proporción de cemento, arena y agregado grueso es totalmente diferente a las del concreto. En general en las UM hay más arena que agregados grueso, mientras que en el concreto el volumen de agregados gruesos es mayor que el volumen de arena.

Las UM se fabrican a gran escala con máquinas, con una gran compactación de la mezcla. La compactación se realiza por la vibración de los moldes y las paletas donde se montan los moldes.

Se producen varios tamaños y formas de UM se pueden fabricar formas personalizadas, dependiendo de la disponibilidad de moldes y maquinaria.

Todos los bloques de mampostería deben de cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C90.

3.1.2.1.2. Tipos de mampostería

Tres tipos de bloques de mampostería están definidos, basados en la densidad de las unidades (el peso se mide en condiciones secas, y el peso de la mezcla se mide en lb/ft³), los tipos son:

Pesados: unidades producidas con áridos estándar se definen con un peso de 125 lb/ft³ o más.

Medios: generalmente estas unidades se producen con una mezcla diferente de agregados, se definen con un peso de 105 lb/ft³ o menor de 125 lb/ft³.

Livianos: estas unidades son producidas con agregados finos, como arcilla y yeso.

Normalmente se utiliza también arena volcánica como agregado fino, de igual manera se utiliza la piedra pómez. Estas unidades están definidas con un peso menor de 105 lb/ft³.

La máxima absorción permisible de los diferentes tipos es:

- Pesados 13 lb/ft³
- Medianos 15 lb/ft³
- Livianos 18 lb/ft³

Tabla XIII. Tipos de mampostería

Tipos	Peso (lb/ft³)	Max. Absorción (lb/ft³)
Pesados	≥125	13
Medianos	≥105<125	15
Livianos	<105	18

Fuente: elaboración propia.

3.1.2.1.3. Propiedades físicas de la mampostería

Contracción: los bloques de hormigón varían considerablemente en el contenido de humedad, debido a la variación en la producción, el curado, las condiciones ambientales durante el transporte, el almacenamiento y la instalación final. Estas condiciones, al no ser controladas, dan lugar a la contracción injustificada de las unidades de mampostería de hormigón.

De acuerdo con la Norma ASTM C 90, la contracción por secado lineal en el tiempo de entrega al comprador no puede exceder de 0,065 %. La contracción lineal máxima permitida, por ejemplo, por un muro de 30 pies de largo, es de aproximadamente 0,25 pulgadas basados en la contracción máxima. La contracción real suele ser mucho menor, ya que depende del contenido de humedad de la unidad y las condiciones climáticas.

Dimensiones: los requisitos para unidades de uso común se dan en la tabla 1.2 Para espesores mínimos de área neta y área bruta de otras unidades se debe referir a la Norma ASTM C 90.

Tabla XIV. **Espesores requeridos de área bruta y área neta para UM**

Ancho Nominal (plg.)	Espesor mínimo Área Bruta (plg.)	Espesor mínimo Área Neta (plg.)
6	1	1
8	1,25	1
10	1,38	1,12
12	1,5	1,12

Fuente: elaboración propia.

Para las unidades, el área neta de la sección transversal debe ser de al menos el 75 % de la superficie en el mismo plano.

Todas las unidades de mampostería de hormigón se fabrican para permitir una junta de mortero de 3 / 8 pulgada vertical y horizontal, por ejemplo, una unidad de 8 x 8 x 16 pulgadas es de 7,625 x 7,625 x 15,625 pulgadas en las dimensiones físicas reales.

Tabla XV. **Tipos de bloque**

Tipo de bloque	Grosor mínimo de paredes del bloque	Variaciones permisibles para las 3 dimensiones	Resistencia a compresión a los 28 días (m)	Máxima absorción de agua 24 hrs. (n)
A	3.0 cm.	4 mm.	50 kg / cm ²	30%
B	2.5 cm.	4 mm.	35 kg / cm ²	30%
C	2.5 cm.	4 mm.	25 kg / cm ²	30%

Fuente: Normas FHA p. 8-10.

Donde:

(m) = resistencia sobre área bruta total

(n) = no servirá de base para rechazo del bloque pero se preferirá al bloque de menor absorción.

- El bloque de pedrín debe ser del tipo A como mínimo
- El bloque de pómez debe ser del tipo C como mínimo

Resistencia a compresión: la resistencia a compresión se determinará para cada tipo de piezas de acuerdo con el ensaye especificado en la norma: 21-17 DEL UBC-97 sección 2105.

Para el diseño, se empleará un valor de la resistencia $F'm$, medida sobre el área bruta, que se determinará como el que es alcanzado por lo menos por el 98 % de las piezas producidas. La resistencia de diseño se determinará con base en la información estadística existente sobre el producto o a partir de muestreos de la pieza, ya sea en planta o en obra.

Si se opta por el muestreo, se obtendrán al menos tres muestras, cada una de diez piezas, de lotes diferentes de la producción. La resistencia de diseño se calculará como:

$$F'm = \frac{f'm}{1 + 2,5Cp}$$

$F'm$ = resistencia a compresión de las piezas, referidas al área bruta.

Cp = coeficiente de variación de la resistencia a compresión de las piezas

El valor de Cp no se tomará menor que:

- 0.20 para piezas provenientes de plantas mecanizadas que evidencien un sistema de control de calidad.
- 0.30 para piezas de fabricación mecanizada, pero que no cuenten con un sistema de control de calidad.
- 0.35 para piezas de producción artesanal

3.1.2.1.4. Acero de refuerzo

El refuerzo utilizado en la construcción de mampostería reforzada de concreto es el mismo que en la construcción de concreto reforzado, con excepción del refuerzo de junta. Las barras corrugadas con las costillas

salientes son necesarias en toda construcción, excepto cuando las relaciones en espiral se utilizan en las columnas. Estas barras pueden ser usadas normalmente en vez de las barras corrugadas.

En general, tres grados de refuerzo se utilizan y son: grado 40, grado 60 y grado 75.

Tabla XVI. **Tabla de propiedades del acero**

Grado	Resistencia mínima a la fluencia	Deformación por Fluencia	Resistencia mínima a la Tracción
40	40 ksi	0,0035	70 ksi
60	60 ksi	0,0035	90 ksi
75	75 ksi	0,0035	100ksi

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Códigos y especificaciones para cargas muertas y vivas

Las cargas muertas son las que se mantienen constantes en magnitud y con una posición fija durante la vida útil de la estructura, generalmente es el peso propio.

Estimándose las magnitudes de las cargas según los volúmenes y sus pesos específicos. Estas cargas pueden ser: pesos propios de losas, vigas, columnas, los rellenos, repellos y cernidos, mezclones y pisos, instalaciones eléctricas etc.

Una carga muerta puede ser también un equipo especial del cual se conoce el peso y que permanezca en un punto determinado. Por ejemplo torres de enfriamiento, equipo de elevador, equipo de quirófano para un hospital, etc.

Las cargas vivas constan principalmente de cargas de ocupación. Estas pueden estar aplicadas en forma total, parcial o no estar presentes. La magnitud y distribución son inciertas en determinado momento, sin poder determinar con exactitud su máxima intensidad en la vida útil de la estructura.

El siguiente cuadro muestra el peso de varios elementos usados en la construcción de edificios.

Tabla XVII. **Peso de materiales**

	MATERIAL	UNIDAD	PESO
	PISO		
1	CONCRETO REFORZADO	VOLUMETRICO	2400 kg/cm ³
2	PISO DE GRANITO Y MEZCLON	5 cms de ESPESOR	60 kg/m ²
3	ASFALTO	1 cms de ESPESOR	23 kg/m ²
4	DUELA O PARQUET	1 cms de ESPESOR	8 kg/m ²
5	RELLENO DE CONCRETO LIGERO	VOLUMETRICO	1600 kg/m ³
	TECHOS		
6	IMPERMEABILIZANTE DE TRES CAPAS DE FIELTRO ASFALTICO CON ACABADO DE GRAVILLA	-----	27 kg/m ²
7	TEJA DE CEMENTO	-----	32 kg/m ²
8	TEJA DE BARRO	-----	100 kg/m ²
9	REVESTIMIENTO DE MADERA	2.5 cm de ESPESOR	15 kg/m ²
10	REPELLOS	1 cm de ESPESOR	15 kg/m ²
	MUROS		
11	MURO DE BLOCK POMEZ DE 10 cms	-----	160 kg/m ²
12	MURO DE BLOCK POMEZ 15 cms	-----	210 kg/m ²
13	MURO DE BLOCK POMEZ DE 20 cms	-----	250 kg/m ²
14	MURO DIVISORIO DE TABAYESO	-----	60 kg/m ²
15	MAMPOSTERIA DE PIEDRA	-----	2500 kg/m ²
16	MAMPOSTERIA DE LADRILLO COMUN	-----	1920 kg/m ²
17	MAMPOSTERIA REFORZADA DE 20 cm F'm = 80 kg/cm ²	-----	300 kg/m ²

Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Fuerzas laterales por sismo

Un sismo produce en una estructura ciertos ladeos que a la vez generan determinados esfuerzos. Para estimar estos esfuerzos producidos en los diferentes elementos que componen la estructura. Ya sea en las columnas y vigas, o en los muros de cortante, se simplifica el análisis sísmico utilizando fuerzas laterales estáticas que producirán el mismo efecto de ladeo que un sismo.

La fuerza sísmica dependerá del peso del edificio y por considerarse la estructura fija en la base, será este el punto de aplicación, a esta fuerza se le conoce como corte basal, la cual se transmitirá a los elementos que componen la estructura según sus tamaños, formas, rigideces y posiciones, tanto en elevación como en planta.

Para analizar la magnitud del corte basal, se utilizará las normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala, proporcionadas por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES).

3.1.4.1. Clasificación de obra

Para los propósitos de las normas, cada obra se clasifica dependiendo del impacto socioeconómico que implique 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 pondrían 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 deben permanecer en función durante y después de un desastre o evento natural adverso, por ejemplo: hospitales con instalaciones de emergencia, de cuidados intensivos o quirófanos; instalaciones de defensa civil, bomberos, policía y comunicaciones asociadas con el atención de desastres, 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 las declaren como tales.

Obras importantes: son las que albergan o puede afectar a gran número de personas: donde los ocupantes están restringidos de desplazarse; donde se presten servicios importantes pero no esenciales después de un desastre; que albergan valores culturales reconocidos o equipo de alto costo. Por ejemplo obras y edificaciones del estado que no son esenciales, garaje de vehículos de emergencia, prisiones, museos y similares, todos los edificios de 5 pisos o más, o de 3 000 metros cuadrados de área interior (excluyendo estacionamientos), teatros, cines, templos, auditorios, mercados, restaurantes que alojen a más de 300 personas, edificios en los que hay fabricación o almacenamiento de material toxico explosivos o inflamables.

Obras ordinarias: son aquellas que no hayan sido nombradas en los numerales 1,2 y 3 del AGIES por ejemplo: viviendas, comercios, edificios

industriales y agrícolas que por su volumen, tamaño, función o características no tengan que asignarse a otra clasificación.

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

3.1.4.2. Índice de sismicidad del sitio

El índice de sismicidad (I_0) es una medida relativa de la severidad esperada del sismo en una localidad.

Incide sobre el nivel de protección sísmica que se hace necesario para diseñar la obra o edificación e incide en la selección del espectro sísmico de diseño.

Para efecto de esta norma, el territorio de la República de Guatemala se divide en macrozonas de amenaza sísmica caracterizadas por su índice de sismicidad que varía desde $I_0 = 2$ a $I_0 = 4$.

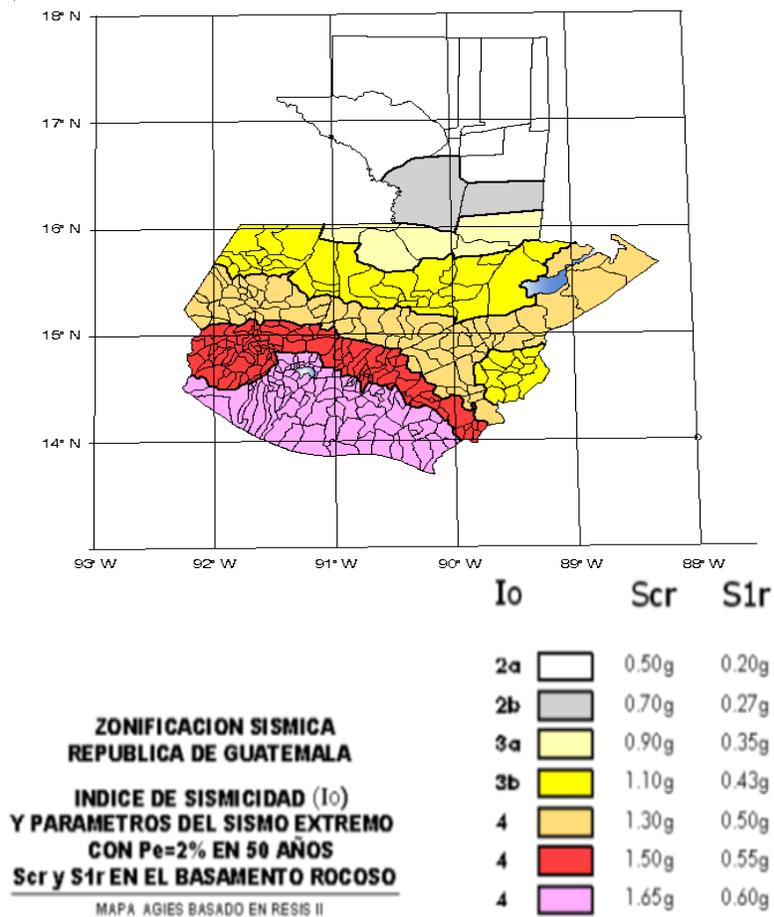
Adicionalmente, esta norma requiere la aplicación de un índice de sismicidad $I_0 = 5$ a nivel de microzona, para tomar en cuenta condiciones sísmicas severas geográficamente localizadas (como fallas geológicas activas o laderas empinadas).

Las zonas que deben tener índice de sismicidad $I_0 = 5$ están definidas en la norma NSE 2.1.

3.1.4.3. Nivel de protección requerido

Este no es más que una medida del grado de protección suministrado al público y a los usuarios de las obras contra riesgos derivados de las sollicitaciones de carga y amenazas naturales. Este valor es determinado por el índice de sismicidad y la clasificación de la obra.

Figura 4. **Zonificación sísmica para la República de Guatemala**



Fuente: AGIES 2010, sección 4.3.3.3. p. 14.

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

Tabla XVIII. **Nivel mínimo de protección de sismo**

Índice de Sismicidad	Clase de obra			
	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
lo = 5	E	E	D	C
lo = 4	E	D	D	C
lo = 3	D	C	C	B
lo = 2	C	B	B	A
Probabilidad de exceder un sismo	5% en	5% en	10% en	No aplica
de diseño	50 años	50 años	50 años	

Fuente: AGIES 2010, sección 4.2.2.3. p. 11.

3.1.4.4. Perfil del suelo

Las Normas AGIES definen tres perfiles de suelo para poder establecer el espectro del sismo de diseño, los cuales son:

- Perfil del suelo S1

Este debe satisfacer cualquiera de las siguientes condiciones:

- Roca de cualquier clase, este material se caracteriza por tener velocidad de onda de corte mayor a 800 metros/segundo.
- Suelo rígido cuyo basamento rocoso está a menos de 50 metros de profundidad, constituido por arenas, gravas densas o arcillas firmes.

- Perfil de suelo S2

Este debe satisfacer cualquiera de las siguientes condiciones:

- Suelo firme cuyo basamento rocoso está a más de 50 metros de profundidad, está conformado por suelos granulares densos, limos densos cenizas volcánicas o arcillas firmes.
- Generalmente suelos firmes y estables cuyo perfil no se clasifica con S1 ni S3.

- Perfil de suelo S3

Este debe satisfacer cualquiera de las siguientes condiciones:

- Generalmente perfiles de suelo donde la velocidad de onda de corte del depósito es menor de 200 metros por segundo.
- Depósitos de más de 10 metros de espesor de cenizas, arenas o limos sueltos o de densidad media.
- Depósitos de más de 10 metros de espesor de arcillas blandas o semiblandas con o sin estratos arenosos intermedios.
- Si existe alguna duda debe tomarse el resultado más crítico de suponer perfil S2 y S3.

3.1.4.5. Aceleración máxima efectiva del terreno

Este no es más que un parámetro para el cálculo del sismo básico de diseño, A_0 es una reducción de la aceleración máxima absoluta y se utiliza porque ocurre solo una vez durante el sismo, es por esto que la aceleración efectiva intenta representar al conjunto de impulsos grandes de un sismo.

3.1.4.6. Tipo de estructura

Según las Normas AGIES se clasifican a las estructuras en cinco tipos o familias fundamentales, las cuales se subdividen según sean los elementos verticales que sirven para proporcionar resistencia y rigidez lateral, si existiera alguna duda se le puede clasificar como E6.

Tabla XIX. **Tabla de tipo de clasificación de estructura**

Tipo de Estructura	C	Sistema Vertical Sismo Resistente
Sistema de cajon	E1	Mamposteria Reforzada Concreto Reforzado Mamposteria sin refuerzo Mamposteria reforzada interiormente Madera Marcos arriostrados
Sistema de marcos	E2	
Marcos ordinarios	E2.1	Acero estructural Concreto reforzado
Marcos especiales	E2.2	Acero estructural Concreto reforzado
Sistema combinado de muros y marcos	E3	Muros de mamposteria reforzada Muros de concreto reforzado Marcos arriostrados en lugar de muros Arriostres ordinarios Arriostres excentricos
Sistema dual de muros y marcos	E4	Muros de mamposteria reforzada Muros de concreto reforzado Marcos arriostrados en lugar de muros Arriostres ordinarios Arriostres excentricos
Pendulo invertido	E5	De concreto reforzado confinado ordinario De estructura de acero Con detalles ordinarios con detalles sismicos De estructura de madera
Otro tipo	E6	Clasificar como E5

Fuente: Norma AGIES NR-3 p. 28.

Para el análisis de una vivienda o edificio de mampostería reforzada se utiliza el sistema tipo cajón, el cual tiene algunas restricciones de altura, estando directamente relacionado con el nivel de protección de la estructura, siendo:

- 30 metros de altura para un nivel de protección tipo C
- 20 metros de altura para un nivel de protección tipo D

Ya que para alturas mayores se necesita un sistema tipo E3 o E4.

3.1.4.7. Descripción de la estructura

Para cumplir con este requerimiento de sismo resistente se debe presentar una planta donde especifique, la cantidad de niveles de sótano del edificio y el término sobre el suelo indica la cantidad de niveles que conforman a la estructura sobre el nivel de la calle.

La longitud X y Y máxima corresponde al a distancia entre ejes externos vistos en planta, en el presente trabajo no se tendrán niveles bajo el piso, por lo que no se tomará en cuenta.

3.1.5. Corte basal

Se denomina de esta manera debido a que el edificio se considera fijo en la base y se diseñará en cada dirección de análisis para resistir como mínimo, el basal el cortante basal estático equivalente, este se calculó con base en lo propuesto por AGIES 2010 con la siguiente formula:

$$VB = C_s * W_s$$

Donde:

- W_s = debe de tomarse como el total de la carga muerta más de 25% de la carga viva, se le considera como el peso de la masa del edificio capaz de generar fuerzas inerciales que contribuyan al cortante basal.
- C_s = es el coeficiente sísmico de diseño para cada dirección de análisis y se establece de la siguiente manera:

$$C_s = \frac{S_a * (T)}{R}$$

Donde:

R = es el factor de reducción.

T_a = es uno de los períodos de vibración que define al espectro sísmico

T = es el período fundamental de vibración de la estructura

$S_a * (T)$ = es la demanda sísmica de diseño para una estructura con periodo.

Período de vibración T

No es más que el período fundamental de vibración de la edificación, puede asignarse el valor genérico empírico T_E = el cual se calcula del siguiente manera.

$$T_E = (0.09 H_n) / (\sqrt{L})$$

Donde:

L = es la distancia entre los ejes estructurales en la dirección de análisis medida en metros.

Hn = es la altura total de la estructura en metros, desde el a base o nivel del terreno, la base es el primer nivel del a estructura restringido de vibrar libremente.

Período de vibración T_A y T_B

Estos valores dependen directamente del perfil del suelo donde se encontrara la estructura en análisis.

Tabla XX. **Período de vibración**

	S1	S2	S3
TA	0.12	0.12	0.12
TB	0.4	0.52	0.74

Fuente: Norma AGIES 2010, NR-3 p. 29.

Demanda sísmica de diseño $S_a * T$

Se utiliza para calcular el coeficiente sísmico de diseño (C_s) y se determina de la siguiente manera.

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

Donde:

A_o = es la aceleración máxima efectiva del terreno correspondiente al sismo básico de diseño.

D (T) = es la función de ampliación dinámica

Tabla XXI. **Función de ampliación dinámica**

Condición	Función de ampliación dinámica
T < TA	$D(T) = 1 + 1.5 T / TA$
TA < T < TB	$D(T) = 2.5$
T > TB	$D(T) = 2.5 (TB/T)^{0.67}$

Fuente: Norma AGIES NR-3 p. 30.

Factor de reducción de respuesta sísmica

Se utiliza para reducir la respuesta elástica, dependerá del sistema estructural que se trabaje en el diseño y se determinara mediante la siguiente ecuación:

$$R = 1.2 R_o * Q$$

Donde:

R_o = es el factor genérico de reducción de respuesta sísmica

Q = es un factor de calidad sismo resistencia

Factor de calidad sismo resistencia Q

Evalúa la reacción de la edificación. Es específico para cada proyecto en particular y para cada dirección de análisis.

El valor de Q no debe ser menor a 0.80, si no cumple el proyecto debe modificarse para que llegue al valor mínimo, el valor numérico se integra mediante la siguiente ecuación:

$$Q = 1 + 0,01 \Sigma q_i$$

Tabla XXII. **Factor de reducción de respuesta sísmica**

Tipo de estructura	C	Sistema vertical sismo resistente	Factor Ro
Sistema de cajón	E1	Con muros estructurales de:	
		Mampostería reforzada	2.50
		Concreto reforzado	3.50
		Mampostería sin refuerzo	1.00
		Mampostería reforzada interiormente	1.70
		Madera	4.00
		Marcos arriostrados	3.00
Sistema combinado de muros y marcos	E3	Muros de mampostería reforzada	3.50
		Muros de concreto reforzado	4.50
		Marcos arriostrados en lugar de muros	
		Arriostres ordinarios	3.50
		Arriostres excéntricos	4.00

Fuente: elaboración propia.

3.1.6. Distribución vertical de la fuerza de corte por piso

El corte basal se distribuye a lo alto de la estructura, para ello se toma en cuenta el peso de cada uno de los niveles y la posición en que se encuentran referente al nivel 0, según la siguiente formula:

$$F_j = C_{vj} * V$$

Donde:

$$C_v = \frac{W_j * H_j^K}{\sum (W_i * H_i^K)}$$

- F_j = cortante de nivel j
- K = depende del período de la edificación
 $K = 1$ Si el período $T \leq 0.5$
 $K = 0.75 + 0.5 T$ Si el período $T > 0.5$
- W_j = peso del nivel j
- H_j = altura en metros del nivel de plaza al nivel j
- W_i = peso de nivel i
- H_i = altura en metros del nivel de plaza al nivel i

3.1.7. Distribución de las fuerzas de piso por elemento

Las fuerzas por piso serán transmitidas a los elementos o muros, proporcionalmente a sus rigideces, si en un caso fueran iguales y de distribución uniforme, serán de:

$$F_i = F/n$$

Si los elementos poseen diferente rigidez, las fuerzas que actúan en cada una se calcularán de la siguiente manera:

La rigidez viene dando por la expresión:

$$R = 1 / \Delta$$

Donde Δ es la deformación por deflexión más la deformación por corte, la rigidez depende del grado de fijación superior e inferior de los muros, es decir, para muros de último piso o en voladizo.

$$R = 1 / \Delta$$

Donde:

$$\Delta = \frac{P}{E_m * t} \left(\left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{d} \right) \right) =$$

Si es un piso intermedio se calcula así:

Donde:

$$\Delta = \frac{P}{E_m * t} \left(4 \left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{d} \right) \right) =$$

Donde para ambas ecuaciones:

- P = fuerza de piso
- h = altura del muro
- E_m = módulo de elasticidad en compresión $E = 750 \cdot f' \cdot m$
- E_v = módulo de elasticidad en corte ($E_v = 0.4 E$)

3.1.8. Método de análisis para una estructura de mampostería

Existen varios métodos para el análisis de estructuras de mampostería, entre los usados se puede mencionar el análisis simplista también llamado el método de rigideces, y el análisis realista.

Para el diseño de la escuela se utilizara el método simplista para muros de mampostería confinada.

3.1.8.1. Análisis simplista

Este tipo de análisis es menos laborioso que el realista, por lo que la obtención de resultados se logra en menor tiempo.

3.1.8.2. Consideraciones del análisis

Para la elaboración del análisis simple se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la distribución de fuerza lateral a cada muro se deben considerar únicamente los muros paralelos a la dirección en que ésta actúa, presentándose dos efectos sobre ellos los cuales son: uno de traslación

en la misma dirección y otro de rotación respecto al centro de rigidez cuando no coincide con el centro de masa.

- Los muros tienden a experimentar ladeo paralelo al plano que contiene al muro, no se debe de considerar en el sentido contrario.
- Los muros generalmente actúan, como miembros verticales que están sujetos a fuerzas horizontales en los niveles de piso.

3.1.8.3. Limitaciones del método simple

Como cualquier método siempre existen ventajas y limitaciones, por lo que este no es la excepción.

Las limitaciones que presenta este método son las siguientes:

- Como se mencionó anteriormente únicamente se toman en cuenta los muros paralelos a la acción de la carga, despreciándose de esta manera la contribución a la resistencia de los muros perpendiculares.
- Supone rigidez mayor en el diafragma horizontal que la presenta por los muros de corte.
- Para las estructuras cuya relación altura-largo (h/d) en el sentido de la carga lateral sea mayor a 4,0 los esfuerzos entre juntas de muros son tan grandes que los resultados se alejan de la realidad.

3.1.8.4. Procedimiento de análisis

Al inicial el análisis será con la determinación de cargas que afectan a la estructura, después se procede a calcular la rigidez de los muros que están únicamente en la dirección del sismo, utilizando para ello las ecuaciones de muros en voladizo o empotrados.

En este caso se calculara para ambos casos, en todo diseño de estructuras es recomendable la simetría en geometría y rigidez de las mismas, con el fin de hacer mínimos los efectos de la torsión.

Los pasos para realizar los análisis son los siguientes:

Integración de cargas

- Determinación de cargas gravitacionales (carga muerta y viva)
- Análisis de viento
- Cálculo de fuerzas laterales (corte basal AGIES 2010, UBC 97)
- Análisis de sismo
- Momento de volteo por piso
- Cálculo de centro de masa
- Cálculo de rigidez
- Análisis de excentricidad con respecto al centro de rigidez
- Distribución de fuerzas y momentos en cada muro
- Calculo de esfuerzos admisibles por modulo
- Diseño de muro crítico

3.2. Diseño de edificio

En los siguientes subtítulos se describe el proceso con ejemplos para el diseño de los módulos a construir.

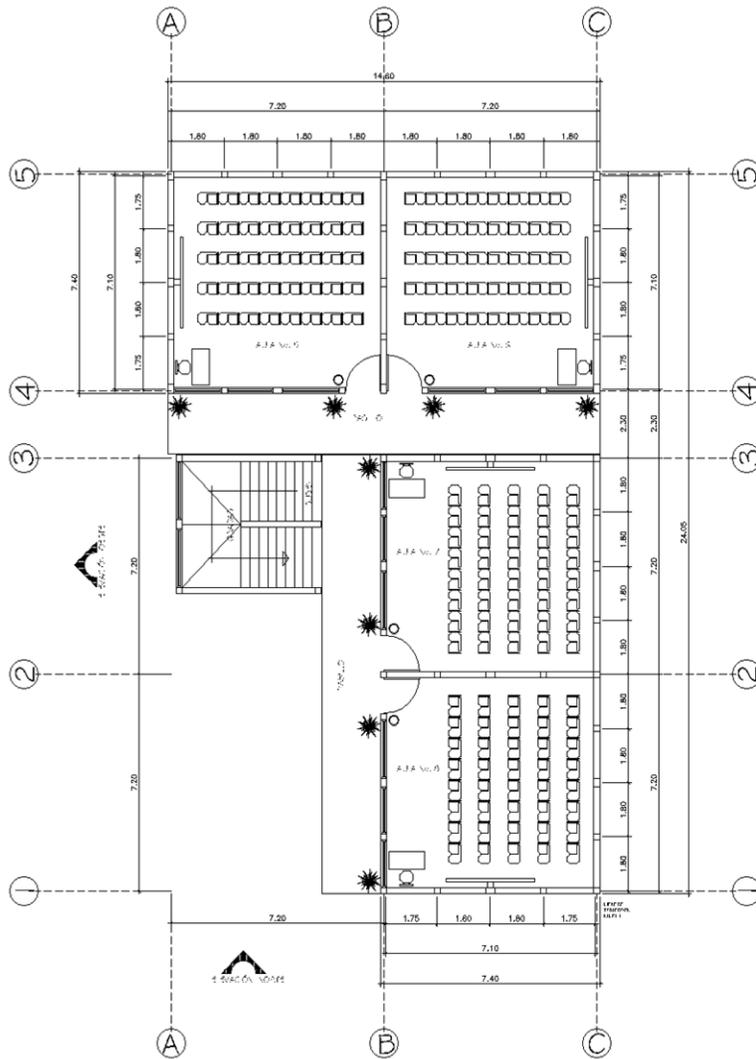
3.2.1. Planta típica

El edificio es para uso educativo, consta de 2 niveles el primero cuenta con 4 aulas cada módulo con un área total de 216,08 m², con un respectivo módulo de gradas.

Debido a las irregularidades que presenta el diseño, es necesario proveer una junta para dividir la construcción en dos edificios con estructuras independientes, dejando plantas regulares para cada uno (ver planta de distribución).

El primer paso luego de tener la distribución es determinar la características de la edificación, se encuentra en colonia los Almendros, en las instalaciones de la escuela primaria, Mazatenango, Suchitepéquez, el terreno tiene diferencias de niveles es importante hacer mención pues se debe realizar el corte para la nivelación de plataformas, el material a utilizar será de mampostería confinada de 0,19 * 0,19 * 0,39.

Figura 6. **Planta típica segundo nivel, escuela colonia Los Almendros**



PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL

ESC 1/100

Fuente: elaboración propia, en programa AUTOCad Civil 3D 2014.

3.2.2. Integración de cargas

Predimensionamiento de losa:

Los cálculos son basados en el libro de Diseño de Estructura de concreto pag. 380, Arthur Nilson, método 3.

$$\text{Relacion de losas} = L_a / L_b = 3.60/3.60 = 1$$

$$\text{Espesor} = T = P/180 = 14.40/180 = 0.08 \text{ cms}$$

Por criterio se utilizó un espesor de 12 centímetros pues existen muchas vibraciones por el tipo de edificación, el armado es en dos sentidos.

Tabla XXIII. Integración de cargas de escuela colonia Los Almendros

INTEGRACION DE CARGAS		
DESCRIPCION	DATOS	UNIDADES
mamposteria	0.19*0.19*0.39	m ³
altura	3.5	m
espesor de la losa t	0.12	m
carga viva techo	100	kg/m ²
carga viva entepiso	350	kg/m ²
carga viva pasillo	500	kg/m ²
area losa 1er nivel total	216.08	m ²
area losa 2do nivel total	216.08	m ²
area losa modulo 1 1er nivel	108.04	m ²
area losa modulo 1 2do nivel	108.04	m ²
area losa modulo 2 1er nivel	108.04	m ²
area losa modulo 2 2do nivel	108.04	m ²

Fuente: Elaboración propia, con programa de Excel 2010, Tabla 3.1 AGIES edición 2010 capítulo 2, demandas estructurales condiciones del sitio y niveles de protección p. 6 y 7.

Los siguientes valores se obtienen del plano de la planta del diseño de la escuela

Área de losa módulo 1, primer nivel:

(largo) (ancho)

$$(17,40 \text{ m}) * (7,40 \text{ m}) = 108,04 \text{ m}^2$$

Área de losa módulo 1, segundo nivel:

(largo) (ancho)

$$(17,40 \text{ m}) * (7,40 \text{ m}) = 108,04 \text{ m}^2$$

Área de losa módulo 2, primer nivel:

(largo) (ancho)

$$(17,40 \text{ m}) * (7,40 \text{ m}) = 108,04 \text{ m}^2$$

Área de losa módulo 2, segundo nivel:

(largo) (ancho)

$$(17,40 \text{ m}) * (7,40 \text{ m}) = 108,04 \text{ m}^2$$

Área total en módulo 1 = 216,08 m²

Área total en módulo 2 = 216,08 m²

3.2.2.1. Cargas gravitacionales

- Carga muerta en techo:

Losa = (peso específico) * (espesor de la losa)

$$\text{Losa} = (2400 \text{ kg/m}^3) * (0,12 \text{ m}) =$$

$$288 \text{ kg/m}^2$$

Sobrecarga

$$5 \text{ kg/m}^2$$

Pañuelo = (peso específico) (espesor del pañuelo)

$$\text{Pañuelo} = (2\,400 \text{ kg/cm}^2) (0,05\text{m}) = \underline{70 \text{ kg/m}^2}$$

$$363 \text{ kg/m}^2$$

- Carga muerta entrepiso, aulas y pasillo:

Losa = (peso específico) * (espesor de la los)

$$\text{Losa} = (2\,400 \text{ kg/m}^3) * (0,12 \text{ m}) = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Instalaciones} \quad 5 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Piso} \quad 30 \text{ kg/m}^2$$

Pañuelo = (peso específico) (espesor del pañuelo)

$$\text{Pañuelo} = (2\,400 \text{ kg/cm}^2) (0,05\text{m}) = \underline{70 \text{ kg/m}^2}$$

$$393 \text{ kg/m}^2$$

- Pesos de muros primer nivel:

$$\text{Longitud total de muros} = 50,2 * 2 \text{ niveles} = 100,40 \text{ metros lineales}$$

Módulo 1

Peso total de módulo 1 = peso de mampostería * longitud de muro * altura

$$\text{Peso total del módulo 1} = (360 \text{ kg/m}^2) * (50,2 \text{ m}) * (3,5 \text{ m}) = 63\,252,00 \text{ kg}$$

- Pesos de muros segundo nivel:

$$\text{Longitud total de muros} = 50,2 * 2 \text{ niveles} = 100,40 \text{ metros lineales}$$

Módulo 1

Peso total de módulo 1 = peso de mampostería * longitud de muro * altura

Peso total del módulo 1 = $(360 \text{ kg/m}^2) * (50.2 \text{ m}) * (3.5 \text{ m}) = 63\,252,00 \text{ kg}$

- Peso por nivel:

Desplante de cimentación utilizando las Normas de FHA y considerando la importancia de la estructura, el valor para el desplante será de 1 metro.

Módulo 1

Techo: $((\text{C.M. total techo}) * (\text{área de losa módulo 1 2do. nivel})) + ((0.5) * (\text{peso total de muros 2do. nivel})) = \text{kg}$

Techo: $(363 \text{ kg/m}^2 * 108.04) + (0.5 (63\,252,00 \text{ kg})) = 70\,844,52 \text{ kg}$

Segundo nivel: $((\text{C.M. total en entrepiso}) * (\text{área de losa módulo 1 1er. nivel})) + (0.5(\text{Wt muros del primer nivel} + \text{Wt muros 2do nivel})) = 70\,844,52 \text{ Kg}$

Segundo nivel: $(393 \text{ kg/m}^2 * 108.04 \text{ m}^2) + (0.5 (63\,252,00 \text{ kg} + 63\,252,00 \text{ kg})) = 105\,711,20 \text{ kg.}$

Primer nivel $(0.5 (\text{Altura muro 1er. nivel}) + (\text{desplante})) * (\text{longitud total de muro 1er. nivel}) * (\text{peso de mampostería}) = \text{kg}$

Primer nivel: $(0.5 (3.50) + (1.00)) + ((50.2 \text{ m}) (360 \text{ kg/m}^2)) = 49\,698,00 \text{ kg}$

- Determinación de carga viva:

Según el Código SEAOC recomienda que para la determinación del valor de la carga viva, se deba tomar como mínimo el 25 % del valor de la misma

para pasillos y entrepisos, con el fin de calcular e integrar este valor al cálculo del corte basal.

Módulo 1

C.V. en aula: $(0,25) * (C.V. \text{ entrepiso}) * (\text{largo}) * (\text{ancho}) * (\# \text{ de aulas}) = \text{kg}$

C.V. en aula: $(0,25) * (350\text{kg/m}^2) * (7,40 \text{ m}) * (7,40 \text{ m}) * (2) = 9\ 583,00 \text{ kg}$

C.V. pasillos: $(0,25) * (C.V. \text{ pasillos}) * (\text{largo}) * (\text{ancho}) = \text{kg}$

C.V. pasillos: $(0,25) * (500 \text{ kg/m}^2) * (14.60) * (2) = 3\ 650,00 \text{ kg}$

C.V. losa: $(0,25) * (C.V. \text{ losa}) * (\text{área losa módulo 1, 2do. nivel}) = \text{kg}$

C.V. losa: $(0,25) * (100\text{kg/m}^2) * (108,04 \text{ m}^2) = 2\ 701,00 \text{ kg}$

Total de carga viva para módulo 1 = 15 934,00 kg y 15,93 toneladas

3.2.2.2. Fuerzas laterales de sismo

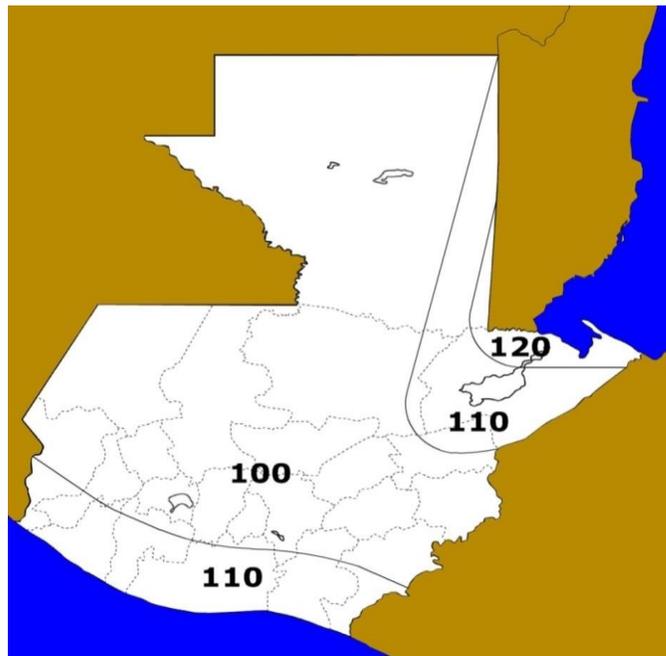
Debido a las condiciones del suelo, generalmente abierto, extendiéndose 0,75 km o más desde el lugar. La categoría será de C, según el AGIES 2-10 p. 27, capítulo 2-10.

Exposición de viento	C	(AGIES 2-10, pág. 27)
Ce = coeficiente de exposición	1,16	(AGIES 2-10, pág. 29)
Cq = coeficiente de presión	0,80 barlovento	
para muro	0,50 sotavento	(AGIES 2-10, pág. 30)
I = factor de importancia para	1	(AGIES 2-10, pág. 28)

- Cálculo de presión de viento

Presión de remanso del viento q_s , a una altura estándar de 10 metros según tabla de 5-10, AGIES NSE 2-10, Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección es de $P_a = 573$ pa.

Figura 7. **Mapa de zonas de velocidad básica del viento para la República de Guatemala (km/h)**



Fuente: AGIES NSE 2-10, p. 31.

$P_a = 573$ pascales

1 pascal = 0.102 kg/m^2

$P_a = 573 \text{ pa} * 0.102 \text{ kg/m}^2 = 58.446 \text{ kg/m}^2$

$P = C_e * C_q * q_s * I$

$P = (1.16) * (0.80) * (58.46 \text{ kg/m}^2) * (1) = 54.25 \text{ kg/m}^2$

- Analisis de viento

- Módulo 1 en X

Presión de viento 54,25 kg/m²

Altura 3,50 metros

Ancho 1er nivel 7,40 metros

Ancho 2do nivel 7,40 metros

Área = (ancho 1er. nivel) (altura) + (ancho 2do. nivel) (altura) =

Área = (7,40) (3,50) + (7,40) (3,50) =

Área = 25,9 + 25,9 = 51,18 m²

Fuerza = A * q = (51,18 m²) * (54,25 kg/m²) = 2 810,15 kg

- Módulo 1 en Y

Presión de viento 54,25 kg/m²

Altura 3,50 metros

Ancho 1er nivel 14,60 metros

Ancho 2do nivel 14,60 metros

Área = (ancho 1er. nivel) (altura) + (ancho 2do. nivel) (altura) =

Área = (14,60) (3,50) + (14,60) (3,50) =

Área = 51,10 + 51,10 = 102,20 m²

Fuerza = A * q = (102,20 m²) * (54,25 kg/m²) = 5 544.35 kg

- Fuerzas horizontales:

El cálculo de fuerzas horizontales se realizará por medio de dos métodos los cuales son UBC 97 y las Normas AGIES 2010, en donde se analizaron criterios con base en la zona en donde se ubica el proyecto.

- Análisis por medio del método UBC 97 (UBC-97 sección 16.30.2.1 (ecuación 30-4)).

$$V = \frac{C_v * I}{R * T} * W$$

El esfuerzo de corte basal de diseño no debe exceder la ecuación (30-5)

$$V = \frac{2,5 C_a * I}{R} * W$$

El esfuerzo de corte basal total de diseño no debe ser menor de la ecuación (30-6)

$$V = 0,11 * C_a * I * W$$

Debido a que se está en una zona sísmica = 4 el esfuerzo de corte basal tiene que ser mayor que la ecuación

$$V = \frac{0,8 * Z * N_v * I}{R} * W$$

Ca = coeficiente sísmico	(tabla 16Q)
Z = zona sísmica	(tabla 16-I)
Nv = factor de cercanía	(tabla 16-T)

A cada incógnita se asignan los siguientes valores.

$C_v = 0,96$, se toma este valor debido a la zona en que nos encontramos, $z = 0,4$ y en el más crítico debido a que no se conoce el perfil del suelo.

$N_v = 1$ pues el proyecto se encuentra a más de 15 km de la falla más próxima.

$I = 1$ importancia 1 debido a ser servicio público

$R = 4,5$ muros cortantes de albañilería.

- Módulo 1

Cálculo de período

$$T = C_t (h_n)^{3/4}$$

$$C_t = 0,0488$$

$$h_n = 7 \text{ metros}$$

$$T = 0,21 \text{ segundos}$$

$C_a = 0,36$ Na Coeficiente de sismicidad por estar en $z = 0,4$ (tabla 16-T)

- Ecuación 30-4

$$V = \frac{C_v * I}{R * T} * W$$

$$V = \frac{0,96 * 1}{4,5 * 0,21} * 242\,118,24 = 245\,961,38 \text{ kg} = 245\,961,38 \text{ toneladas}$$

- Ecuación 30-5

$$V = \frac{2,5 \text{ Ca} * I *}{R} * W$$

$$V = \frac{2,5 (0,36) * 1}{4,5} * 242 \ 118,24 \text{ kg} = 48 \ 423,64 \text{ kg} = 48,42 \text{ toneladas}$$

- Ecuación 30-6

$$V = 0,11 * \text{Ca} * I * W$$

$$V = 0,11 * 0,36 * 1 * 242 \ 118,24 \text{ kg} = 9 \ 587,88 \text{ kg} = 9,58 \text{ toneladas}$$

- Ecuación 30-7

$$V = \frac{0,8 * Z * N_v * I}{R} * W$$

$$V = \frac{0,8 * 0,4 * 1 * 1}{4,5} * 242 \ 118,24 \text{ kg} = 17 \ 217,29 \text{ kg} = 17,21 \text{ toneladas}$$

Después de hacer el análisis el corte basal según el UBC -97 es de 48,42 Toneladas.

- Cálculo AGIES NSE 2010 modulo 1
 - En base al AGIES NSE 1-10 sección 3.1.5 se clasifica como obra importante y se clasifica en categoría 3.

- Según el mapa de zonificación AGIES NSE 2-10, figura 4-10 p. 14 el proyecto se ubica en la zona sísmica 4.
- Se diseñará con un sismo severo por el tipo de estructura (obra importante) según AGIES 2-10 sección 4.3.2.2.
- Sistema estructural tipo cajón = E2 NSE3 tabla 1-1
- Índice de sismicidad $l_0 = 4$
- Ajustes por intensidades sísmicas especiales según AGIES NSE 2-10 sección 4.3.3.3.

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a(4 - 1 a)$$

$$S_{1s} = S_{1r} * F_v * N_v(4 - 2 a)$$

- N_a y N_v , son los factores que aplican a la proximidad de las amenazas especiales indicadas en la sección 4.6 del AGIES NSE 2-10.
- F_a = coeficiente de sitio según tabla 4-2 AGIES NSE 2-10, de la tabla 4-1 se analiza $l_0 = 4$, en donde se observó que el tipo de estructura es, D = estructura importante.
- F_v = coeficiente de sitio según se observó tabla 4-3 AGIES NSE 2-10.
- N_a = período corto de vibración
- N_v = período largo de vibración

$N_a = 1$ tabla 4.6 AGIES NSE 2-10

$N_v = 1$ tabla 4.7 AGIES NSE 2-10

$F_a = 1$ tabla 4.2 AGIES NSE 2-10

$F_v = 1,5$ tabla 4.3 AGIES NSE 2-10

Ajustes por intensidad sísmica

Scs = 1,65 g AGIES NSE 2-10 sección 4.3.3.3. Figura 4-1

S1n = 0,60 g AGIES NSE 2-10 sección 4.3.3.3. Figura 4-1

$$Scs = (1,65)*(1)*(1) = 1,65$$

$$S1n = (0,60)*(1,5)*(1) = 0,90$$

Período de transición (Ts), se calculó por la sección 4.3.3.4 ecuación (4-3)
AGIES NSE 2-10

$$T = \frac{S1s}{Scs} = \frac{0,90}{1,65} = 0,545 \text{ segundos}$$

Construcción de los espectros de diseño:

Factor de escala:

Los siguientes factores determinan los niveles de diseño:

Kd

0,66 sismo ordinario 10 % probabilidad de ser excedido en 50 años

0,80 sismo severo 5 % probabilidad de ser excedido en 50 años

1,00 sismo extremo 2 % probabilidad de ser excedido en 50 años

0,55 sismo mínimo condición de excepción.

Se diseñará con el sismo severo = 0,80 = Kd

Espectro calibrado al nivel de diseño requerido

$$S_{cd} = K_d S_{cs} \quad (\text{ecuación 4.4 AGIES NSE 2-10})$$

$$S_{1d} = K_d S_{1s} \quad (\text{ecuación 4.5 AGIES NSE 2-10})$$

$$S_{cd} = (0,80) * (1,65) = 1,32$$

$$S_{1d} = (0,80) * (0,90) = 0,72$$

Corte basal según AGIES NSE 3-10 sección 2.1.1.

$$V_b = C_s * W_s$$

Donde:

W_s = es la parte del peso de la edificación.

C_s = es el coeficiente sísmico de diseño.

$$C_s = \frac{S_a * T}{R}$$

Donde:

- S_a = es la demanda sísmica de diseño para una estructura con período T obtenida del espectro de diseño sísmico establecido para el sitio en la sección 4.3.4. AGIES NSE 3-10.
- R = es el factor de reducción que se obtiene en la sección 1.6.1 AGIES NSE 3-10.
- T = es el período fundamental de vibración de la estructura según 2.1.4 o 2.1.5 AGIES NSE 3-10.

Período de vibración (AGIES 3-10 sección 2.1.4.1. ecuación 2-3)

$$T_a = K_t(h_n)^x$$

Dónde:

- h_n = es la altura del edificio, en m desde la base definida en la sección 1.10.4.
- $K_t = 0,047$, AGIES NSE 3-10 sección 2.1.4.1.
- $X = 0,85$ AGIES NSE 3-10 sección 2.1.4.1.

$$T_a = (0,047) * (7 \text{ metros})^{0,85} = 0,2457 \text{ segundos}$$

Según el AGIES NSE 2-10 sección 4.3.4.3 si $T < T_s$ entonces $S_a = S_{cs}$

$$0,25 < 0,54$$

Entonces $S_a = 1,32$

$$C_s = S_a/R$$

$$C_s = 1,32 / 5 = 0,26$$

Cálculo de valores mínimos según AGIES NSE 3-10 de C_s .

Se verifica que C_s de la ecuación 2-2 cumpla con lo siguiente:

$$C_s \geq 0,044 S_{cd} \quad (2 - 2a \text{ AGIES NSE 3 - 10})$$

$$C_s \geq 0,5 S_r1/R \quad (2 - 2b \text{ AGIES NSE } 3 - 10)$$

$$C_s \geq 0,044(1,32)$$

$$C_s \geq 0,0588$$

$$0,26 \geq 0,058 \text{ cumple}$$

$$C_s \geq ((0,5) * (0,60))/R = 0,06$$

$$C_s \geq 0,06$$

$$0,26 \geq 0,06 \text{ cumple}$$

Cálculo de corte basal:

$$V_b = 0,26 * 242\,118,24 \text{ kg} = 62\,968,94 \text{ kg} = 62,96 \text{ toneladas}$$

Se analizó los dos métodos y el más crítico es el corte basal del AGIES NSE 2010.

- Análisis de viento

Módulo 1 eje x

$$F = A * q$$

Donde:

A = área del muro a analizar

Q = p, que es la presión encontrada con datos del capítulo 2 AGIES 2010

$$A = L1h * L2h$$

Donde:

A = ancho de

L1 = medida de muro primer nivel

L2 = medida de muro segundo nivel

h = altura de muro

$$A = (7,40 * 3,50) + (7,40 * 3,50) = 51,80 \text{ m}^2$$

$$F = A * q$$

$$F = 51,80 \text{ m}^2 * 54,25 \text{ kg/m}^2 = 2\ 810,15 \text{ kg}$$

Módulo 1 eje y

$$F = A * q$$

Donde:

A = área del muro a analizar

Q = p, que es la presión encontrada con datos del capítulo 2 AGIES 2010

$$A = L1h * L2$$

Donde:

A = ancho de

L1 = medida de muro primer nivel

L2 = medida de muro segundo nivel

h = altura de muro

$$A = (14,60 * 3,50) + (14,60 * 3,50) = 102,20 \text{ m}^2$$

$$F = A * q$$

$$F = 102,20 \text{ m}^2 * 54,25 \text{ kg/m}^2 = 5 544,35 \text{ kg}$$

Se analiza el cálculo con el dato mayor para que cumpla ambas fuerzas.

- Análisis de fuerzas de sismo

$$F_x = V_b \frac{W_i * h_i}{\sum (W_i * h_i)}$$

$$V_b = C_b + F$$

$$V_b = 62 698,94 \text{ kg} + 5 544,35 \text{ kg} = 68 513,29 \text{ kg}$$

H_x = altura de cada nivel = 3,50 metros

$\sum W_i * h_i$ = es la sumatoria de peso la columna peso y altura

Tabla XXIV. **Fuerzas laterales en sentido x, módulo 1**

MODULO 1 EN X					
NIVEL	Wi(kg)	Hi(m)	Wi*Hi(kg*m)	Fx(kg)	Fx acumul.
techo	73545.52	7	514818.64	37880.97	37880.97
nivel 2	118944.72	3.5	416306.52	30632.33	68513.29
nivel 1	49698.00	0	0	0.00	68513.29
	sumatoria =		931125.16		
Vcb + Vvien Vx	68513.29	kg	corte basal total mas fuerza de viento		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Fuerzas laterales en sentido y, módulo 1**

MODULO 1 EN Y					
NIVEL	Wi(kg)	Hi(m)	Wi*Hi(kg*m)	Fx(kg)	Fx acumul.
techo	73545.52	7	514818.64	37880.97	37880.97
nivel 2	118944.72	3.5	416306.52	30632.33	68513.29
nivel 1	49698.00	0	0	0.00	68513.29
	sumatoria =		931125.16		
Vcb + Vvien Vy	68513.29	kg	corte basal total mas fuerza de viento		

Fuente: elaboración propia.

- Momento de volteo

Módulo 1, los momentos serán los mismos tanto para eje x y y, porque en el análisis de fuerzas por sismo se utilizó el dato mayor de fuerza de viento.

Tabla XXVI. Momentos de volteo módulo 1

MODULO 1 EN X					
NIVEL	Fi=Fx (kg)	Hi (m)	Fi*Hi (kg*m)	Hi-Hx	Mvx (kg*m)
techo	37880.97	7	265166.76	0.00	0.00
nivel 2	30632.33	3.5	107213.14	3.50	132583.38
nivel 1	0.00	0	0.00	7.00	372379.90
SUMATORIA =			372379.90		
MODULO 1 EN Y					
NIVEL	Fi=Fx (kg)	Hi (m)	Fi*Hi (kg*m)	Hi-Hx	Mvx (kg*m)
techo	37880.97	7	265166.76	0.00	0.00
nivel 2	30632.33	3.5	107213.14	3.50	132583.38
nivel 1		0	0.00	7.00	372379.90
SUMATORIA =			372379.90		

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de centro de masa

Muro 1, del módulo 1 en sentido x

Longitud = 7,4

Distancia en x = 3,70

Distancia en y = 7,30

$L*x = 7,4 * 3,70 = 27,38$

$L*y = 7,4 * 7,30 = 54,02$

Tabla XXVII. Centro de masa módulo 1 sentido x

MODULO 1 CENTRO DE MASA SENTIDO X PRIMER Y SEGUNDO NIVEL					
muro	longitud (m)	Distancia x	Distancia y	L*X	L*Y
1	7.4	3.7	7.3	27.38	54.02
2	7.4	11.1	7.3	82.14	54.02
3	6	3	0.1	18	0.60
4	6	11.6	0.1	69.6	0.60
TOTAL	26.8			197.12	109.24

Fuente: elaboración propia.

Muro 1, del módulo 1 en sentido y

Longitud = 7,4

Distancia en x = 0,10

Distancia en y = 3,70

$L*x = 7,4 * 0,10 = 0,74$

$L*y = 7,4 * 3,70 = 27,38$

Tabla XXVIII. Centro de masa módulo 1 sentido y

MODULO 1 CENTRO DE MASA SENTIDO Y PRIMER Y SEGUNDO NIVEL					
muro	longitud (m)	Distancia x	Distancia y	L*X	L*Y
1	7.4	0.1	3.7	0.74	27.38
2	7.4	7.3	3.7	54.02	27.38
3	7.4	14.5	3.7	107.3	27.38
TOTAL	22.2			162.06	82.14

Fuente: elaboración propia.

Centro de masa en sentido x = $(L \cdot X_x + L \cdot X_y) / (L_{\text{muros en x}} + L_{\text{muros en y}})$

$$CM_x = (197,12 + 162,06) / (26,80 + 22,2) = 7,33 \text{ metros}$$

Centro de masa en sentido y = $(L \cdot Y_x + L \cdot Y_y) / (L_{\text{muros en x}} + L_{\text{muros en y}})$

$$CM_y = (109,24 \cdot 82,14) / (26,80 + 22,2) = 3,91 \text{ metros}$$

- Cálculo de centro de rigidez

$$R = 1 / \Delta$$

$$\Delta = \frac{P}{E_m \cdot t} \left(4 \left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{d} \right) \right) =$$

$$\Delta = \frac{P}{E_m \cdot t} \left(\left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{d} \right) \right) =$$

Donde para ambas ecuaciones:

P = fuerza de piso

h = altura del muro

E_m = módulo de elasticidad en compresión $E = 750 \cdot f'c$

E_v = módulo de elasticidad en corte ($E_v = 0.4 E$)

$$\Delta_{\text{empotrado}} = (P / E_m \cdot t) (4 (h/d)^3 + 3 (h/d))$$

Datos para muro de 7,40 metros de longitud, en sentido x.

$$E_m = f'c \cdot \rho_m$$

$$E_m = 750 \cdot 70 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_m = 52\,500,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$T = 0,19$$

$$P_y = 25\,470,427$$

$$h = 3,50$$

$$d = 7,40$$

$$\Delta \text{ emp} = (25\,470,427 / 52\,500,00 * 0,19) (4 (3,50/7,40)^3 + 3(3,50/7,40))$$

$$\Delta \text{ emp} = 0,0267 (4 (3,50/7,40)^3 + 3 (3,50/7,40)) =$$

$$\Delta \text{ emp} = 0,0267 (0,4232 + 1,419)$$

$$\Delta \text{ emp} = 0,047$$

Datos para muro de 6,00 de longitud en sentido x.

$$E_m = f' m * \rho_m$$

$$E_m = 750 * 70 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_m = 52\,500,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$T = 0,19$$

$$P_y = 25\,470,427$$

$$h = 3,50$$

$$d = 6,00$$

$$\Delta \text{ emp} = (25\,470,427 / 52\,500,00 * 0,19) (4 (3,50/6,00)^3 + 3(3,50/6,00))$$

$$\Delta \text{ emp} = 0,0267 (4 (3,50/6,00)^3 + 3 (3,50/6,00)) =$$

$$\Delta \text{ emp} = 0,0267 (0,7938 + 1,7499)$$

$$\Delta \text{ emp} = 0,065$$

Tabla XXIX. Centro de rigidez módulo 1 sentido x

MODULO 1 PRIMER NIVEL SENTIDO X CALCULO DEL CENTRO DE RIGIDEZ					h	3.5	m		
X muro	longitud (m)	h/l	rigidez (t=0.19m) (m)	Distancia X (m)	Distancia Y (m)	L*X (m2)	L*Y (m2)	R*X (m2)	R*Y (m2)
1	7.4	0.47	0.21	3.7	7.3	27.38	54.02		1.55
2	7.4	0.47	0.21	11.1	7.3	82.14	54.02		1.55
3	6	0.58	0.15	3	0.1	18	0.6		0.02
4	6	0.58	0.15	11.6	0.1	69.6	0.6		0.02
SUMATORIA	26.8		0.73			197.12	109.24		3.13
Py =	25470.427	kg							
Em= 750*70kg/cm2	52500	kg/cm2							
t=	19	cm							

Fuente: elaboración propia.

Datos para muro de 7,40 metros de longitud, en sentido y.

$$E_m = f' m * p_m$$

$$E_m = 750 * 70 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_m = 52\,500,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$T = 0,19$$

$$P_y = 25\,470,427$$

$$h = 3,50$$

$$d = 7,40$$

$$\Delta e_{mp} = (25\,470,427 / 52\,500,00 * 0,19) (4 (3,50/7,40)^3 + 3(3,50/7,40))$$

$$\Delta e_{mp} = 0,0267 (4 (3,50/7,40)^3 + 3 (3,50/7,40)) =$$

$$\Delta e_{mp} = 0,0267 (0,4232 + 1,419)$$

$$\Delta e_{mp} = 0,0672$$

Tabla XXX. Centro de rigidez módulo 1 sentido x

MODULO 1 PRIMER NIVEL SENTIDO Y CALCULO DEL CENTRO DE RIGIDEZ									
Y muro	longitud (m)	h/l	rigidez (t=0.19m)	Distancia X	Distancia Y	L*X	L*Y	R*X	R*Y
1	7.4	0.47297297	0.212595299	0.1	3.7	0.74	27.38	0.02126	
2	7.4	0.47297297	0.212595299	7.3	3.7	54.02	27.38	1.551946	
3	7.4	0.47297297	0.212595299	14.5	3.7	107.3	27.38	3.082632	
SUMATORIA	22.2		0.637785896			162.06	82.14	4.655837	
Px =	25470.427	kg							
Em= 750*70kg/cm2	52500	kg/cm2							
t=	19	cm							

Fuente: elaboración propia.

Rigidez del módulo 1

$$x = R*Y / \text{rigidez}$$

$$x = 4,6558 / 0,6377 = 7,30 \text{ metros}$$

$$y = R*X / \text{rigidez}$$

$$y = 3,13 / 0,73 = 4,27 \text{ metros}$$

- Centro de masas combinadas (losa + muro)

Módulo 1:

$$W_{\text{losatecho}} = \text{CM techo} * \text{área de losa} = 39\,218,52 \text{ kg}$$

$$W_{\text{losaentrepiso}} = \text{CM entrepiso} * \text{área de entrepiso} = 42\,459,72 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros1ernivel}} = \text{CM muros} * \text{perímetro de muros} * \text{altura} = 49\,196 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros2donivel}} = \text{CM muros} * \text{perímetro de muros} * \text{altura} = 49\,196 \text{ kg}$$

Techo:

$$X = \frac{[(W_{\text{losatecho}} \cdot CM_{\text{losa nivel 2}}) + (W_{\text{muros2donivel}} \cdot CM_{\text{muros nivel 2}})]}{(W_{\text{losatecho}} + W_{\text{muros2donivel}})}$$

$$X = 7,32 \text{ m}$$

$$Y = \frac{[(W_{\text{losatecho}} \cdot CM_{\text{losa nivel 2}}) + (W_{\text{muros2donivel}} \cdot CM_{\text{muros nivel 2}})]}{(W_{\text{losatecho}} + W_{\text{muros2donivel}})}$$

$$Y = 3,81 \text{ m}$$

Entrepiso:

$$X = \frac{[(W_{\text{losaentrepiso}} \cdot CM_{\text{entrepiso nivel 1}}) + (W_{\text{muros1ernivel}} \cdot CM_{\text{muros nivel 1}})]}{(W_{\text{losaentrepiso}} + W_{\text{muros nivel 1}})}$$

$$X = 7,32 \text{ m}$$

$$Y = \frac{[(W_{\text{losaentrepiso}} \cdot CM_{\text{entrepiso nivel 1}}) + (W_{\text{muros nivel 1}} \cdot CM_{\text{muros nivel 1}})]}{(W_{\text{losaentrepiso}} + W_{\text{muros nivel 1}})}$$

$$Y = 3,81 \text{ m}$$

Los resultados del análisis para centro de masa en relación losa + muros son el siguiente:

$$X_{cm} = 7,32$$

$$Y_{cm} = 3,81$$

- Excentricidad con respecto al centro de rigidez

Módulo 1 entrepiso

$$e_x = I_{Xcr} - X_{cmI}$$

$$e_x = 17,30 - 7,321 = 0,0154$$

$$e_x = 0,0154 + (0,05 * L_y)$$

$$e_x = 0,0154 + (0,05 * 22,20)$$

$$e_x = 1,12$$

$$e_y = I_{Ycr} - X_{cmI}$$

$$e_y = 14,28 - 3,801 = 0,48$$

$$e_y = 0,48 + (0,05 * L_y)$$

$$e_y = 0,0154 + (0,05 * 26,80)$$

$$e_y = 1,80$$

Módulo 1 losa

$$e_x = 1.1268$$

$$e_y = 1.6688$$

3.2.3. Distribución de esfuerzos por elementos

El análisis de los esfuerzos admisibles, serán los mismos para cada módulo, ya que depende de las propiedades de los materiales, el muro a ejemplificar es el #1 del módulo 2, la razón es porque su momento es el mayor.

Datos:

$F = 54\,791,84$ kg, la fuerza se utilizara la más critica

$M = 156\,033,72$ kg/m, el momento se utiliza es el más critico

$h = 350$ cm

$t = 19$ cm

$f'm = 70$ kg/cm²

$F_y = 2\,800$ kg/cm²

$E_s = 2\,100\,000$ kg/cm²

$F_s = 2$

$h/40t = 0,460526316$

$(h/40t)^3 = 0,097670488$

- Cálculo del máximo esfuerzo axial permitido

$$F_a = (1/F_s) * [0,2 * f'm * (1 - (h/40t)^3)]$$

$$F_a = 6,32 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo del esfuerzo flexionante máximo permitido para mampostería

$$F_b = (1/F_s) * (0,33 * f'm)$$

$$F_b = 11,55 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo del esfuerzo de corte

$$F_v = (1/F_s) * (0,3 * (f'm)^{0,5})$$

$$F_v = 1,25 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo del esfuerzo de tensión

$$F_s = 0,4 \cdot f_y$$

$$F_s = 1\,120 \text{ kg/cm}^2$$

Los esfuerzos encontrados son los máximos y por lo tanto se utilizan los datos para los dos módulos.

3.2.4. Diseño de acero de refuerzo para los elementos

$$\text{Área tributaria} = 5,86 \text{ m}^2$$

$$\text{Altura del muro} = 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Longitud del muro} = b = 7,4 \text{ m}$$

$$\text{Longitud del muro} = b = 740 \text{ cm}$$

$$\text{Espesor del muro} = t = 19 \text{ cm}$$

- Carga muerta que afecta al muro:

$$CM = ((CM_{\text{techo}} \cdot \text{área tributaria}) / \text{largo muro}) + ((CM_{\text{entrepiso}} \cdot \text{área tributaria}) / \text{largo muro}) + (2 \cdot \text{peso mampostería} \cdot h)$$

$$CM = 3\,118,67 \text{ kg/m}$$

$$CV = ((CV_{\text{techo}} \cdot \text{área tributaria}) / \text{largo muro}) + ((CV_{\text{entrepiso}} \cdot \text{área tributaria}) / \text{largo muro})$$

- Carga viva que afecta al muro:

$$CV = 356,35 \text{ kg/m}$$

Carga última = 1,4Cm + 1,7Cv

Carga última= 4 971.94 kg/m

- Cálculo del esfuerzo axial actuante (fa):

$$fa=(Cu*b)/(b*t)$$

$$fa= 2,62 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo de corte unitario (fv):

$$F=54\,791,84 \text{ kg}$$

$$fv=(F)/(b*t)$$

$$fv= 3,90 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo del esfuerzo flexionante (fb):

$$M= 156\,033,72 \text{ kg*m}$$

$$fb=(6*M*100)/(b^2 * t)$$

$$fb= 9,00 \text{ kg/cm}^2$$

- Valores calculados con anterioridad:

$$Fa=FA = 6,32 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fb= 11,55 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fv= 1,25 \text{ kg/cm}^2$$

$$fb= (1,33-(fa/Fa))*Fb$$

$$fb= 10,58 \text{ kg/cm}^2$$

- Relación modular:

$$E_s = 2\,100\,000 \text{ g/cm}^2$$

$$f'_m = 70 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_m = 750 \cdot f'_m = 52\,500 \text{ kg/cm}^2$$

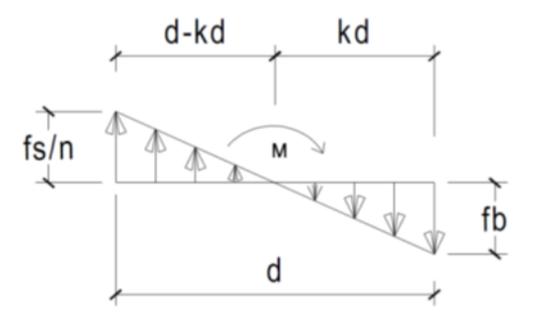
$$f_s = 1\,120 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = E_s / E_m = 40$$

$$f_s / n = 28$$

Por triángulos semejantes se resuelve para k:

Figura 8. **Gráfica de relación modular**



Fuente: AGIES NSE 7.4 p. 13.

$$(f_s/n) / (d-kd) = (f_b/kd)$$

$$K = 0,2624$$

$$j = 1 - (k/3) = 0,9125$$

$$\text{tomando } d = 7,4 \text{ m}$$

$$\text{tomando } d = 740 \text{ cm}$$

- Determinación de acero mínimo:

As mínimo en columnas = $0,0007 \cdot b \cdot h$

As mínimo en soleras = $0,0015 \cdot b \cdot h$

$A_{smin} = 0,0007 \cdot b \cdot h$

b = espesor muro = 19 centímetros

ancho o largo muro = 740 centímetros

$A_{smin} = 9,842 \text{ cm}^2$

- Determinación de acero requerido en columnas:

$A_{srequerido} = (M) / (f_s \cdot j \cdot d)$

M = 156 033,72 kg·m

$f_s = 1\ 120$

$A_{sreq} = 20,69 \text{ cm}^2$

Diseño por corte (soleras):

$A_v = (S \cdot b \cdot f_v) / (F_s)$

b = 19 cm

$F_v = 3,36 \text{ kg/cm}^2$

$F_s = 1\ 120 \text{ kg/cm}^2$

$A_v = S((19 \cdot 6,24) / (1\ 124)) = 0,0661 \text{ cm}^2$

Ahora se propone la separación entre soleras para determinar el área de acero

proponer $S = 100$ cm aproximadamente 5 hiladas

$A_v = (S) \cdot (0,0661) = 6,611$ cm²

3.2.5. Detalles estructurales

En detalles estructurales se encuentra el diseño de viga, zapata y módulo de gradas a requerir en el diseño

- Diseño de viga

$h = \text{de la viga} = L/18,5 = 7,40/18,5 = 0,405$ cms

La base depende de dos criterios:

- $\text{base/peralte} > 0,25 > 0,60$
- $\text{altura} = 2 \text{ base}$

El predimensionamiento de la vida es de $0,40 * 0,20 * 7,40$, se realizó el análisis y sin embargo no cumple los parámetros de diseño, es por ello que se vuelve a predimensionar.

Datos:

$F'_c = 210$ kg/cm²

$F_y = 2800$ kg/cm²

$b = 0,30$

$h = 0,60$

$d = 0,56$

Área tributaria

$$(9,01) (9,01) = 18,02 \text{ m}^2$$

Carga muerta

Wlosa = At * peralte de losa * peso propio concreto / longitud de viga

Wviga = sección de la viga * peso propio concreto

$$\text{C.M.losa} = (18,02 * 0,12 * 2400) / 7,40 = 701,32 \text{ kg}$$

$$\text{C.M.viga} = (0,60 * 0,30) (2400) = \underline{432,00 \text{ kg}}$$

$$1133,32 \text{ kg-m}$$

Carga viva

$$\text{CV} = (200 * 18,02 \text{ kg/m}^2) / 7,40 = 487,02 \text{ kg-m}$$

Carga última

$$\text{CU} = (1,4 * 1133,32) + (1,7 * 487,02)$$

$$\text{CU} = 2410,00 = 2,41 \text{ Ton/m}$$

Calculando momentos

$$W = 2,41 \text{ Ton/m}$$

$$M(-) = ((2410,00 * 7,40^2) / 09) = 14691,62 \text{ Ton-m}$$

$$M(-) = ((2410,00 * 7,40^2) / 11) = 12020,41 \text{ Ton-m}$$

$$M(+)= ((2410,00 * 7,40^2) / 14) = 9444,61 \text{ Ton-m}$$

Acero mínimo

$$A_{smin} = 14,1/f_y * b * d = 14,1/2800 * 30 * 56 = 8,46 \text{ cm}^2$$

Datos:

$$M_u = 14\,691,62 \text{ Ton/m}$$

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

$$F_y = 2\,800 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 0,30 \text{ centímetros}$$

$$d = 0,56 \text{ centímetros}$$

$$A_s = (b * d - \left(\sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * F'_c}} \right) * \frac{0,85 * 210}{F_y})$$

$$A_s = (30 * 56 - \left(\sqrt{(30 * 56)^2 - \frac{14\,691,62 * 30}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800})$$

$$A_s = 10,97 \text{ cm}^2 \text{ momento negativo}$$

$$A_s = 8,88 \text{ cm}^2 \text{ momento negativo}$$

$$A_s = 6,91 \text{ cm}^2 \text{ momento positivo}$$

Acero máximo:

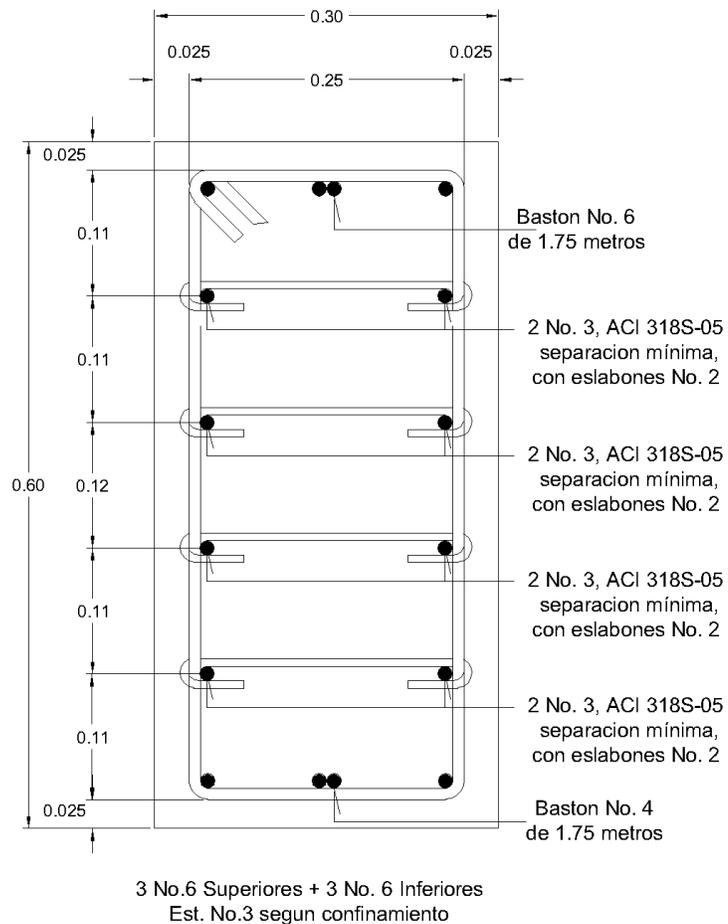
$$A_{smax} = 31,23 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento de estribos

$$S = d/2$$

S= 56/2 = 28 cm es el espaciamiento de los estribos se colocará a 20 centímetros.

Figura 9. Detalle de viga V-1



DETALLE DE VIGA 1

ESCALA 1/5

Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD Civil 3d 2014.

Analizando el corte de la viga

$$V = WL/2 = 2\,414,62 * 7,40 / 2 = 8\,934,09 \text{ kg}$$

$$V_{cm} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 30 * 56 = 10\,967,65 \text{ kg}$$

El confinamiento de la viga será de 0,25 cm los 7,00 metros, utilizando acero No. 3 para los estribos.

- Diseño de viga entrepiso

Datos:

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

$$F_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 0,30$$

$$h = 0,60$$

$$d = 0,56$$

Área tributaria

$$(9,01) (9,01) = 18,02 \text{ m}^2$$

Carga muerta

$W_{losa} = A_t * \text{peralte de losa} * \text{peso propio concreto} / \text{longitud de viga}$

$W_{viga} = \text{sección de la viga} * \text{peso propio concreto}$

$$C.M.losa = (18,02 * 0,12 * 2\ 400) / 7,40 = 701,32 \text{ kg}$$

$$C.M.viga = (0,60 * 0,30) (2\ 400) = \underline{432,00 \text{ kg}}$$

$$1\ 133,32 \text{ kg-m}$$

Carga viva

$$CV = (350 * 18,02 \text{ kg/m}^2) / 7,40 = 1\ 217,56 \text{ kg-m}$$

Carga última

$$CU = (1,4 * 1\ 133,32) + (1,7 * 1\ 217,56)$$

$$CU = 3\ 656,60 = 3,65 \text{ Ton/m}$$

Calculando momentos

$$M (-) = ((3\ 656,60 * 7,40^2) / 09) = 22\ 248,38 \text{ Ton/m}$$

$$M (-) = ((3\ 656,60 * 7,40^2) / 11) = 18\ 203,22 \text{ Ton/m}$$

$$M (+) = ((3\ 656,60 * 7,40^2) / 14) = 14\ 302,52 \text{ Ton/m}$$

Acero mínimo

$$A_{smin} = 14,1 / f_y * b * d = 14,1 / 2800 * 30 * 56 = 8,46 \text{ cm}^2$$

Datos:

$$M_u = 22\ 248,38 \text{ Ton/m}$$

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

$$F_y = 2\ 800 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 0,30 \text{ centímetros}$$

$$d = 0,56 \text{ centímetro}$$

$$A_s = (b * d - \left(\sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * F'_c}} \right) * \frac{0,85 * 210}{F_y}$$

$$A_s = (30 * 56 - \left(\sqrt{(30 * 56)^2 - \frac{22\,248,38 * 30}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800}$$

$$A_s = (30 * 56 - \left(\sqrt{(30 * 56)^2 - \frac{18\,203,22 * 30}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800}$$

$$A_s = (30 * 56 - \left(\sqrt{(30 * 56)^2 - \frac{14\,302,52 * 30}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800}$$

$A_s = 17,14 \text{ cm}^2$ momento negativo

$A_s = 13,79 \text{ cm}^2$ momento negativo

$A_s = 10,67 \text{ cm}^2$ momento positivo

Acero máximo:

$A_{smax} = 31,23 \text{ cm}^2$

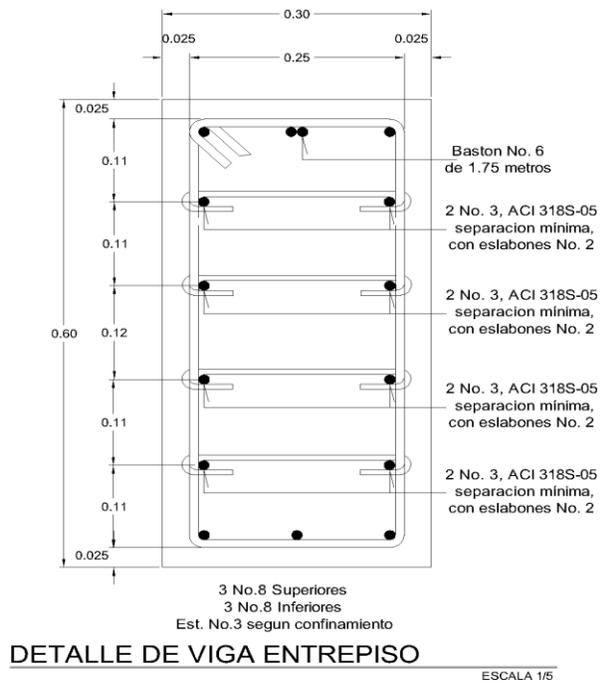
Espaciamiento de estribos

$S = d/2$

$S = 56/2 = 28 \text{ cm}$ es el espaciamento de los estribos

La separación de los estribos será de 20 centímetros, en la distancia en donde no se confinará

Figura 10. Detalle de viga entrepiso



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD Civil 3D 2014.

Analizando el corte de la viga

$$V = WL/2 = 3\,656,50 \cdot 7,40 / 2 = 13\,529,05 \text{ kg}$$

$$V_{cm} = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{210} \cdot 30 \cdot 56 = 10\,967,65 \text{ kg}$$

$$X' = V_{cm}(L/2) / V$$

$$X' = 10\,967,65 \cdot 3,7 / 13\,529,05 \text{ kg}$$

$$X' = 2,99 \text{ metros}$$

$$X = 3,70 - 2,99 = 0,70 \text{ centímetros que se debe confinar}$$

$$S = (2\Delta v \cdot f_y \cdot d) / V$$

$$S = 16,46$$

$$S = 0,15 \text{ centímetros}$$

El confinamiento de la viga será de 0,15 cm en los 0,75 metros y la armadura interior, quedará de 0,25 utilizando acero No. 3 para los estribos.

- Diseño de cimiento corrido

El cimiento corrido soportara el peso total de la estructura, se diseña utilizando las Normas ACI 318S-05 y AGIES NSE 2-10 del capítulo 9-1 lineamientos para diseño de cimentación:

Datos:

$$\gamma_c = 2,4 \text{ ton/m}^2$$

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

$$f_y = 2\,800 \text{ kg/cm}^2$$

$$t = 0,25 \text{ centímetros}$$

$$F_{cu} = 1,50$$

$$\gamma_s = 1,25 \text{ ton/m}$$

$$q_{adm} = 12,38 \text{ ton/m}^2$$

Carga que soporta el cimiento corrido

$$W_u = \frac{W_{edificio}}{L_{total}} = \text{ton/m}$$

$$W_u = \frac{246,18}{50,20} = 4,90 \text{ ton/m}$$

Donde:

- W_u = peso que soportara el cimiento

- W_{edificio} = peso del edificio
- L_{total} = longitud total de muros

Carga de trabajo

$$W_t = \frac{W_u}{F_{cu}} = \text{ton/m}$$

$$W_t = \frac{4,90}{1,50} = 3.26 \text{ ton/m}$$

Presión actuante (q_{act})

$$P_{\text{total}} = W_t + W_{\text{suelo}} + W_{\text{cimiento}}$$

$$P_{\text{total}} = 3,26 + (1,25 * 0,8 * 0,60 * 1) + (2,4 * 0,60 * 0,25 * 1) = 4,22 \text{ Ton}$$

$$q_{\text{act}} = \frac{P_{\text{total}}}{\text{Area}} = \frac{4,22}{0,6 * 1} = 7,03 \text{ ton/m}^2$$

Con el análisis es demostramos que es factible la construcción del edificio con el cimiento corrido calculado, pues la presión que este ejerce sobre el suelo es menor a la capacidad del suelo.

$$q_{\text{act}} < q_{\text{adm}}$$

$$7,03 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} < 12,38 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Para el cálculo del espesor del cimiento corrido, se procede a calcular la presión de diseño última.

$$q \text{ dis última} = F_{cu} * q \text{ dis}$$

Donde:

- F_u = es el factor de carga última este dato se encuentra entre 1 a 1,5.
- $q \text{ dis} = q \text{ actuante}$

$$q \text{ dis última} = 1,5 * 7,03 = 10,55 \text{ ton/m}^2$$

Peralte

$$d = t - \text{rec} - \phi/2$$

$$d = 25 - 7,5 - 0,96/2 = 17 \text{ centímetros}$$

Chequeo por corte

$$x = (((0,60 - 0,20) / 2) - 0,17) = 0,03 \text{ m}$$

$$V_{act} = q_{dis} * x$$

$$V_{act} = 10,36 * 0,20 = 2,072$$

$$V_r = 0,53 * 0,85 * \sqrt{f_c} * b * d$$

$$V_r = 0,53 * 0,85 * \sqrt{210} * 100 * 17$$

$$V_r = 11,09 \text{ ton}$$

Si cumple pues el $V_{act} < V_r$

El cortante actuante es menor que el corte resistente, esto da la seguridad que el espesor del cimiento es capaz de soportar las cargas que se aplican.

Diseño por flexión

$$L = (0,60 - 0,20)/2 = 0,20 \text{ centímetros}$$

Momento

$$M = WL^2/2$$

$$M = (10,36 * (0,20)^2) / 2 = 0,2072 \text{ ton/m}$$

$$M = 207,20 \text{ kg/m}$$

Área de acero requerida

$$Asq = (b * d - \left(\sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * F'c}} \right) * \frac{0,85 * 210}{Fy}$$

$$Asq = (100 * 17 - \left(\sqrt{(100 * 17)^2 - \frac{207,20 * 100}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800}$$

$$Asq = 0,45 \text{ cm}^2$$

Acero mínimo

$$As_{min} = (14,1/2800) * b * d =$$

$$As_{min} = (14,1/2800) * 100 * 12 = 6.02 \text{ cm}^2$$

Calculando S

$$6,02 \text{ --- } 100$$

$$0,71 \text{ --- } x$$

$x = s = a$ 11,76 centímetros, el espaciamiento de los eslabones será de 0,10 centímetros con un diámetro # 3.

Acero por temperatura

$$As_{temperatura} = 0,002 * b * t$$

$$As_{temperatura} = 0,002 * 60 \text{ cm} * 25 \text{ cm} = 3,0 \text{ cm}^2$$

El área de acero para temperatura será armada con 4 varillas # 3.

- Diseño de módulo de gradas

Número de escalones

$$h/c = 3,50 \text{ m} / 0,18 \text{ m} = 20 \text{ gradas}$$

Se diseñará un módulo de 8 gradas y el descanso será de 4 gradas para cubrir la altura requerida.

Número de huellas = 8

Contra huella = $2,45 / 8 = 0,30$ m

Huella = 18 centímetros

Contra huella = 30 centímetros

- Integración de cargas

Peso propio de la escalera = peso del concreto (espesor + contrahuella / 2)

Peso propio de la escalera = $2\,400 \text{ kg/m}^3$ ($0,12 * 0,18/2$)

Peso propio de la escalera = 504 kg/m^3

Acabados = 100 kg/m^3

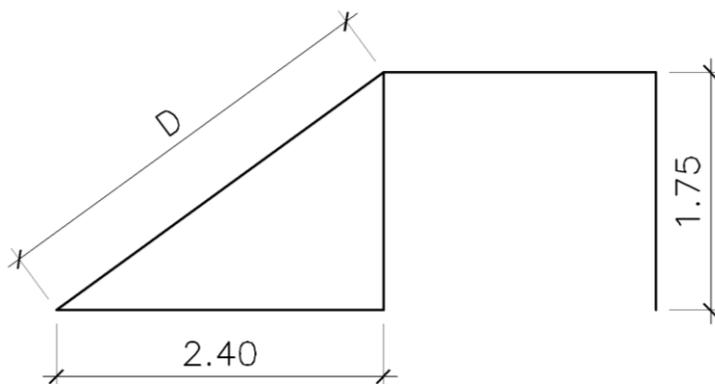
CM = 604 kg/m^3

CV = 500 kg/m^3

CU = $1,4 (604 \text{ kg/m}^3) + 1,7 (500 \text{ kg/cm}^3)$

CU = $1\,695,60 \text{ kg/m}^2$

Figura 11. Esquema de triángulos semejantes para módulo de gradas



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD CIVIL 3D 2014.

$$d = \sqrt{2,45^2 + 1,75^2}$$

$$d = 3 \text{ metros}$$

$$M(+) = WL^2/9$$

$$M(-) = WL^2/14$$

$$M(+) = 1\,695,6(3)^2/9 = 1\,695,6 \text{ kg/m}$$

$$M(-) = 1\,695,6(3)^2/14 = 1\,090,03 \text{ kg/m}$$

Acero mínimo

$$A_{smin} = 14,1/2800 * b * d$$

$$A_{smin} = 14,1/2800 * 100 * 9,5 = 4,78 \text{ cm}^2$$

Acero máximo

$$A_{smin} = 0,5 * \rho_b * b * d$$

$$A_{smin} = 0,5 * 0,036 * 100 * 9,5 = 17,1 \text{ cm}^2$$

$$A_s = (b * d - \left(\sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * F'_c}} \right) * \frac{0,85 * 210}{F_y}$$

$$A_s = (100 * 9,5 - \left(\sqrt{(100 * 9,5)^2 - \frac{1\,695,6 * 100}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800}$$

$$A_{s(+)} = 7,55 \text{ cm}^2$$

$$A_s = (b * d - \left(\sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * F'_c}} \right) * \frac{0,85 * 210}{F_y}$$

$$A_s = (100 * 9,5 - \left(\sqrt{(100 * 9,5)^2 - \frac{1\,090,03 * 100}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800}$$

$$A_s(-) = 4,74 \text{ cm}^2$$

Se propone varilla #4,

$$7,55 \text{ --- --- --- --- } 1$$

$$1,27 \text{ --- --- --- --- } x$$

Donde el espaciamiento que de 30 centímetros, para tensiones y rieles.

- Acero por temperatura

$$\text{Acero por temperatura} = 0,002 * b * t$$

$$\text{Acero por temperatura} = 0,002 * 100 * 12 = 2,4 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ requerido} = 2,4 \text{ cm}^2$$

$$2,40 \text{ --- --- --- --- } 1$$

$$0,71 \text{ --- --- --- --- } x$$

$x = s = a$ 29,00 centímetros en donde el espaciamiento será de 0,30 centímetros pues cumplimos con el momento y así tendremos simetría en el armado

3.2.6. Diseño de losa

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como entrepisos para transmitir cargas verticales o como diafragmas para transmitir cargas horizontales. Por el espesor, pueden dividirse en planas ($0,09 < t < 0,15$) y nervuradas ($t > 0,15$). (Diseño de estructura de concreto ARTHUR H. NILSON y ACI 1963).

$$\text{Relacion losa} = a/b = 3,60/3,60 = 1$$

$$\text{Peralte} = t = p/180 = 14,4/180 = 0,08$$

12 centímetros es el peralte que se trabajara pues es una edificio en donde existirán demasiadas vibraciones.

Integración de cargas

$$\text{C.M.} = \text{peso de concreto} * t$$

$$\text{C.M.} = 2400 \text{ kg/m}^2 * 0,12 \text{ m}^2$$

$$\text{C.M.} = 288 \text{ kg-m}$$

$$\text{C.V.} = 500 \text{ kg-m}$$

$$\text{C.U.} = 1,4(288) + 1,7(500) = 1253,20 \text{ kg-m}$$

Momentos positivos y negativos para losas en dos sentidos, utilizando el caso 4 del método 3.

Donde $W = \text{carga muerta} + \text{carga viva}$

$$M_a (-) = C_a W L^2 a$$

$$M_a (-) = 0,050 (1\ 253,20) (3,60)^2 = 812,07 \text{ kg-m}$$

$$M_b (-) = 0,050 (1\ 253,20) (3,60)^2 = 812,07 \text{ kg-m}$$

Coefficientes para momentos + para cargas muertas, caso 4 del método 3.

$$a = 0,027$$

$$b = 0,027$$

$$M_a (+) = C_a W L^2 a$$

$$M_b (+) = C_a W L^2 b =$$

$$M_a (+) = 0,027 * 403,20 * (3,60)^2 = 141,08 \text{ kg-m}$$

$$M_b (+) = 0,027 * 403,20 * (3,60)^2 = 141,08 \text{ kg-m}$$

Coefficientes para momentos + en losas cargas vivas, caso 4 método 3.

$$a = 0,032$$

$$b = 0,032$$

$$M_a (+) = C_a W L^2 a$$

$$M_b (+) = C_a W L^2 b =$$

$$M_a (+) = 0,032 * 850,00 * (3,60)^2 = 352,512 \text{ kg-m}$$

$$M_b (+) = 0,032 * 850,00 * (3,60)^2 = 352,512 \text{ kg-m}$$

Coeficientes para momentos - en losas donde W = carga muerta y viva uniforme, caso 8 método 3.

$$a = 0,033$$

$$b = 0,061$$

$$M_a (-) = C_a W L^2 a$$

$$M_b (-) = C_b W L^2 b =$$

$$M_a (-) = 0,033 * 1\,253,00 * (3,60)^2 = 535,96 \text{ kg-m}$$

$$M_b (-) = 0,061 * 1\,253,00 * (3,60)^2 = 990,73 \text{ kg-m}$$

Coeficientes para momentos + en losas cargas muerta, caso 8 método 3.

$$a = 0,020$$

$$b = 0,023$$

$$M_a (+) = C_a W L^2 a$$

$$M_b (+) = C_b W L^2 b =$$

$$M_a (+) = 0,020 * 403,20 * (3,60)^2 = 104,50 \text{ kg-m}$$

$$M_b (+) = 0,023 * 403,20 * (3,60)^2 = 120,18 \text{ kg-m}$$

Coeficientes para momentos + en losas cargas vivas, caso 8 método 3.

$$a = 0,028$$

$$b = 0,030$$

$$M_a (+) = C_a W L^2 a$$

$$M_b (+) = C_b W L^2 b =$$

$$M_a (+) = 0,028 * 850 * (3,60)^2 = 308,48 \text{ kg-m}$$

$$M_b (+) = 0,030 * 850 * (3,60)^2 = 330,48 \text{ kg-m}$$

Balanceando los momentos por el método de rigideces.

$$K_a = 1/L$$

$$K_b = 1/L$$

$$K_a = 1/3,60 = 0,277$$

$$K_b = 1/3,60 = 0,277$$

$$D_1 = K_a / K_a + K_b = 0,50$$

$$B_{al} = M_{mayor} - (M_{mayor} - M_{menor}) * D_1$$

$$B_{al} = 990,73 - ((990,73 - 812,07) * 0,50) = 901,40 \text{ kg-m}$$

Armado de losa

$$M(-) = 990,73 \text{ kg-m}$$

$$M(+) = 330,48 \text{ Kg-m}$$

$$D = t - \text{recubrimiento}$$

$$D = 12 - 2,5 = 9,5 \text{ centímetros}$$

Acero mínimo

$$A_{smin} = 14,1/2800 * b * d$$

$$A_{smin} = 14,1/2800 * 100 * 9,5 = 4,78 \text{ cm}^2$$

$$A_s = (b * d - \left(\sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * F'c}} \right) * \frac{0,85 * 210}{F_y}$$

$$A_s = (100 * 9,5 - \left(\sqrt{(100 * 9,5)^2 - \frac{990,73 * 100}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800}$$

As requerido = 4,27 cm²

$$4,27 - - - - - 1$$

$$0,71 - - - - - x$$

x = s = a 0,16 centímetros en donde el espaciamiento será de 0,15 centímetros.

Acero para bastones

$$4,27 - - - - - 1$$

$$1,27 - - - - - x$$

x = s = a 0,30 centímetros en donde el espaciamiento será de 0,30 centímetros.

Acero para tensiones

$$A_s = (b * d - \left(\sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * F'c}} \right) * \frac{0,85 * 210}{F_y}$$

$$A_s = (100 * 9,5 - \left(\sqrt{(100 * 9,5)^2 - \frac{330,48 * 100}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2800}$$

As requerido = 1,39 cm²

$$1,39 - - - - - 1$$

$$0,71 - - - - - x$$

x = s = a 51,00 centímetros en donde el espaciamiento será de 0,30 centímetros, pues se cumple con el momento y así se tendrá simetría en el armado.

Chequeo por corte

$$V_{res} > V_{max}$$

V_{res} > V_{max} (aumentar el espesor de la losa)

$$V_{max} = 1\ 253,2\ 0 * 3,60 / 2 = 2\ 255,76\ kg$$

$$V_{rest} = 0,53 * 0,85 * 100 * 9,5 (\sqrt{210}) = 6\ 201,95\ kg$$

$V_{res} > V_{max}$

6 201 ,95 kg > 2 255,76 kg si cumple el peralte

Acero por temperatura

Acero por temperatura = $0,002 * b * t$

Acero por temperatura = $0,002 * 100 * 12 = 2,4 \text{ cm}^2$

As requerido = $2,4 \text{ cm}^2$

2,40 — — — — — 1

0,71 — — — — — x

$x = s = a$ 29,00 centímetros en donde el espaciamiento será de 0,30 centímetros pues se cumple con el momento y así se tendrá simetría en el armado.

3.2.7. Diseño de instalaciones

- Diseño eléctrico

Se utiliza el método del índice local, el cual se basa en la clasificación de los ambientes de acuerdo a factores de reflexión en techos y pared.

Todo el diseño se basa en:

- Criterios normativa para el diseño arquitectónico de centros Educativos oficiales, del Ministerio de Educación (MINEDUC).
- Empresa Eléctrica de Guatemala (manual)

Tabla XXXI. Luxes por ambiente

AMBIENTES	LUXES POR AMBIENTE
AULAS	400
PASILLOS	50
GRADAS	100

Fuente: elaboración propia.

Tipo de iluminación: fluorescente, directa.

Factor de mantenimiento: 0,7

Coefficiente de uso: 0,6

- Diseño de lúmenes por aula

Lumenes aulas = 400 luxes (7,40 * 7,40) / (0,7 * 0,6) = 52 152,38 lumenes

de lámparas = 52 152,38 / 3 000,00 = 15 ,55 lamparas

Se utilizarán 4 lamparas de 4 * 40 watt, con una intensidad lumínica de 12,000 lumenes

$$I = P/V$$

Donde:

I = corriente

P = potencia

V = voltaje

4 lamparas * 40 watt = 160 watt / 120 V = 1,33 amperios

1,33 amperios * 4 = 5,32 amperios a utilizar para cada aula.

- Diseño de lúmenes por pasillo

Lumenes pasillo = 50 luxes (2 * 14,80) / (0,7 * 0,6) = 3 523,80 lumenes

de lámparas = 3 523,80 / 3 000,00 = 1,17 lámparas

Se utilizarán 3 lámparas de 1 * 40 watt, con una intensidad lumínica de 3 000, 00 lumenes

$$I = P/V$$

Donde:

I = corriente

P = potencia

V = voltaje

1 lámparas * 40 watt = 40 watt / 120 V = 0,33 amperios

0,33 amperios * 3 = 1,00 amperios a utilizar por pasillo.

- Diseño de lúmenes por módulo de gradas

Lumenes pasillo = 100 luxes (4 * 3,40) / (0,7 * 0,6) = 3 238, 09 lumenes

de lámparas = 3 238,09/ 3 000,00 = 1,07 lámparas

Se utilizarán 2 lámparas de 4 * 40 watt, con una intensidad lumínica de 3 000, 00 lumenes cada uno.

$$I = P/V$$

Donde:

I = corriente

P = potencia

V = voltaje

4 lamparas * 40 watt = 160 watt / 120 V = 1,33 amperios

1,33 amperios * 2 = 2,66 amperios a utilizar para el módulo de gradas.

- Fuerza

Para el diseño de fuerza se asignará una carga a cada tomacorriente para que luego se defina la capacidad de trabajo para calcular el calibre del cable eléctrico a utilizar.

Se propone para cada aula 3 tomacorrientes.

Cálculo

Potencia = 3 tomacorrientes * 20 watt

$$I = P/V$$

Donde:

I = corriente

P = potencia

V = voltaje

$$I = \frac{600}{120} = 5 \text{ amperios}$$

Se utilizará calibre #10 para línea viva y #12 para línea muerta.

- Cálculo de drenaje pluvial

Determinación del caudal pluvial

Para la determinación del caudal pluvial se utilizó el Método Racional, cuya fórmula general es la siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal en m³/seg.

C = es la relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída.

I = intensidad de lluvia en mm/hr.

A = área en hectáreas.

Intensidad de lluvia es el espesor de lámina de agua caída por unidad de tiempo; suponiendo que el agua permanece en el sitio donde cayó. Se mide en mm/hr.

Para el presente trabajo se utilizó la intensidad de lluvia correspondiente a la estación de Suchitepéquez, del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología e Hidrología (INSIVUMEH).

La intensidad de lluvia con una probabilidad de ocurrencia de 5 años es:

$$I = \frac{1530}{t + 32}$$

Donde:

I = intensidad de lluvia

t = tiempo de concentración

Tiempo de concentración es el tiempo que emplea el agua superficial para descender desde el punto más remoto de la cuenca hasta la sección en estudio.

El tiempo de concentración en minutos se calculará de la siguiente manera:

- Para tramos iniciales, el tiempo de concentración será igual al tiempo de entrada y se estimará en 12 minutos.
- En tramos consecutivos, el tiempo de concentración se estimará con la siguiente fórmula:

$$t_c = (t_n - 1) + \frac{L}{60(V_n - 1)}$$

En la cual:

t_n = tiempo de concentración hasta el tramo considerado.

t_{n-1} = tiempo de concentración hasta el tramo anterior.

L = longitud del tramo anterior.

V_{n-1} = velocidad a sección llena en el tramo anterior.

Cuando en un punto son concurrentes dos o más ramales, t_{n-1} se tomará igual al del ramal que tenga mayor tiempo de concentración.

El área tributaria de un tramo será la suma de su área más las áreas tributarias de los tramos anteriores.

Coeficiente de escorrentía

Es el porcentaje del agua total llovida tomada en consideración, puesto que no todo el volumen de precipitación pluvial drena por medio de la alcantarilla natural o artificial. Esto se debe a la evaporación, infiltración, detención en oquedades del suelo, etc. Por lo que existirá diferente coeficiente para cada tipo de terreno, el cual será mayor cuando más impermeable sea la superficie.

El coeficiente de escorrentía se calculará de la siguiente manera:

$$C = \frac{\sum(c * a)}{\sum a}$$

Donde:

c = coeficiente de escorrentía de cada una de las áreas parciales

a = áreas parciales

C = coeficiente de escorrentía promedio del área drenada

Valores de c para superficies

	Min.	Máx.	Adoptado
• Techos impermeables	0,70	0,95	0,75
• Pavimentos en buen estado	0,85	0,90	0,85
• Superficies sin pavimentos	0,10	0,30	0,17

Cálculo del coeficiente de escorrentía promedio

Áreas de diferentes superficies:

• Calles sin revestimiento	1,28 Ha.
• Área techada (150 m ² /casa)	1,50 Ha.
• Áreas no cubiertas (150 m ² /casa)	1,50 Ha

Así tenemos:

$$C = \frac{6(0.80 \times 532.8)}{3196.8} = 0.80$$

Cálculo de un tramo del sistema de drenaje pluvial

Pendiente a utilizar 2 %

Cálculo del área tributaria

Área tributaria = 0,1066 Ha

Tiempo de concentración

Tc = 12 min.

Intensidad de lluvia

$$I = \frac{4430}{12+32,8} = 98,88 \text{ mm/hr}$$

Caudal de diseño

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$Q = (0.85 \times 98,88 \times 0.00547) / 360$$

$$Q = 0,00127 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Calculando el diámetro de tubería

$$\emptyset = ((691\ 000 * Q * \text{rugosidad}) / (s^{1/2}))^{3/8}$$

$$\emptyset = ((691\ 000 * 0,00127 * 0,01) / (0,02^{1/2}))^{3/8}$$

$$\emptyset = 5,32 \text{ cms} = 2,09 \text{ pulgadas}$$

Se concluye que la tubería de bajadas de agua pluvial serán de 4 pulgadas, en donde se demostró que cumple la demanda y se respetó el mínimo de tubería según las Normas del INFOM.

3.2.8. Elaboración de presupuesto

A continuación se presenta el presupuesto del proyecto, se tienen los renglones de trabajo, la unidad de medida, la cantidad que se debe de trabajar el precio unitario y costo por renglón.

Tabla XXXII. Presupuesto escuela colonia Los Almendros

CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO ESCUELA COLONIA LOS ALMENDROS						
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO Q/U	SUB-TOTALES	TOTAL
1	PRELIMINARES					
1.1	Limpieza	350.00	m2	Q 27.49	Q 9,622.57	
1.2	Excavación	345.00	m3	Q 170.34	Q 58,766.39	
1.3	Relleno Estructural	304.71	m3	Q 37.85	Q 11,534.11	
1.4	Trazo y nivelacion	200.80	ml	Q 9.46	Q 1,899.57	
15	Construcción de Bodega	50.00	m2	Q 102.96	Q 5,148.07	Q 86,970.71
2	CIMENTACION					
2.1	Cimiento Corrido	200.80	ml	Q 466.80	Q 93,732.85	Q 93,732.85
3	COLUMNAS					
3.1	Columna C-1	208.00	ml	Q 352.09	Q 73,234.24	
3.2	Columna C-2	224.00	ml	Q 516.58	Q 115,713.97	Q 188,948.21
4	VIGAS					
4.1	V-1	112.00	ml	Q 931.35	Q 104,310.95	
4.2	V-E	112.00	ml	Q 1,152.81	Q 129,114.97	Q 233,425.92
5	LOSA					
5.1	Losa Primer Nivel y Segundo Nivel	432.16	m2	Q 652.93	Q 282,172.37	
5.2	Losa Primer Nivel y Segundo Nivel (pasillo)	58.4	m2	Q 801.24	Q 46,792.29	Q 328,964.66
6	LEVANTADO DE MUROS DE BLOCK					
6.1	Levantado de block 0.19 x 0.19 x 0.39	1606.40	m2	Q 180.29	Q 289,622.41	
6.3	Solera Hidrofuga	200.80	ml	Q 177.93	Q 35,728.20	
6.4	Solera Intermedia	200.80	ml	Q 177.93	Q 35,728.20	
6.5	Solera Final	200.80	ml	Q 177.93	Q 35,728.20	Q 396,807.00
7	ACABADOS					
7.1	Piso de Granito	490.00	m2	Q 192.85	Q 94,495.46	Q 94,495.46
8	PUERTAS Y VENTANAS					
8.1	Ventana V-1	72.52	m2	Q 158.04	Q 11,460.99	
8.2	Puerta P-1	8.00	U	Q 657.44	Q 5,259.54	
8.3	Barandal modulo 1 y modulo 2	1.00	U	Q 7,405.82	Q 7,405.82	Q 24,126.35

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla XXXII.

9	INSTALACIONES HIDRAULICAS	1.00	Global	Q	15,346.44	Q	15,346.44	Q	15,346.44
10	INSTALACIONES DE ILUMINACION	1.00	Global	Q	27,059.37	Q	27,059.37	Q	27,059.37
11	INSTALACION DE FUERZA	1.00	Global	Q	8,560.60	Q	8,560.60	Q	8,560.60
12	MÓDULO DE GRADAS								
12.1	Modulo de Gradass	1.00	global	Q	85,161.57	Q	85,161.57	Q	85,161.57
								TOTAL DE LA OBRA	Q 1,583,599.13

Fuente: elaboración propia.

3.2.9. Evaluación de Impacto Ambiental

Toda obra civil trae consigo implícitamente una variedad de factores que pueden afectar, distorsionar, degradar o producir deterioro a los recursos naturales renovables, no renovables, ambiente introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional. Será necesario previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la comisión de medio ambiente respectiva.

Es un proceso de análisis que pronostica los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas permitiendo seleccionar a las alternativas que maximicen los benéficos y minimicen los impactos adversos.

Tiene como propósito fundamental detectar todas las consecuencias significativas, benéficas y adversas de una acción propuesta para que quienes

toman decisiones cuenten con elementos científico-técnicos que les apoyen para determinar la mejor opción.

De los proyectos o actividades que ingresan al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y el análisis para determinar si, requerirán la elaboración de un estudio de Impacto Ambiental, si generarán o presentarán algunos de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteraciones significativas de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.
- Localización cercana a localidad, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, históricos y en general los pertenecientes al patrimonio cultural.

Tabla XXXIII. **Matriz de Leopold de la escuela Los Almendros**

ELEMENTOS AMBIENTALES	Etapa de Construccion			Etapa de Funcionamiento		
	A	B	N	A	B	N
I. MEDIO AMBIENTE						
1. Tierras						
a. Topografia			*			
b. Suelo	-			-		
c. Erosion y sedimentacion			*			*
2. Microclima			*			*
3. Agua						
a. Rios						
b. Aguas Subterranas						
c. Calidad de aguas						
4. Ecosistema						
a. Flora						
-Vegetacion Natural	-		*	-		
-Cultivos	-			-		
b. Fauna						
-Mamiferos y aves						
-Peces organismos acuaticos						
a. Biodiversidad						
-Peligro de Extincion						
-Especies migratorias						
5. Desastres Naturales						
II MEDIO AMBIENTE SOCIECONOMICO						
1. Poblacion						
a. Poblacion en peligro						
b. Re-asentamiento						
c. Poblacion migratorias						
2. Uso de Tierra	-		*	-		*
3. Uso del agua						
4. Actividades productivas						
a. Agricultura						
b. Pecuaria						
c. Pesca						
d. Agroindustria						
e. Mercado y comercio						
5. Empleo						
6. Aspectos Culturales						
7. Historia y Arqueologia						
8. Turismo						
III PROBLEMAS AMBIENTALES						*
1. Contaminacion del aire			*			
2. Contaminacion del agua						
3. Contaminacion del suelo	-					
4. Ruido y Vibracion	-		*			
5. Hundimientos del suelo						
6. Mal Olor						

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El sistema de alcantarillado sanitario se realiza con material de PVC de 6" y pozos de visita de ladrillo tayuyo, la construcción fortalecerá el saneamiento ambiental, evitando que se generen enfermedades futuras en la población, la longitud del colector es de 3 874,50 metros, los habitantes a beneficiar son 2 222 actual y 4 537 a futuro, el costo del proyecto será de Q5 452 844,38 (cinco millones cuatrocientos cincuenta y dos mil ochocientos cuarenta y cuatro con treinta y ocho centavos).
2. La ampliación de la escuela Los Almendros, se diseñó con sistema de mampostería confinada, evaluando todas las condiciones existentes en el lugar, como clima, viento, sismo y poder garantizar la calidad del funcionamiento, el área a construir es de 299,48 m², 8 salones con el respectivo módulo de gradas.
3. El Ejercicio Profesional Supervisado, se realizó en el Departamento de Obras de la Municipalidad de Mazatenango, Suchitepéquez, consiste en proponer soluciones con diseños, basados en normas y parámetros que cumplan con las necesidades existentes de la población, la cual surgen del diagnóstico de servicios básicos e infraestructura.

RECOMENDACIONES

1. La construcción de los dos proyectos deberá ser supervisada por personal altamente calificado, para cumplir las especificaciones de los mismos y así poder garantizar la función y el tiempo de durabilidad para los mismos.
2. Impartir una inducción a los habitantes de la colonia, para el mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado sanitario y evitar desechos sólidos en tuberías y que el colector no cumpla con el funcionamiento correcto.
3. Al momento de realizar el corte de plataformas se tendrá una altura de 2,00 metros de diferencia de niveles, esta deberá realizarse con un ángulo a 45 grados y evitar derrumbes.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete*: ACI 318-2008. California: ACI, 2008. 518 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. Nr. *Normas estructurales de diseño recomendadas para la república de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 457 p.
3. CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniería sanitaria*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1989. 135 p.
4. Fondo de Hipotecas Aseguras, *Norma de planificación y construcción para casos proyectados*. Guatemala: FHA, 1994. 40 p.
5. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 31 p.
6. JAMES, E. Amhein, *Guía informativa para mampostería reforzada con lechada*. Guatemala: Bloteca, 1994. 145 p.
7. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 722 p.

8. RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 178 p.

APÉNDICES

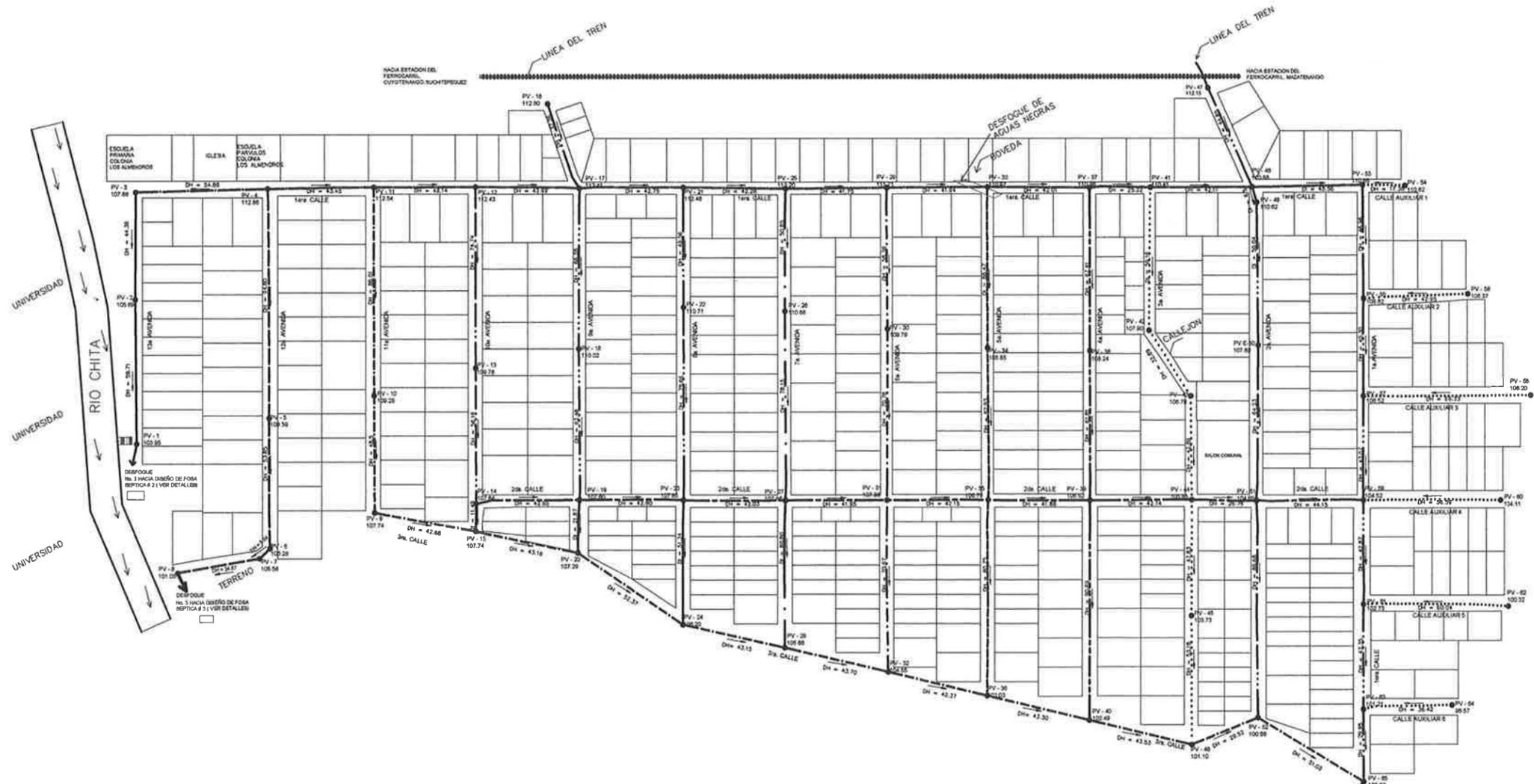
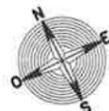
Planos del sistema de alcantarillado sanitario para colonia Los Almendros, Mazatenango, Suchitepéquez.

- Plano 1, planta conjunto
- Plano 2, planta - perfil
- Plano 3, planta - perfil
- Plano 4, planta - perfil
- Plano 5, planta - perfil
- Plano 6, planta - perfil
- Plano 7, detalle de pozo
- Plano 8, detalle de pozo con disipador
- Plano 9, planta y corte de fosa séptica
- Plano 10, detalles estructurales de fosa séptica

Planos de la escuela para la colonia Los Almendros, Mazatenango, Suchitepéquez.

- Plano 1, curvas de nivel
- Plano 2, planta amueblada
- Plano 3, planta acotada
- Plano 4, secciones y elevaciones
- Plano 5, planta acabados
- Plano 6, planta de losa
- Plano 7, Detalles de vigas
- Plano 8, planta de cimentación y detalles

- Plano 9, planta de iluminación
- Plano 10, planta de fuerza
- Plano 11, planta de drenaje pluvial



PLANTA CONJUNTO

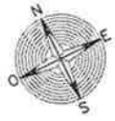
ESCALA 1/1000

NOMENCLATURA

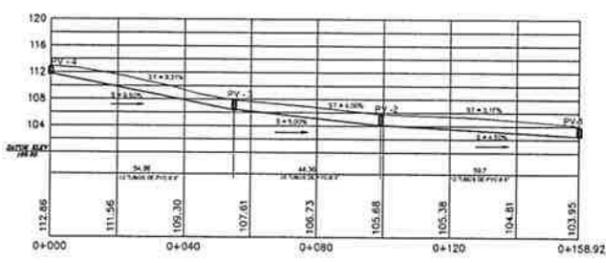
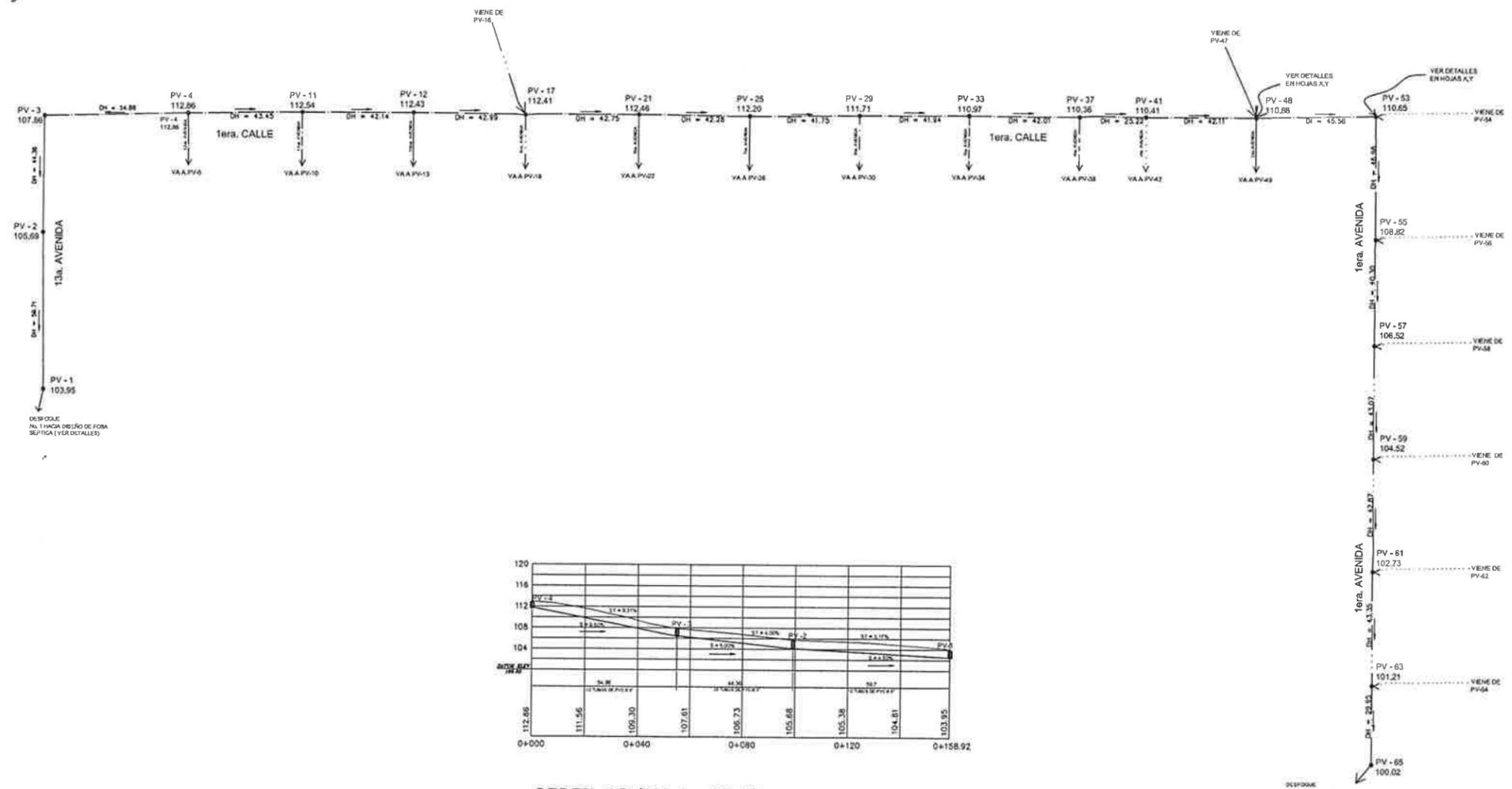
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	POZO DE VISITA
—○—	RAMAL DE DRENAJE
□	VIVIENDAS
PV-1	POZO DE VISITA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
E-1	ESTACIÓN TOPOGRAFICA
————	1ERA. CALLE
-----	2da. CALLE
-----	3era. CALLE
-----	1a. AVENIDA
-----	2a. AVENIDA
-----	3a. AVENIDA
-----	4a. AVENIDA
-----	5a. AVENIDA
-----	6a. AVENIDA
-----	7a. AVENIDA
-----	8a. AVENIDA
-----	9a. AVENIDA
-----	10a. AVENIDA
-----	11a. AVENIDA
-----	12a. AVENIDA
-----	13a. AVENIDA
-----	CALLE AUXILIAR 1,2,3,4,5,6.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA EN CIVIL
 ESPECIALIDAD EN MAZATENCA
 PROYECTO: DISEÑO DE ALCANFARILLOS BANTANOS Y COLONIA ALMENDROS MAZATENCA, EN EL MUNICIPIO DE MAZATENCA, DEPARTAMENTO DE QUICHE.
 CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJE
 DISEÑADO POR: [Firma]
 REVISADO POR: [Firma]
 ESCALA: 1/1000
 FECHA: Septiembre 2013

DE EPS y EPS
 Guatemala



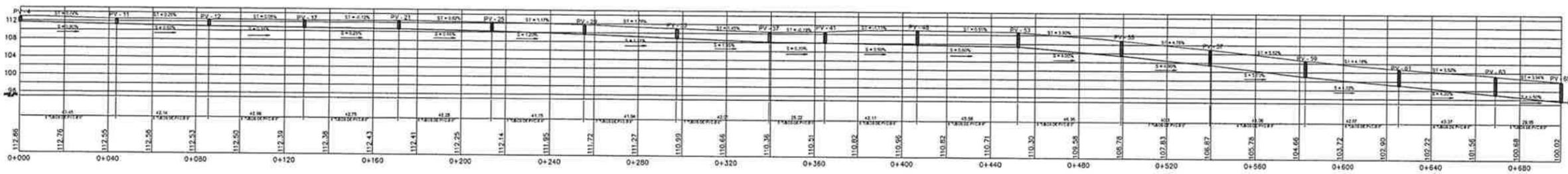
NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	POZO DE VISITA
—	RAMAL DE DRENAL
—	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
—	POZO DE VISITA (PV)
—	TUBERÍA PVC - NORMA ASTM D-3024
PV	POZO DE VISITA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA



PERFIL 13 (PV-4 a PV-1) ESCALA VERTICAL: 1:500 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

DATOS DE POZOS DE VISITA PERFIL PRINCIPAL										
DE	A	COTA DE TERRENO	ØH (m)	Nº. TUBOS	D	ST %	S %	H. POZO	CIS	CIE
11	112.86	112.86	43.45	8.00	8"	0.24	0.30	1.20	111.26	111.26
11	112.54	112.54	42.14	8.00	8"	0.28	0.50	1.30	111.24	111.24
17	112.43	112.43	42.90	8.00	8"	0.05	0.35	1.47	111.23	111.23
17	112.41	112.41	42.75	8.00	8"	-0.10	0.25	1.60	110.77	110.77
21	112.48	112.48	42.38	8.00	8"	0.02	0.85	1.82	110.25	110.25
25	112.25	112.25	43.25	8.00	8"	1.17	1.20	2.00	111.00	111.00
29	111.71	111.71	43.04	7.00	8"	1.78	1.85	2.08	110.23	110.23
33	111.87	111.87	42.31	7.00	8"	1.48	1.55	2.19	110.21	110.21
37	111.25	111.25	42.11	5.00	8"	-0.10	0.20	2.28	109.28	109.28
41	110.41	110.41	42.11	8.00	8"	-1.11	0.50	2.48	109.21	109.21
48	110.08	110.08	42.56	8.00	8"	0.31	0.50	3.21	108.74	108.74
53	110.65	110.65	43.36	8.00	8"	1.95	4.00	3.32	109.3	109.30
57	108.85	108.85	40.30	7.00	8"	0.28	4.50	3.38	108.47	108.47
59	108.21	108.21	43.00	8.00	8"	4.64	4.75	2.89	107.53	107.53
61	104.51	104.51	42.87	8.00	8"	6.18	4.20	2.96	101.58	101.58
63	102.73	102.73	43.35	8.00	8"	3.31	4.20	3.65	99.40	99.40
65	101.21	101.21	43.93	5.00	8"	3.87	7.30	4.18	96.94	96.94
65	100.02	100.02						4.23	95.75	95.75

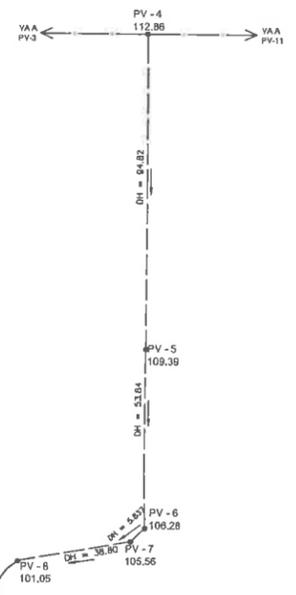
DATOS DE POZOS DE VISITA PERFIL 13										
DE	A	COTA DE TERRENO	ØH (m)	Nº. TUBOS	D	ST %	S %	H. POZO	CIS	CIE
4	3	112.86	54.86	10.00	8"	8.31	9.60	1.20	111.66	111.66
3	2	108.85	44.36	8.00	8"	4.99	5.00	1.81	106.43	106.43
2	1	103.04	38.71	10.00	8"	2.81	3.50	1.50	104.18	104.17
1								1.39	102.36	102.44



PERFIL PRINCIPAL (PV-4 a PV-65) ESCALA VERTICAL: 1:500 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

PLANTA - PERFIL (13va Avenida - 1era. Calle y 1era. Avenida)

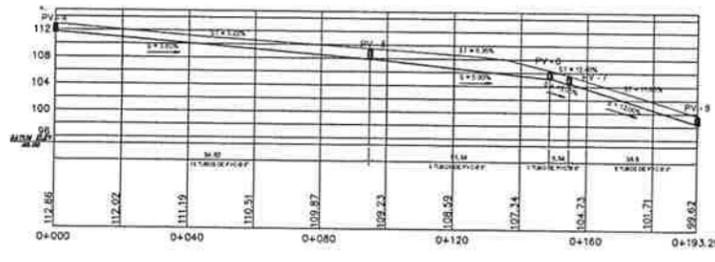
ESCALA VERTICAL: 1:500
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



DESFOQUE No. 2 HACIA DISEÑO DE FOSA SEPTICA (VER DETALLES) HOJA No. 44

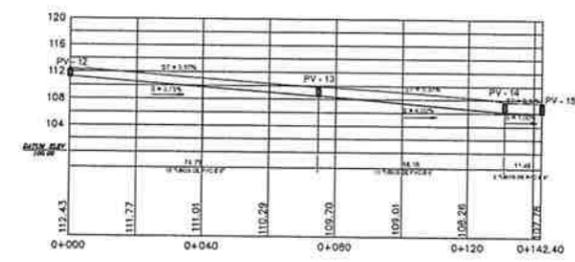


NOMENCLATURA	
Símbolo	Descripción
○	POZO DE VISITA
—	TUBAL DE DRENAL
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
—	POZO DE VISITA (P.V.)
—	FLUJO P.V. NORMA ASTM D-3085
P.V.	POZO DE VISITA
∅	DIÁMETRO DE TUBERÍA



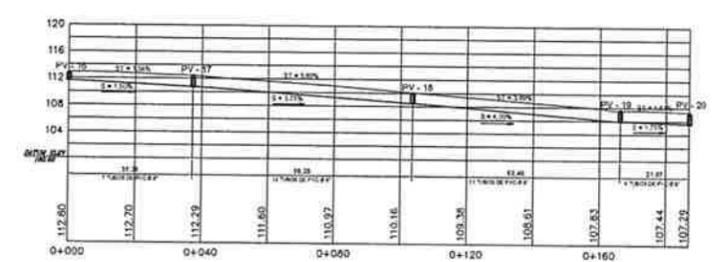
PERFIL 12 (PV-4 a PV-8)

ESCALA VERTICAL: 1:500
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



PERFIL 10 (PV-12 a PV-15)

ESCALA VERTICAL: 1:500
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



PERFIL 9 (9va. Avenida)

ESCALA VERTICAL: 1:500
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

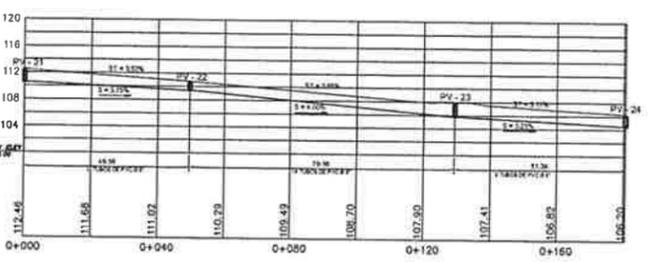
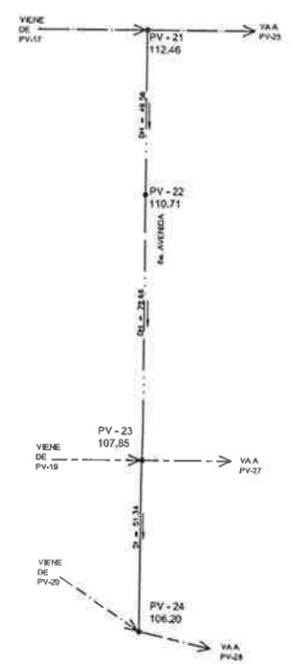
DATOS DE POZOS DE VISITA PERFIL 12										
DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	S %	H. POZO	CIS	CIE
		112.86							112.86	
4	5	112.86	94.80	16.00	8"	3.66	3.80	1.70	108.01	108.10
3	6	109.39	53.85	9.00	8"	5.98	5.90	1.27	104.04	104.52
4	7	108.28	5.84	1.00	8"	12.40	12.40	1.44	104.18	104.38
2	8	101.05	34.67	8.00	8"	12.99	13.25	1.37	104.18	99.75
								1.28	99.87	99.75

DATOS DE POZOS DE VISITA PERFIL 10										
DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	S %	H. POZO	CIS	CIE
		112.33							112.33	
13	13	112.33	24.75	15.00	8"	3.37	3.75	1.47	108.36	111.94
13	14	109.76	36.16	10.00	8"	3.37	4.20	1.37	108.37	106.67
14	15	107.87	10.83	2.00	8"	0.83	1.00	1.87	106.38	106.18
								1.84	106.34	106.02

DATOS DE POZOS DE VISITA PERFIL 9										
DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	S %	H. POZO	CIS	CIE
		112.80							112.80	
16	17	112.80	37.28	7.00	8"	1.04	1.50	1.78	110.79	110.81
17	18	112.41	68.78	13.00	8"	3.60	3.75	1.68	110.87	111.06
18	19	110.02	32.46	11.00	8"	3.89	4.00	1.59	108.45	108.53
19	20	107.60	21.87	4.00	8"	1.61	1.75	1.66	106.04	106.12
								1.66	106.38	106.02
								1.66	106.38	106.02

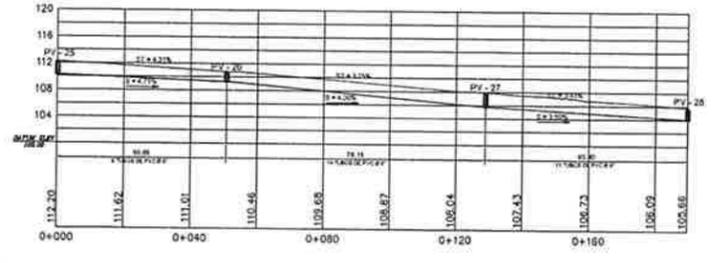
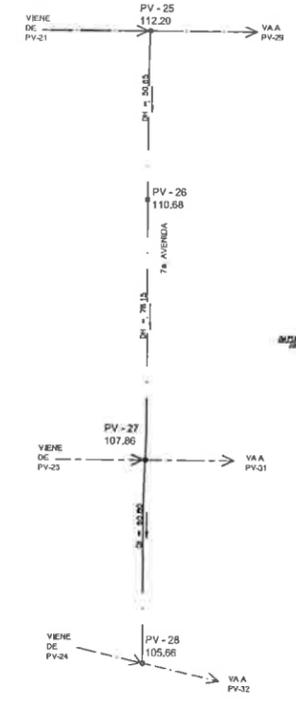
DATOS DE POZOS DE VISITA PERFIL 8										
DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	S %	H. POZO	CIS	CIE
		112.46							112.46	
21	22	112.46	88.56	9.00	8"	3.33	3.75	3.92	111.26	111.89
22	23	110.71	78.66	14.00	8"	3.85	4.00	1.34	109.37	109.45
23	24	107.86	21.34	9.00	8"	3.11	3.25	3.11	106.60	106.77
								1.72	104.89	104.97

DATOS DE POZOS DE VISITA PERFIL 7										
DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	S %	H. POZO	CIS	CIE
		112.20							112.20	
25	26	112.20	50.95	9.00	8"	4.31	4.75	3.00	111.20	110.28
26	27	110.46	74.13	14.00	8"	3.75	4.00	1.48	108.57	108.65
27	28	107.87	40.80	11.00	8"	3.43	3.50	3.14	106.53	106.18
								1.66	104.55	104.55



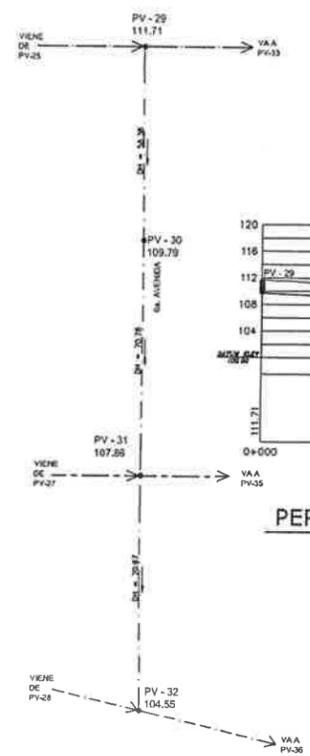
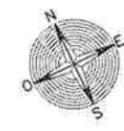
PERFIL 8 (8va. Avenida)

ESCALA VERTICAL: 1:500
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



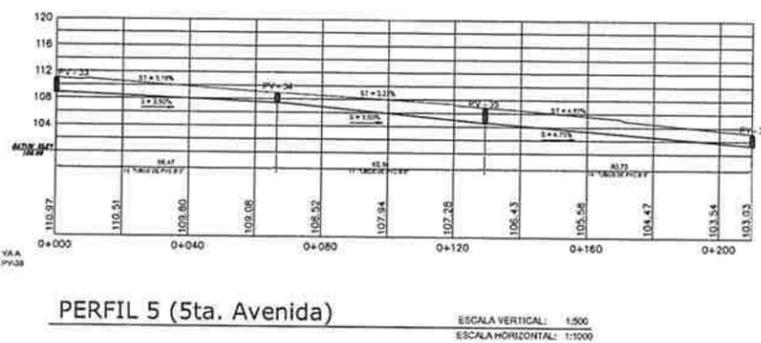
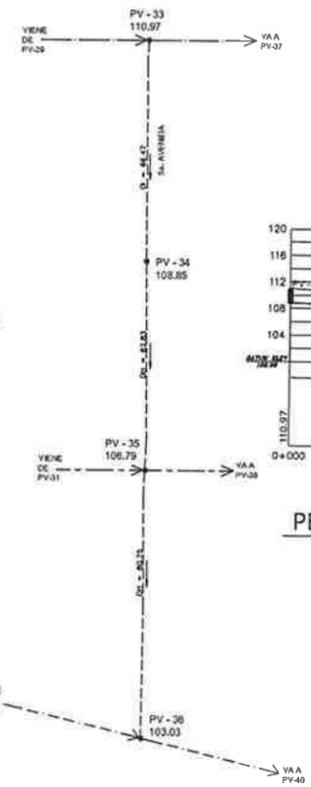
PERFIL 7 (7ma. Avenida)

ESCALA VERTICAL: 1:500
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



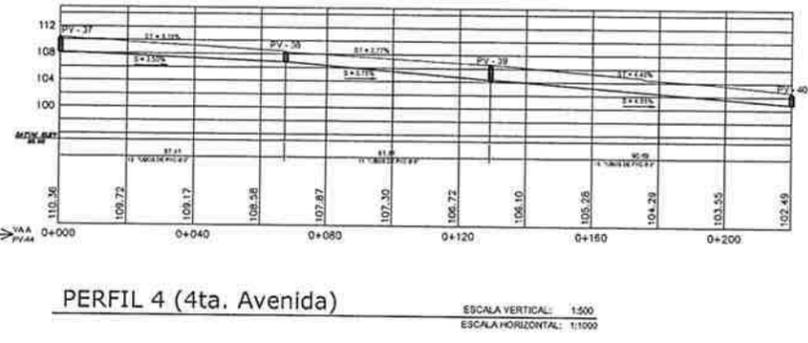
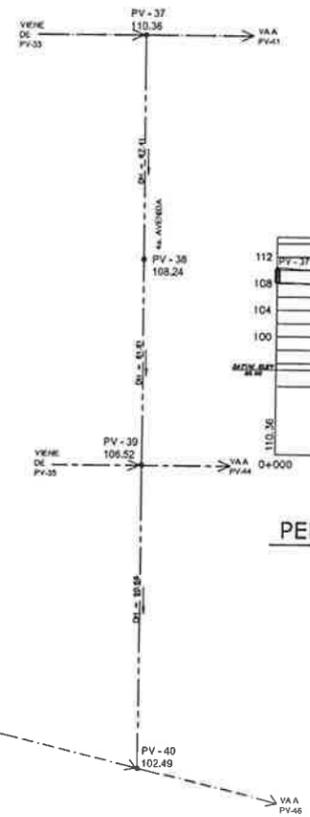
PERFIL 6 (6ta. Avenida)

ESCALA VERTICAL: 1:500
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



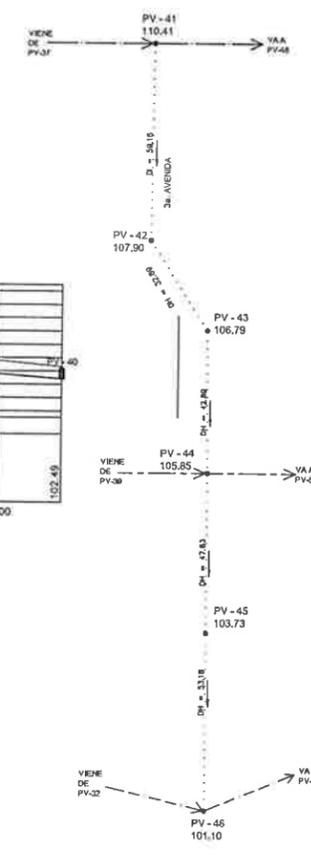
PERFIL 5 (5ta. Avenida)

ESCALA VERTICAL: 1:500
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



PERFIL 4 (4ta. Avenida)

ESCALA VERTICAL: 1:500
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



PERFIL 3 (3era. Avenida)

ESCALA VERTICAL: 1:500
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

NOMENCLATURA	
○	POZO DE VISITA
—	SEÑAL DE VISITA
→	DIRECCION DEL FLUJO
—	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
—	PERFIL DE VISITA (PV)
—	TRACER P.V. NORMA ASTM D-368
PV	POZO DE VISITA
∅	DIAMETRO DE TUBERIA

DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	SN %	H. POZO	CIS	CIE
29	30	111.71	58.79	10.00	8"	3.25	3.50	2.08	109.83	109.71
30	31	109.79	78.28	12.00	8"	3.50	3.30	1.24	108.43	108.51
31	32	108.31	78.77	18.00	8"	3.50	4.00	2.31	106.51	106.99
32		104.55						6.87	102.20	102.83

DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	SN %	H. POZO	CIS	CIE
33	34	110.97	56.67	12.00	8"	3.19	3.50	2.87	108.80	108.89
34	35	108.85	62.84	11.00	8"	3.27	3.50	1.44	107.41	107.99
35	36	108.00	80.71	14.00	8"	4.87	4.75	3.24	104.41	104.56
36		103.03						1.88	101.28	101.13

DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	SN %	H. POZO	CIS	CIE
37	38	111.34	67.61	12.00	8"	3.11	3.33	2.28	109.01	108.17
38	39	108.24	85.81	11.00	8"	2.77	3.35	1.87	106.58	106.84
39	40	106.52	90.69	18.00	8"	4.45	4.33	3.84	104.40	104.58
40		102.49						1.68	100.73	100.81

DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	SN %	H. POZO	CIS	CIE
41	42	110.41	88.18	10.00	8"	4.24	4.50	2.43	107.58	106.94
42	43	107.90	72.09	6.00	8"	3.48	3.50	1.84	106.48	106.54
43	44	106.79	62.89	8.00	8"	2.28	3.30	1.48	105.20	105.31
44	45	105.81	67.03	8.00	8"	6.34	6.25	2.28	103.48	104.24
45	46	101.10	113.18	9.00	8"	4.94	5.20	1.52	102.20	102.28
46		101.10						1.88	99.33	98.41

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

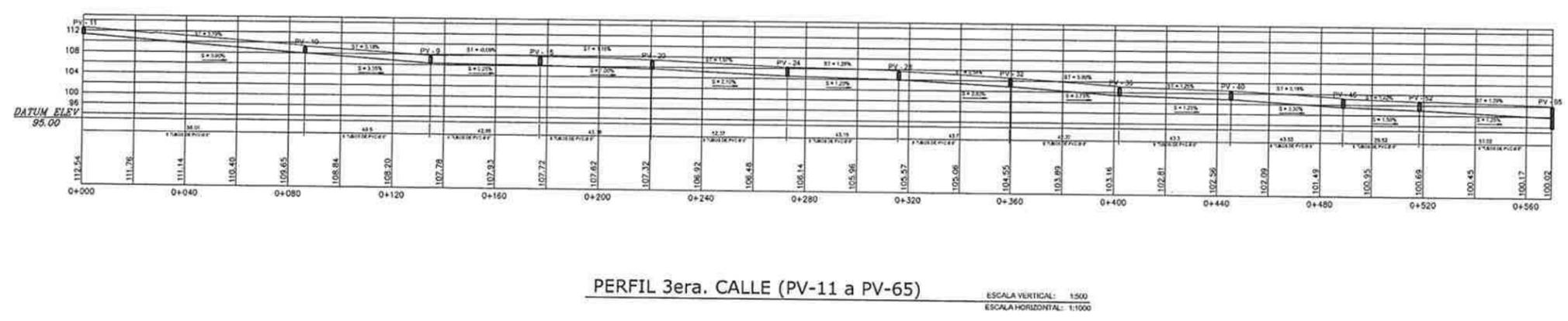
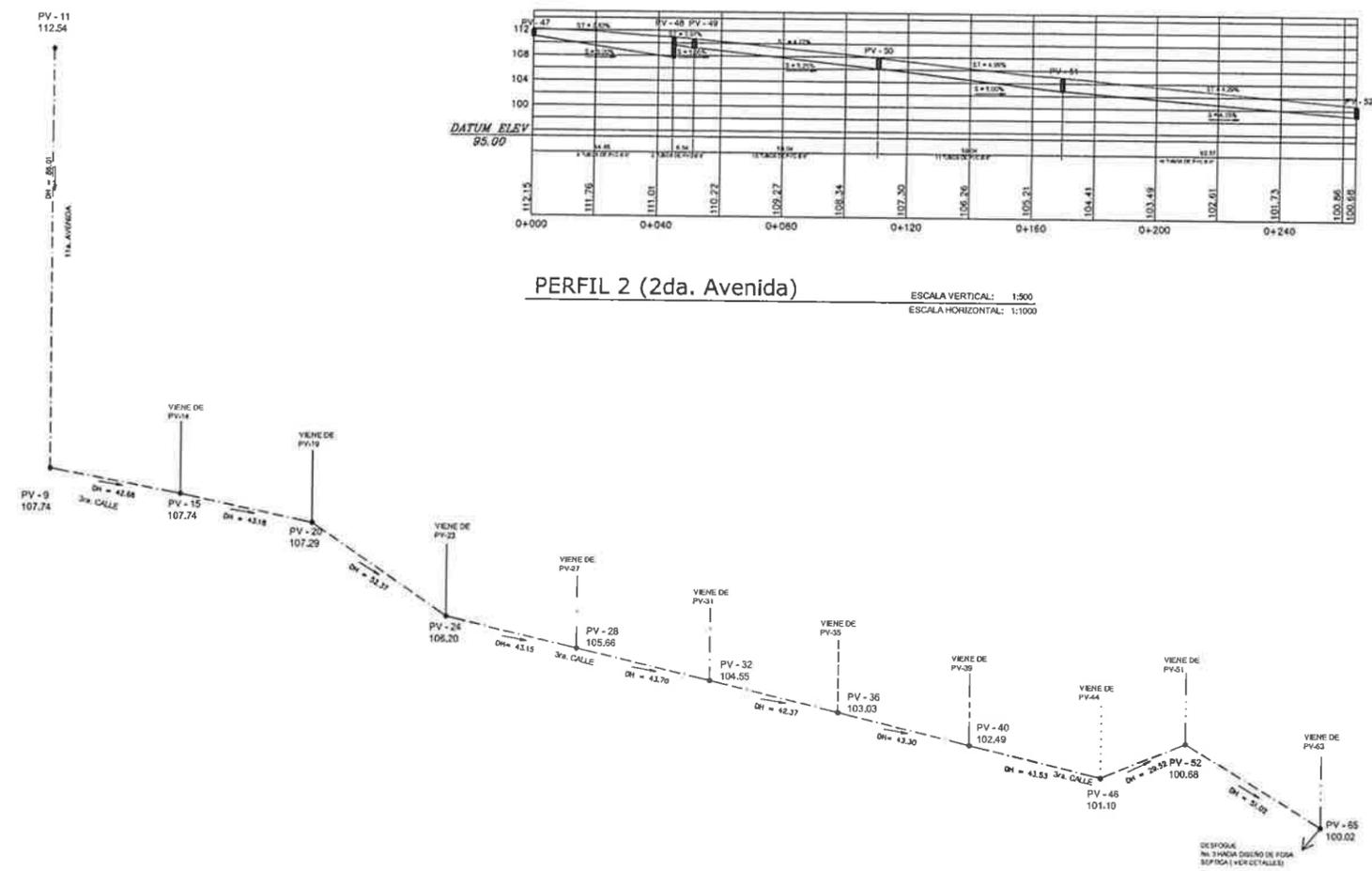
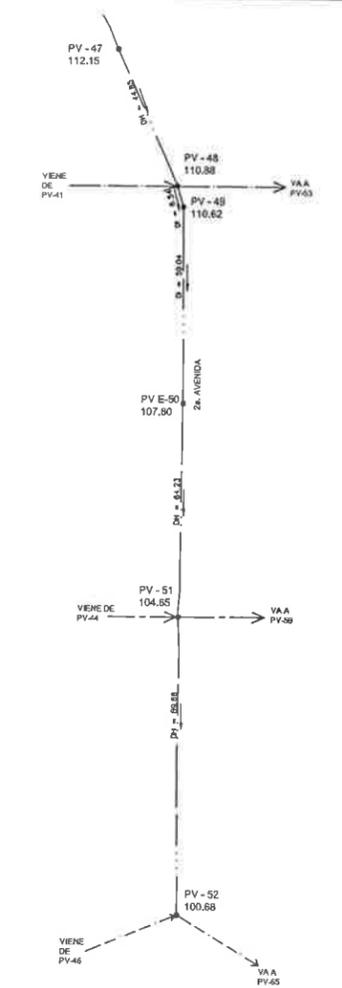
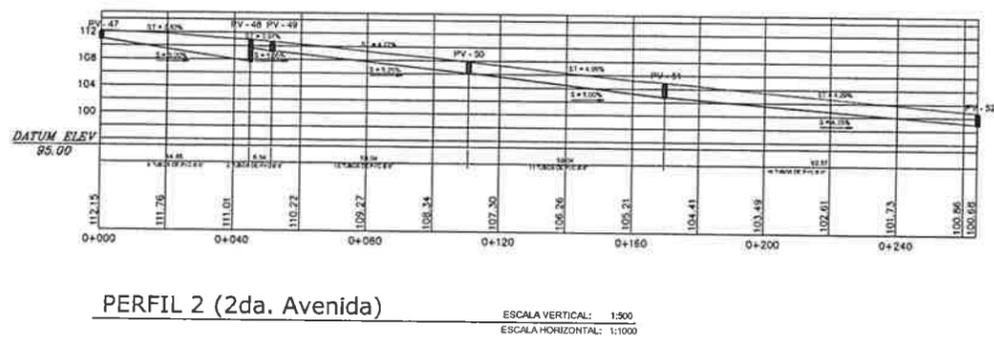
MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO

PROYECTO: RECONSTRUCCION DE LA CARRETERA DE ACANTARILLOS DE LA ZONA DE LOS ALAMOS, MUNICIPIO DE MAZATENANGO, DEPARTAMENTO DE MAZATENANGO, GUATEMALA.

CONTENIDO: PLAN DE VISITAS DE LOS POZOS DE VISITA.

ESCALA: 1:1000

FECHA: 04/10/2013



NOMENCLATURA	
○	POZO DE VISITA
—	SEÑAL DE DRENAL
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
—	POZO DE VISITA (P.V.)
—	FLUJO DE VISITA NOMINADO A 300
P.V.	POZO DE VISITA
∅	DIÁMETRO DE TUBERÍA

DE	A	COTA DE TERRENO	Dh (m)	Nº. TUBOS	D	ST %	5%	H. POZO	CIS	CIE
97	48	112.15	44.85	8.00	8"	2.83	3.00	1.17	113.83	117.73
10	49	112.08	6.94	2.00	8"	3.97	5.00	3.21	109.58	109.54
49	50	112.01	18.04	10.00	8"	4.77	5.25	2.42	109.31	109.29
50	51	107.80	43.22	11.00	8"	4.09	5.00	1.73	106.40	106.38
51	52	104.05	42.57	16.00	8"	4.29	4.35	2.14	102.43	102.33
52		100.68						1.89	99.40	99.40

DE	A	COTA DE TERRENO	Dh (m)	Nº. TUBOS	D	ST %	5%	H. POZO	CIS	CIE
11	18	112.54	44.91	15.00	8"	3.74	3.90	1.30	111.24	111.33
18	19	108.28	41.50	9.00	8"	3.18	3.33	1.33	107.91	108.03
19	20	107.24	42.66	8.00	8"	-0.89	0.83	1.46	106.38	106.46
20	22	107.78	43.18	6.00	8"	3.18	1.00	1.68	106.94	106.18
22	24	107.24	52.37	8.00	8"	1.87	2.15	1.66	105.54	105.53
24	28	104.70	43.18	6.00	8"	3.28	1.20	1.72	104.29	104.49
28	32	101.66	43.70	8.00	8"	2.54	2.60	1.66	100.90	101.30
32	36	104.07	43.39	8.00	8"	1.60	3.75	1.87	102.80	102.80
36	40	101.01	43.30	8.00	8"	1.25	1.25	1.69	101.25	101.33
40	44	102.49	43.53	8.00	8"	3.18	3.30	0.68	100.77	101.45
44	48	101.10	39.52	5.00	8"	3.42	1.50	1.69	99.33	99.41
48	52	100.68	41.00	9.00	8"	1.29	1.23	1.65	99.40	99.48
52		100.02						4.23	93.79	93.79

PLANTA - PERFIL (11va Avenida - 3era. Calle)

ESCALA VERTICAL: 1:500
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA
GRADUADO PROFESIONAL SUPERVISADO

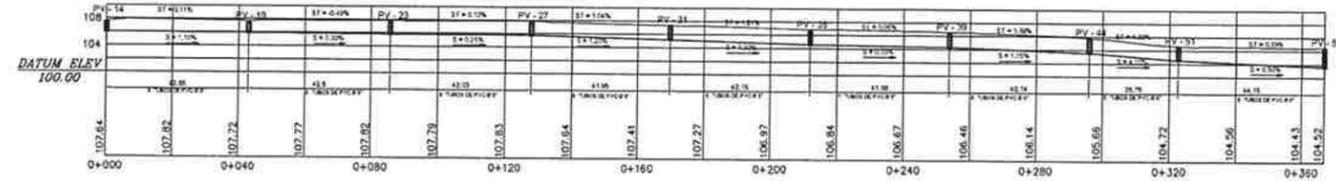
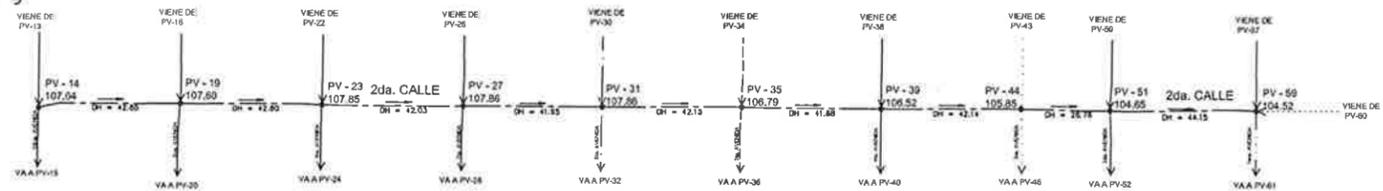
PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANEAMIENTO DE COLONIA LOS ALMORCOS, MAZATLÁN, OAXACA

HOJA: 10

FECHA: Septiembre 2013

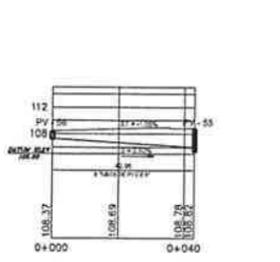
INGENIERO EN JEFE

INGENIERO

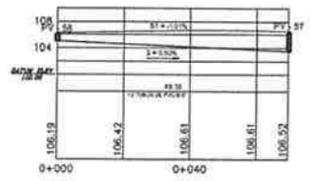


PERFIL 2da. CALLE (PV-14 a PV-59)
 ESCALA VERTICAL: 1:500
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

PERFIL A (CALLE AUXILIAR 1)
 ESCALA VERTICAL: 1:500
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



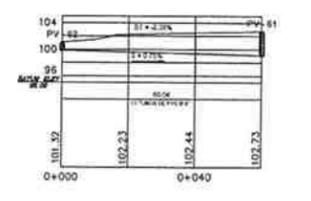
PERFIL B (CALLE AUXILIAR 2)
 ESCALA VERTICAL: 1:500
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



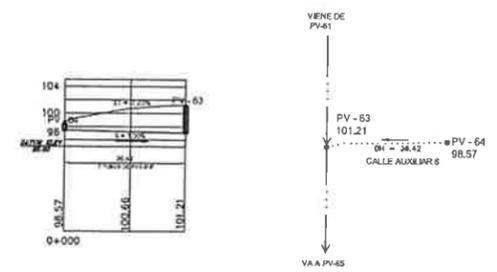
PERFIL C (CALLE AUXILIAR 3)
 ESCALA VERTICAL: 1:500
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



PERFIL D (CALLE AUXILIAR 4)
 ESCALA VERTICAL: 1:500
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



PERFIL E (CALLE AUXILIAR 5)
 ESCALA VERTICAL: 1:500
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



PERFIL F (CALLE AUXILIAR 6)
 ESCALA VERTICAL: 1:500
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

NOMENCLATURA	
○	POZO DE VISITA
—	SEÑAL DE DISEÑO
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
—	POZO DE VISITA (PV)
—	TUBERÍA PVC. NORMA ASTM D-3025
PV	POZO DE VISITA
V	CAJÓN DE VISITA

DATOS DE POZOS DE VISITA PERFIL 2da. CALLE										
DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	S %	H. POZO	CIS	CIE
14	19	107.94	42.85	8.00	8"	1.11	1.35	1.87	104.44	104.19
19	23	107.89	42.80	8.00	8"	-0.49	0.30	1.89	104.38	104.12
23	27	107.80	42.03	8.00	8"	0.28	0.25	2.11	104.30	104.23
27	31	107.75	42.50	8.00	8"	1.04	1.39	2.18	104.31	104.18
31	35	107.71	42.15	8.00	8"	1.21	1.35	2.21	104.31	104.19
35	39	107.64	42.86	7.00	8"	0.66	0.70	2.24	104.40	104.56
39	44	107.62	42.19	8.00	8"	1.99	1.25	2.25	104.20	104.18
44	51	107.61	38.78	6.00	8"	4.33	4.59	2.22	104.38	104.34
51	59	104.55	44.15	8.00	8"	0.29	0.50	2.14	104.41	104.10
59		104.52			8"			2.06	104.54	104.10

DATOS DE POZOS DE VISITA PERFIL CALLE AUXILIAR 1										
DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	S %	H. POZO	CIS	CIE
54	63	108.42	17.58	3.00	8"	-1.17	0.75	1.20	104.42	104.30
63		108.05						0.49	104.37	104.31

DATOS DE POZOS DE VISITA PERFIL CALLE AUXILIAR 2										
DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	S %	H. POZO	CIS	CIE
66	68	108.37	42.95	8.00	8"	-1.16	0.90	1.38	104.17	104.18
68		108.02						3.50	104.02	104.02

DATOS DE POZOS DE VISITA PERFIL CALLE AUXILIAR 3										
DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	S %	H. POZO	CIS	CIE
66	67	106.20	48.33	12.00	8"	-1.61	0.50	1.20	104.00	104.29
67		104.90						3.81	103.63	104.88

DATOS DE POZOS DE VISITA PERFIL CALLE AUXILIAR 4										
DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	S %	H. POZO	CIS	CIE
66	69	104.31	45.38	10.00	8"	-0.73	0.50	1.38	104.01	104.14
69		104.53						3.06	104.54	104.30

DATOS DE POZOS DE VISITA PERFIL CALLE AUXILIAR 5										
DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	S %	H. POZO	CIS	CIE
61	63	101.33	60.04	10.00	8"	-0.21	0.78	1.20	104.12	104.04
63		102.71						3.65	99.50	99.62

DATOS DE POZOS DE VISITA PERFIL CALLE AUXILIAR 6										
DE	A	COTA DE TERRENO	DH (m)	No. TUBOS	D	ST %	S %	H. POZO	CIS	CIE
64	61	98.37	16.42	7.00	8"	-1.23	1.00	1.20	97.37	97.98
61		99.20						4.18	96.94	97.02

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE AGUAS
 MUNICIPALIDAD DE HAZATENANGO

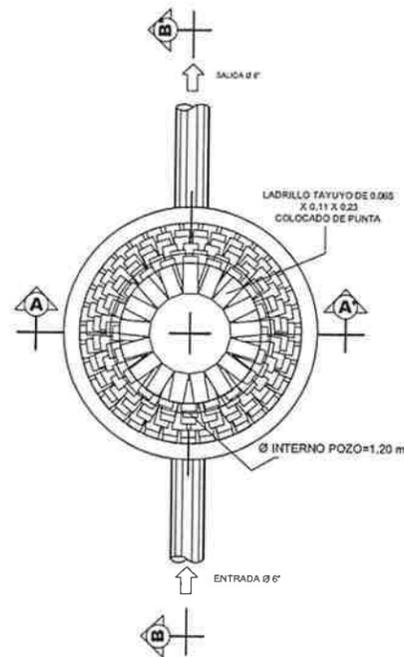
PROYECTO: DISEÑO DEL ACANTILLADO DE LA CARRERA DE LOS ALMOROS, MARITANA, BUENOS AIRES

CONTENIDO: DISEÑO DEL ACANTILLADO DE LA CARRERA DE LOS ALMOROS, MARITANA, BUENOS AIRES

FECHA: Septiembre 2013

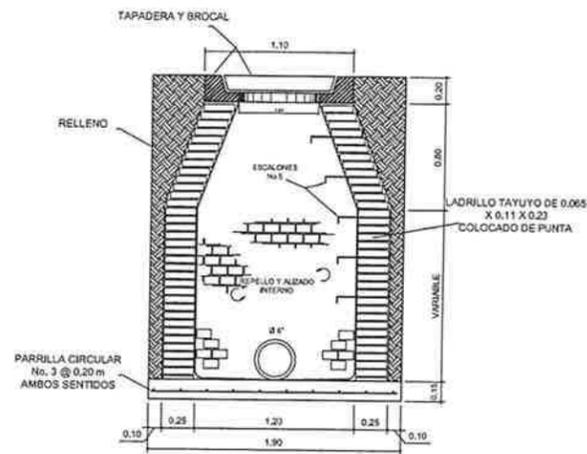
INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS: [Firma]

INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS: [Firma]



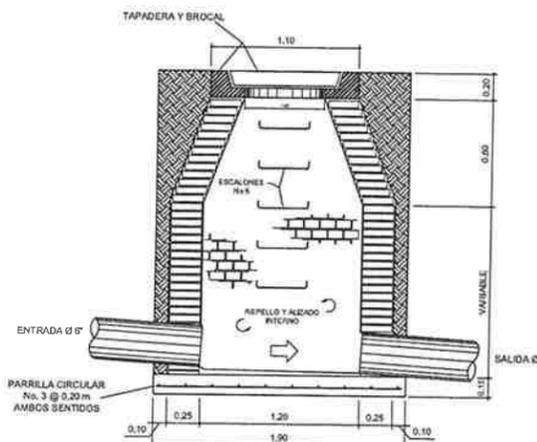
PLANTA DE POZO

ESCALA: 1/25



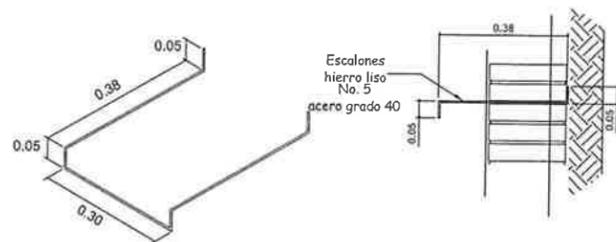
SECCION A-A'

ESCALA: 1/25



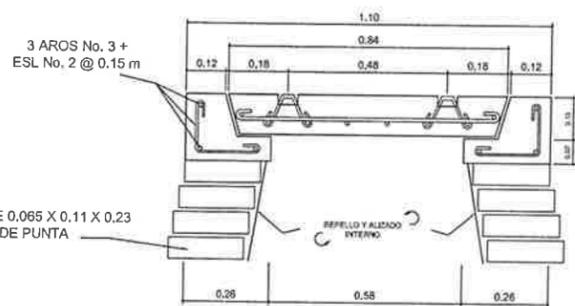
SECCION B-B'

ESCALA: 1/25



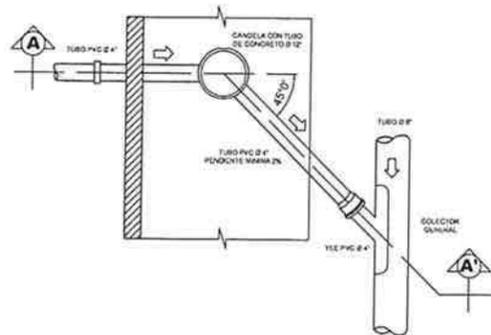
ESCALON

ESCALA: 1/10



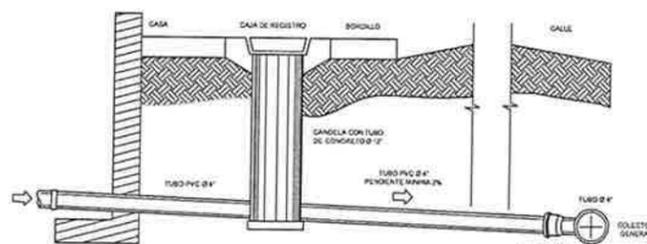
TAPADERA Y BROCAL

ESCALA: 1/10



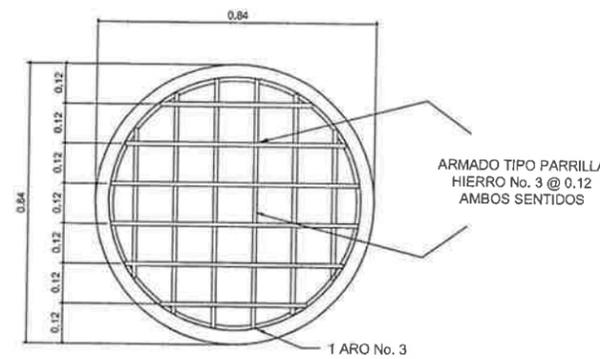
PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA: 1/20



SECCION A-A' ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA: 1/25



TAPADERA

ESCALA: 1/10

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO:

1. El Concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm².
2. El agregado grueso debe tener un diámetro mínimo de 1/2".
3. El recubrimiento mínimo para la basa será de 7.5 cm y de 2 a 4 cm para la tapadera. (ACI 318S-05 Capítulo 7, sección 7.7.1, (a) y (c))

ACERO:

1. El acero debe tener un fy = 2,800 kg/cm².

MAMPOSTERIA:

1. Se utilizará Ladrillo Tayuyo de 0.065 x 0.11 x 0.23 m.
2. La mampostería será conforme a la norma ASTM C-62
3. El ladrillo tayuyo tendrá una resistencia a la compresión mínima de 84 kg/cm².

MORTERO:

1. Proporción 1:3, una de cemento por tres de arena.
2. El agua a utilizar debe ser limpia y libre de cualquier sustancia dañina.
3. El cemento a utilizar es Portland tipo 1, ASTM C-150.
4. Se utilizará arena de río seca, ASTM C-33.

TUBERIA:

1. Toda la tubería será y deberá cumplir con la norma ASTM D - 3034, no debe utilizarse tubería de diámetro menor a lo especificado en planos.
2. Las uniones realizadas entre tramos de tubería, así como entre tubos y conexiones, cumplen con los requerimientos establecidos en la norma ASTM D 3212. El empaque de hule utilizado para el sello entre tuberías, entre tubos y conexiones cumplen con los requerimientos de la norma ASTM F 477.
3. Toda la tubería se colocará alineada y con la pendiente especificada en planos.

NOTAS:

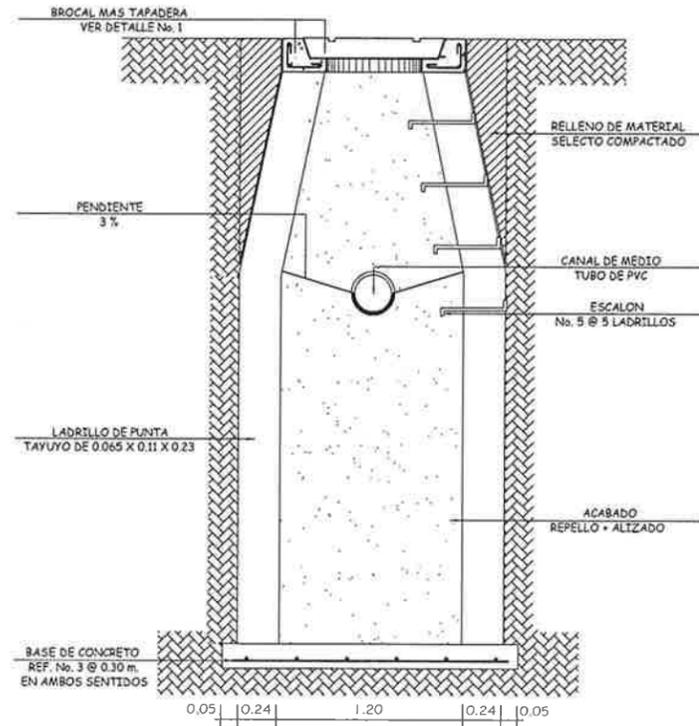
1. Las tapaderas y brocales deberán curarse según las especificaciones del ACI 318, antes de su colocación.
2. Los pozos deberán identificarse de acuerdo al plano de red general.



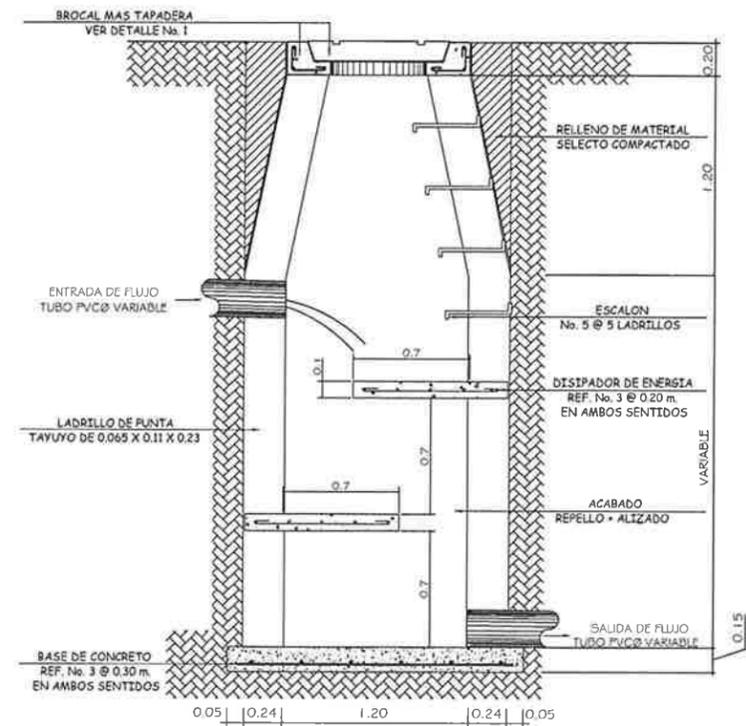
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISOR

DISEÑO: Carole Flores
CALCULO: Carole Flores
DIBUJO: Carole Flores
ESCALA: Indicado
FECHA: Septiembre 2013

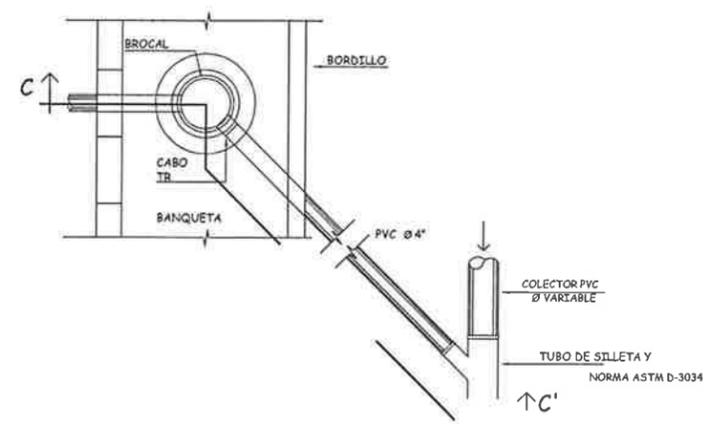
MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO COLONIA LOS ALMENDROS MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
CONTENIDO: SUPERVISORIA DE EPS
FECHA: 07/10/13



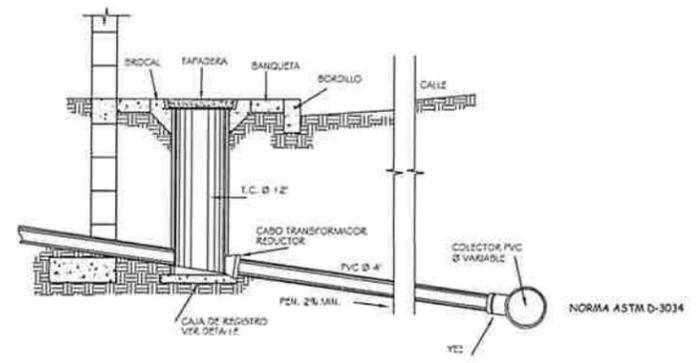
SECCIÓN A - A'
POZO DE VISITA CON DISIPADORES ESCALA: 1/20



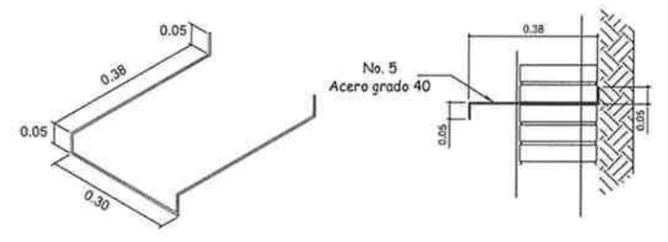
SECCIÓN B - B'
POZO DE VISITA CON DISIPADORES ESCALA: 1/20



PLANTA
ACOMETIDA DOMICILIAR ESCALA: 1/20



SECCIÓN C - C'
ACOMETIDA DOMICILIAR ESCALA: 1/20



ESCALON
ESCALA: 1/10

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO:	<ol style="list-style-type: none"> El Concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm². El agregado grueso debe tener un diametro mínimo de 1/2". El recubrimiento mínimo para la base será de 7.5 cm y de 2 a 4 cm para la tapadera. (ACI 318S-05 Capitulo 7, sección 7.7.1, (a) y (c))
ACERO:	<ol style="list-style-type: none"> El acero debe tener un fy = 2,800 kg/cm².
MAMPOSTERIA:	<ol style="list-style-type: none"> Se utilizará Ladrillo Tayuyo de 0.065 x 0.11 x 0.23 m. La mampostería será conforme a la norma ASTM C-62. El ladrillo tayuyo tendrá una resistencia a la compresión mínima de 84 kg/cm².
MORTERO:	<ol style="list-style-type: none"> Proporción 1:3, una de cemento por tres de arena. El agua a utilizar debe ser limpia y libre de cualquier sustancia dañina. El cemento a utilizar es Portland tipo 1, ASTM C-150. Se utilizará arena de río seca, ASTM C-33.
TUBERIA:	<ol style="list-style-type: none"> Toda la tubería será y deberá cumplir con la norma ASTM D - 3034, no debe utilizarse tubería de diametro menor a lo especificado en planos. Las uniones realizadas entre tramos de tubería, así como entre tubos y conexiones, cumplen con los requerimientos establecidos en la norma ASTM D 3212. El empaque de hule utilizado para el sello entre tuberías, entre tubos y conexiones cumplen con los requerimientos de la norma ASTM F 477. Toda la tubería se colocará alineada y con la pendiente especificada en planos.
NOTAS:	<ol style="list-style-type: none"> Las tapaderas y brocales deberán curarse según las especificaciones del ACI 318, antes de su colocación. Los pozos deberán identificarse de acuerdo al plano de red general.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DEL ACANTARILLADO SANITARIO COLONIA LOS ALMENDROS, AMATENANGO, SUCHITEPEQUEZ

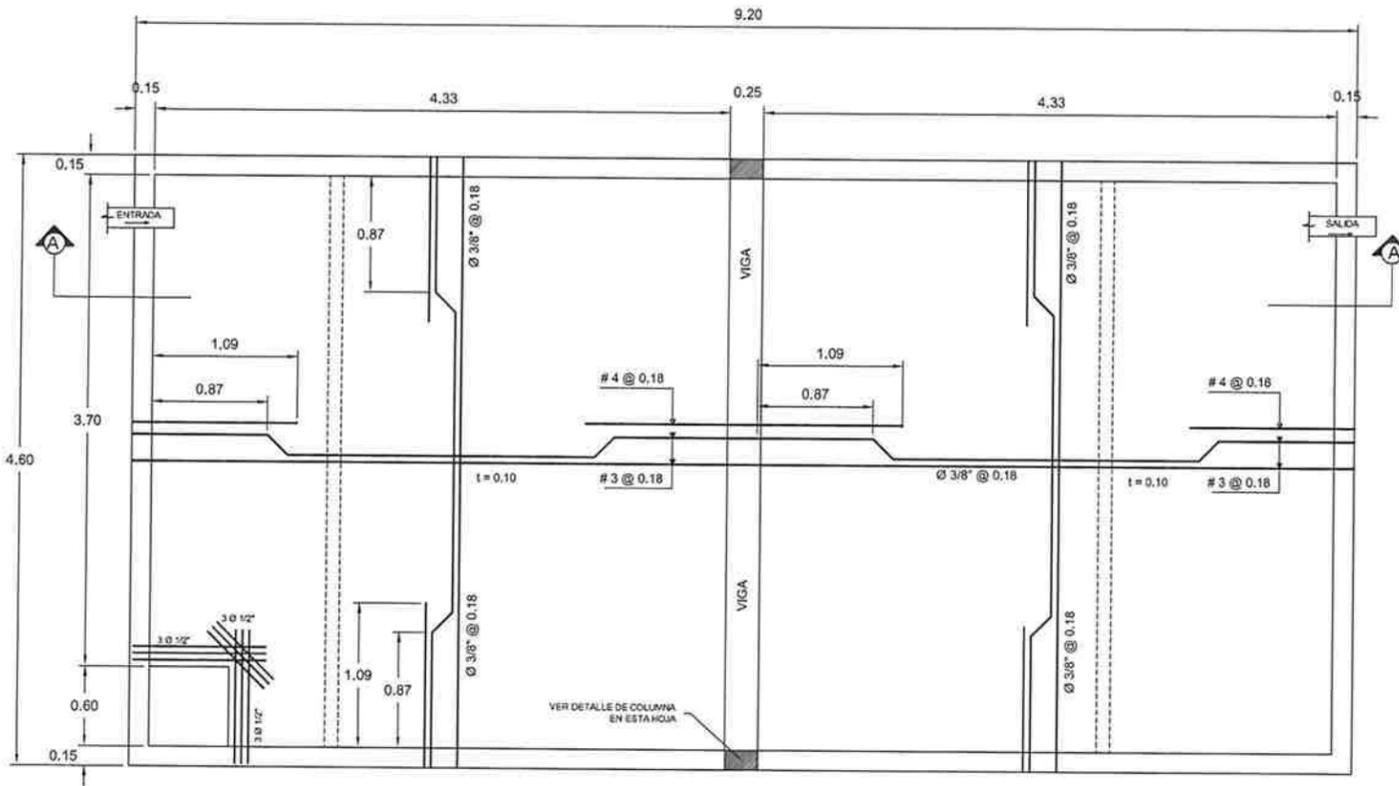
CONTENIDO: DETALLE DE POZO CON DISIPADORES

FECHA: Septiembre 2013

DISEÑO: Carole Flores
CALCULO: Carole Flores
DIBUJO: Carole Flores
ESCALA: Indicado

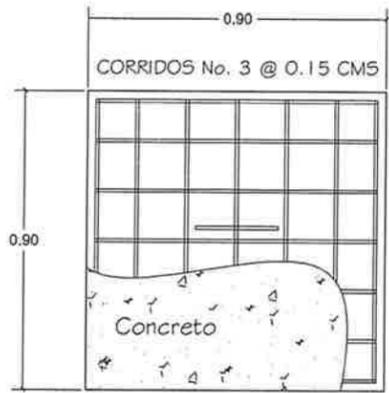
SUPERVISOR(A) DE EPS
Ing. [Signature]

08



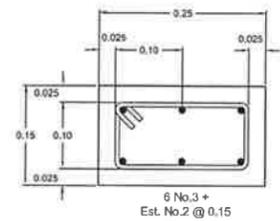
PLANTA DE ARMADO LOSA (10 cms)

ESCALA 1:25



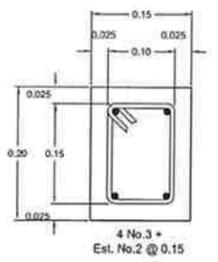
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA: 1/10



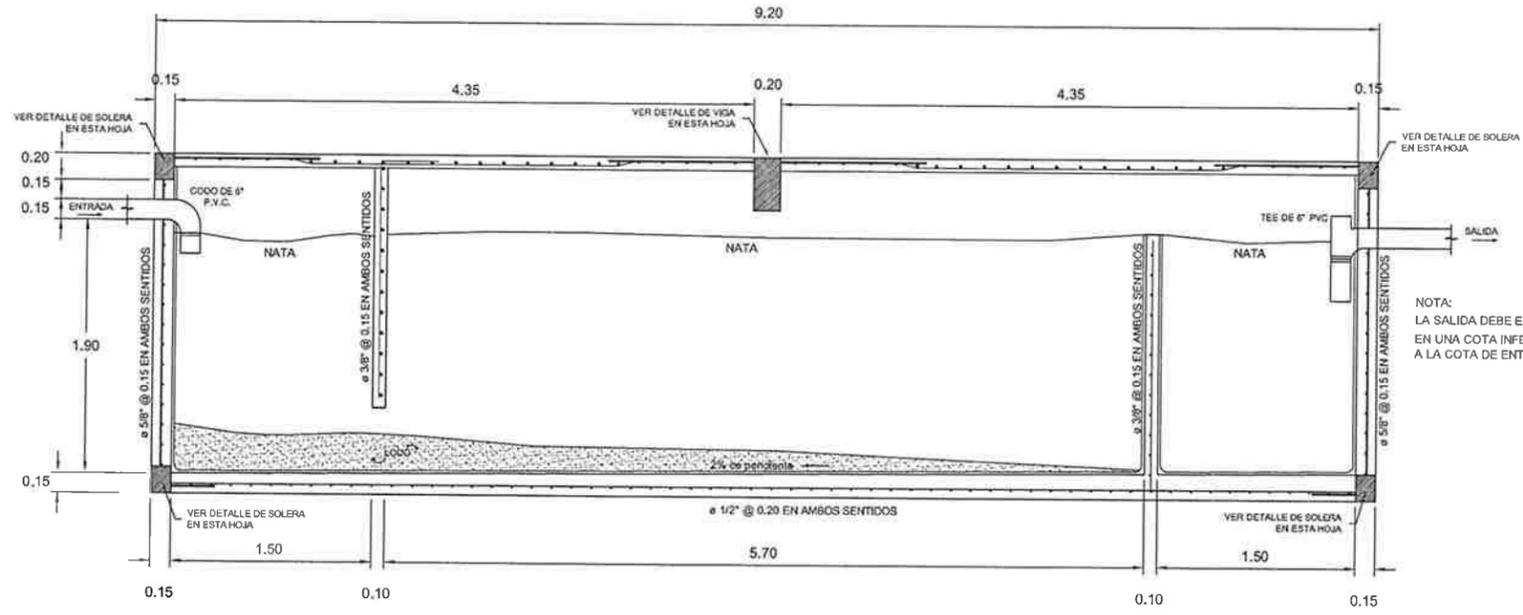
DETALLE DE COLUMNA

ESCALA 1/5



DETALLE DE SOLERA

ESCALA 1/5



SECCION A-A

ESCALA 1:25

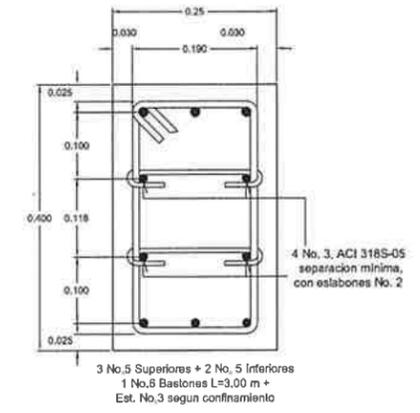
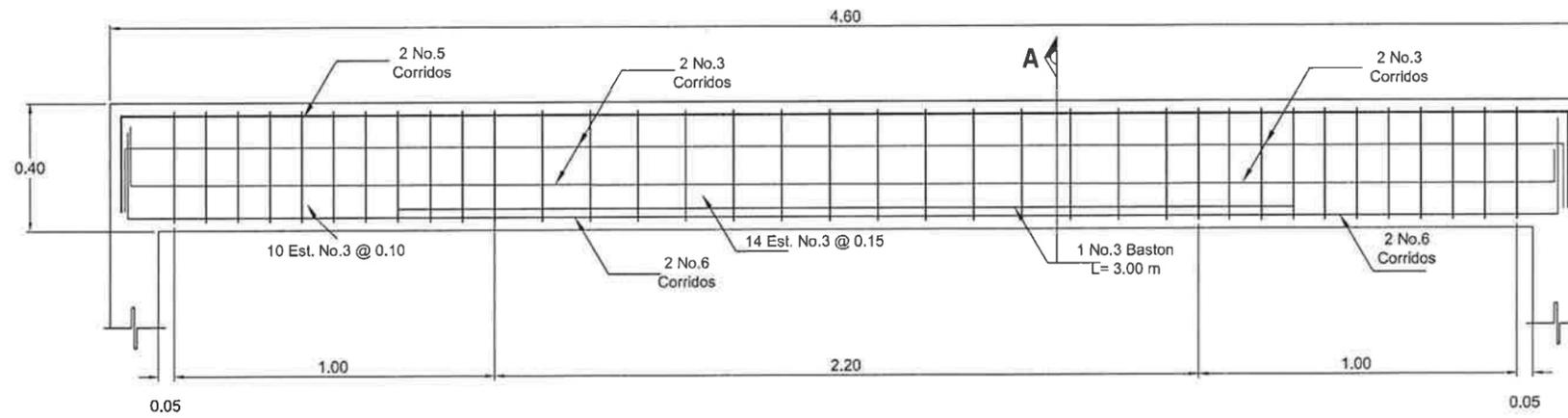
ESPECIFICACIONES	
RECURSIVAMENTE	
CODIGO ACI 318-05 SECCION 7.7.1	
ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS	0.04 m
ACERO LONGITUDINAL COLUMNAS Y VIGAS	0.04 m
LOSAS	0.07 m
CEMENTOS	0.075 m
LONGITUD DE DESARROLLO Y GANCHOS STANDAR	
CODIGO ACI 318-05 SECCION 7.7.1.2	
CAPITULO 7, SECCION 7.1	
PARRA GANCHOS DE 90 GRADOS + 12 VECES EL DIAMETRO DEL ACERO	
PARRA GANCHOS DE 180 GRADOS + 4 VECES EL DIAMETRO DEL ACERO	
CAPITULO 12.11 PARA MOMENTOS POSITIVOS EN VIGAS	
CAPITULO 12.12 PARA MOMENTOS NEGATIVOS EN VIGAS	
CAPITULO 12.13.1 TRASLAPPE EN COLUMNAS NO MENOR DE 0.30 m.	
PARAMETROS DE DISEÑO ESTRUCTURAL	
COLUMNAS, VIGAS, LOSAS	$f_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$
COLUMNAS, VIGAS, LOSAS	$f_y = 2800 \text{ Kg/cm}^2$
LAS LOSAS SE DISEÑARON EN BASE AL CODIGO ACI 318-05	
CAPITULO 7, SECCION 7.6.3.3	
CAPITULO 9, Y CAPITULO 13	
EL ESPESOR DE LA LOSA ES DE 0.10 m, DISEÑADA CON EL METODO 3 DEL CODIGO ACI 318-05, CASO 4 Y CASO 2.	
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
EL ACERO DE REFUERZO:	
DEBERA DE SER ACEROS DE GUATEMALA (AGI GRADO 40 $f_y = 40,000 \text{ psi}$)	
SE ALMACENARA SOBRE UNA BASE DE MADERA PARA EVITAR EL CONTACTO CON EL SUELO PARA EVITAR LA CORROSION Y EVITAR QUE SE EXPONGA A LA INVERSIÓN.	
EL ARMADO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEBERA SER EL MISMO QUE SE PRESENTA EN LOS DETALLES DE PLANOS.	
EL CEMENTO:	
DEBE SER TIPO PORTLAND DE CEMENTOS PROGRESO 4,000 PSI.	
EL CEMENTO DEBE ALMACENARSE EN UN LUGAR SEGURO PARA PROTEGERSE DE LA HUMEDAD Y LUVIA.	
EL AGREGADO FINO (ASTM C33)	
ARENA DE RIO DEBERA ESTAR LIBRE DE CONTAMINANTES, CAPAS DE DE ARILLA, CALCARAS CON EL FIN DE TENER UNA MEZCLA UNIFORME.	
EL AGREGADO GRUESO (ASTM C330)	
PROPORCIONAR UN SUELO LIMPIO DE CONTAMINANTES PARA PARA VIGAS, LOSAS SE DISEÑO CON PEDRIN DE 1/2".	
EL AGUA:	
EL AGUA EMPLEADA EN EL MEZCLADO DEL CONCRETO DEBE ESTAR LIMPIA Y LIBRE DE CONTAMINANTES (RESIDUOS DE ACEITES, ACIDOS, ALKALIS, SALES, MATERIA ORGANICA Y OTRAS SUSTANCIAS NOCIAS PARA EL CONCRETO O EL REFUERZO). (ACI 318-05, 5.4.1)	
LA SABIETA A UTILIZAR:	
TENDRA UNA PROPORCIÓN 1:2 (1 DE CEMENTO Y 2 DE ARENA DE RIO) CIMBRA A UTILIZAR:	
LAS CIMBRAS DEBEN SER ESENCIALMENTE Y SUFICIENTEMENTE HERMETICAS PARA IMPEDIR LA FUGA DE MORTERO. (ACI 318-05, 5.1.3)	
EL DISEÑO DE LA CIMBRA DEBE TOMAR EN CUENTA LAS CARGAS DE CONSTRUCCIÓN, INCLUYENDO CARGAS VERTICALES, HORIZONTALES Y DE IMPACTO. (ACI 318-05, 5.1.3.1)	
EL CURADO DEL CONCRETO:	
EL CURADO DE CONCRETO DEBE MANTENERSE A UNA TEMPERATURA POR ENCIMA DE 10 GRADOS CENTIGRADOS Y EN CONDICIONES DE HUMEDAD POR LO MENOS DURANTE LOS PRIMEROS 7 DIAS DESPUES DE LA COLOCACIÓN. (ACI 318-05, 5.11.1)	
EN CLIMA CALIDO DEBE DARSE ADECUADA ATENCIÓN A LOS MATERIALES COMPONENTES, A LOS METODOS DE PRODUCCIÓN, AL MAQUEO, A LA COLOCACIÓN, A LA PROTECCIÓN Y AL CURADO AL FIN DE EVITAR TEMPERATURAS EXCESIVAS EN EL CONCRETO O LA EVAPORACIÓN DEL AGUA, LO CUAL PODRIA AFECTAR LA RESISTENCIA REQUERIDA O EL FUNCIONAMIENTO DEL ELEMENTO O DE LA ESTRUCTURA. (ACI 318-05, 5.12)	
LIMPIEZA FINAL:	
AL TERMINAR EL PROYECTO Y ANTES DE LA ENTREGA, SE DEBE REMOVER LAS OBRAS FALSAS, LOS MATERIALES EXCAVADOS Y UTILIZADOS, PARA DEJAR LIMPIO Y ORDENADO LAS AREAS ADYACENTES.	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE MAMATZANZON, Ciudad de San Carlos de Guatemala	
PROYECTO:	DISEÑO DEL ALCAMARILLADO SANITARIO COLONIA LOS ALMENDROS, MAMATZANZON, SUCHITEPEQUEZ
CONTENIDO:	PLANTA Y SECCION DE LA CASA SUPERSUPERVISOR(A) DE EPS
FECHA:	09/10/2013

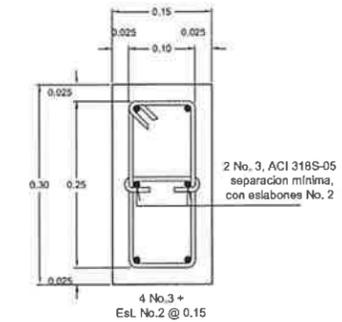
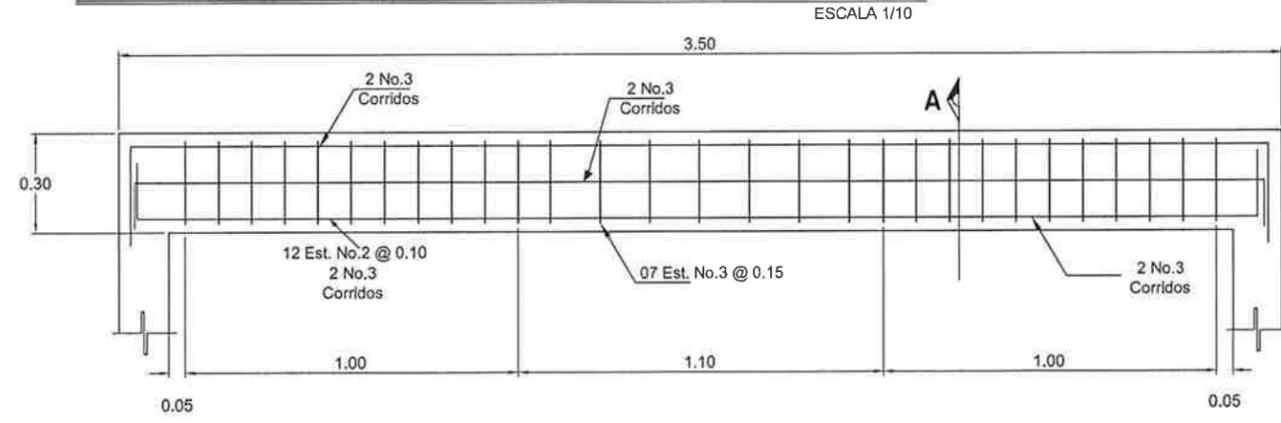
DISEÑO: Carola Flores
CALCULO: Carola Flores
DIBUJO: Carola Flores
ESCALA: Indica
FECHA: Septiembre 2013





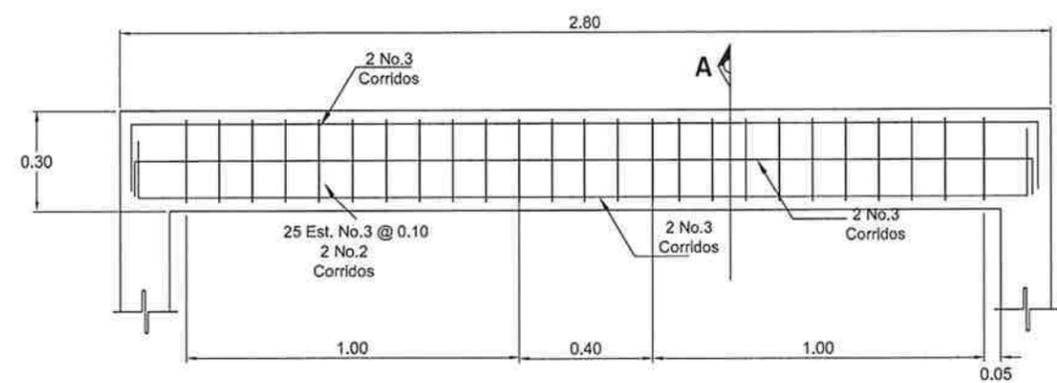
DETALLE DE VIGA 1
ESCALA 1/5

CORTE DE VIGA



DETALLE DE VIGA 2
ESCALA 1/5

ELEVACION ARMADA DE VIGA 2



DETALLE DE VIGA 3
ESCALA 1/5

ELEVACION ARMADA DE VIGA 3

ESPECIFICACIONES

- a) Dimensiones de las fosas a construir
 FOSA 1 = 2.80 X 5.60 X 2.30, con un volumen de 36.06
 FOSA 2 = 3.25 X 6.50 X 2.30, con un volumen de 48.58
 FOSA 3 = 4.60 X 9.20 X 2.30, con un volumen de 97.33
- b) Dimensiones de vigas diseñadas
 FOSA 3 = 0.15 X 0.30 X 2.80, utilizando 6 aceros No.3 con estribos No.2
 FOSA 2 = 0.15 X 0.30 X 3.50, utilizando 6 aceros No.3 con estribos No.2
 FOSA 1 = 0.20 X 0.38 X 4.60, utilizando acero segun detalle
- c) Para la construcción de la FOSA 1 es importante ver que está trabajará en serie son 8 unidades para cubrir la demanda de la población.

PARÁMETROS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

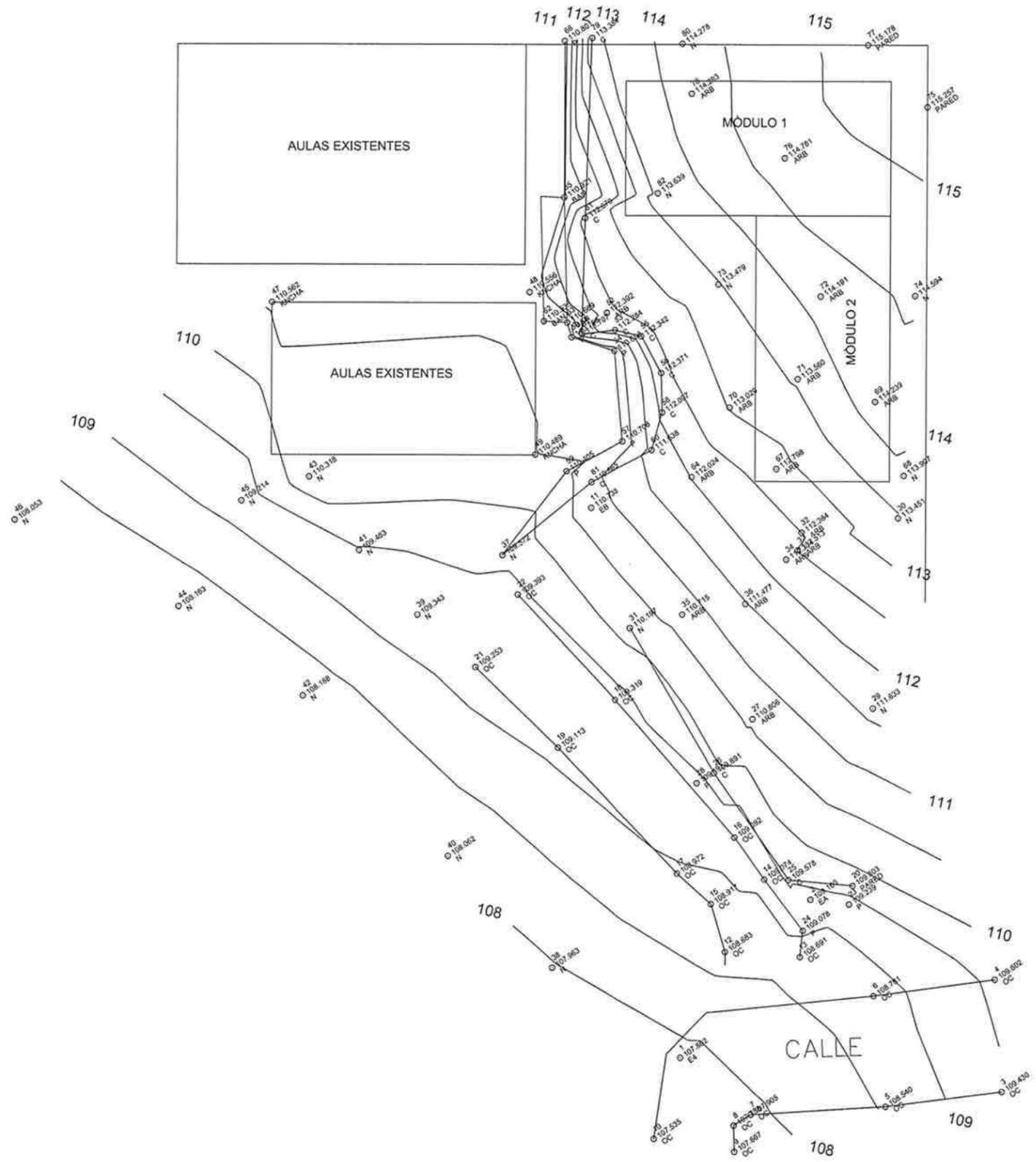
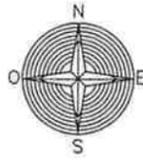
Recubrimiento para vigas deberá ser de 4 cms según ACI 318S-05 Capítulo 7.7.1.
 Ganchos Standar doblado a no menos de 135 grados segun ACI 318S-05 capítulo 7.10.5.3, y con una longitud mínima de 6db según ACI 318S-05, capítulo 7.1
 El primer estribo cerrado se coloca a no mas de 5 cms de la cara de apoyo, segun ACI 318S-05, capítulo 21.3.3.2.
 Recubrimiento para vigas deberá ser de 4 cms según ACI 318S-05 Capítulo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DISEÑO: Carola Flores
 CALCULO: Carola Flores
 DIBUJO: Carola Flores
 ESCALA: Indicado
 FECHA: Septiembre 2013

MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO
 PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO EN SAN CARLOS DE GUATEMALA
 COLONIA LOS ALMENDROS, MANANTENANOS SUCHITEPEQUEZ
 CONTENIDO: DETALLES ESTADIALES DE FOSA SEPTICA
 VALOR: \$1,000.00
 SUPERVISOR(A) DE EPS
 Practicas de Ingeniería y EPS
 10



CURVAS DE NIVEL

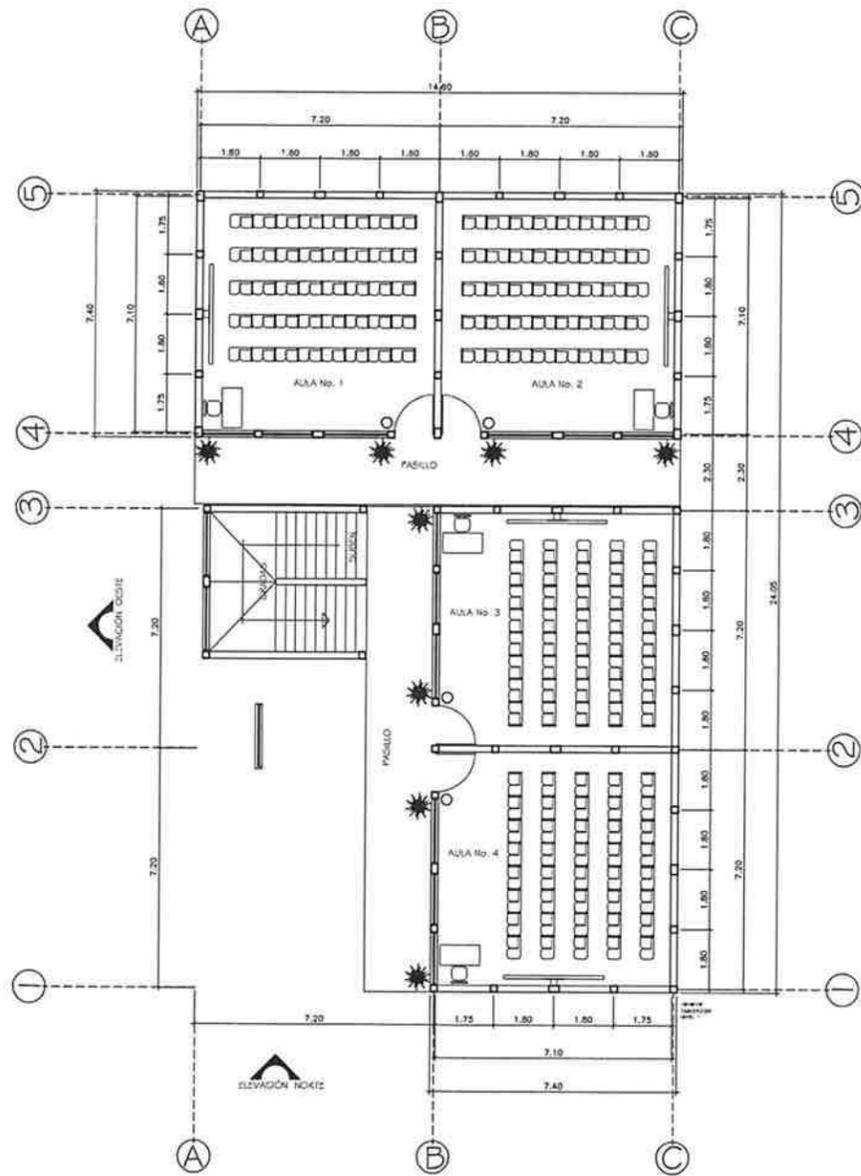
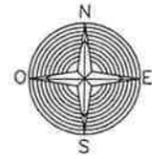
ESC 1/75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

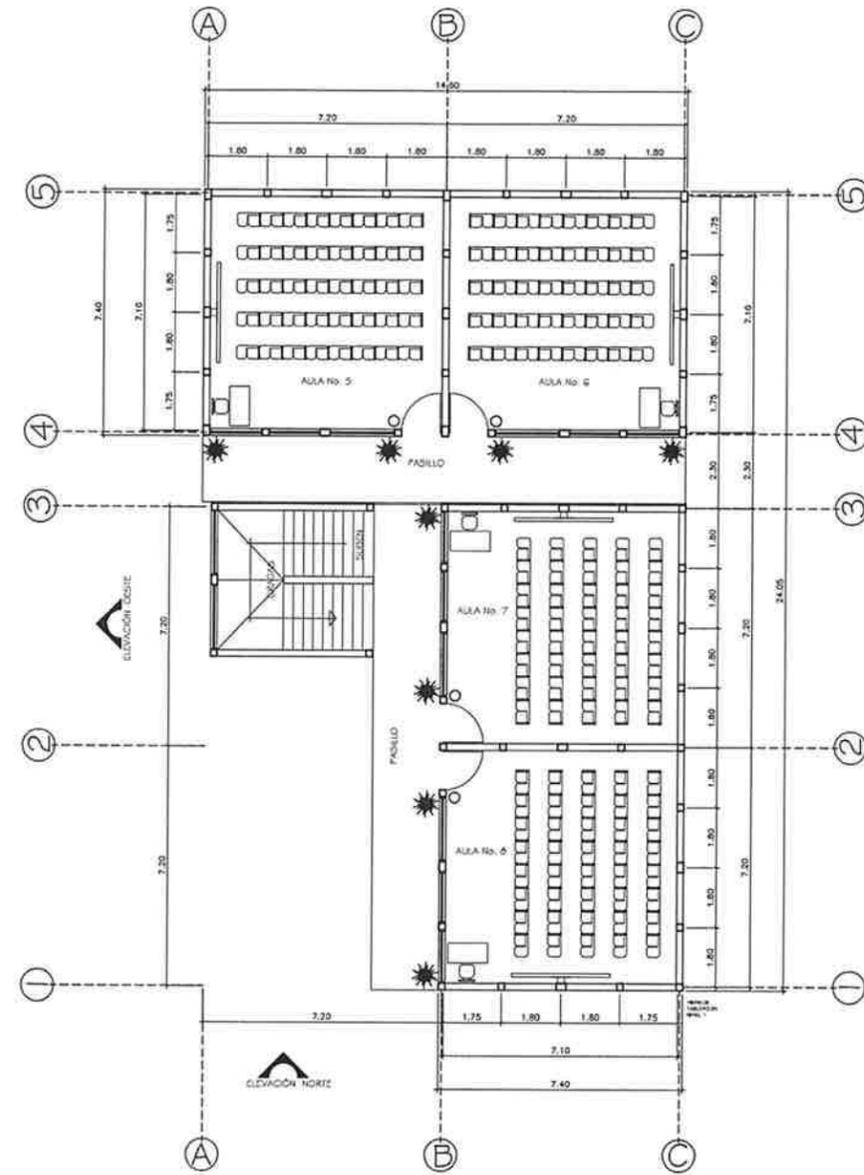
DISEÑO: Carola Flores
CALCULO: Carola Flores
DIBUJO: Carola Flores
ESCALA: Indefinida
FECHA: Septiembre 2012

MUNICIPALIDAD DE MANTENANGO
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE CIRCULACIÓN EN LOS ALMENDROS
CONTENIDO: CURVAS DE NIVEL
SUPERVISOR(A) DE EPS: [Signature]
FECHA: 01/11/12



PLANTA AMUEBLADA PRIMER NIVEL

ESC 1/100



PLANTA AMUEBLADA PRIMER NIVEL

ESC 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

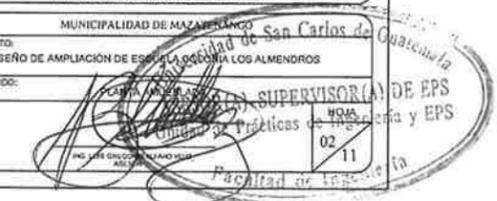
DISENYO:
Carola Flores
DIBUJO:
Carola Flores
ESCALA:
Indicada
FECHA:
Septiembre 2013

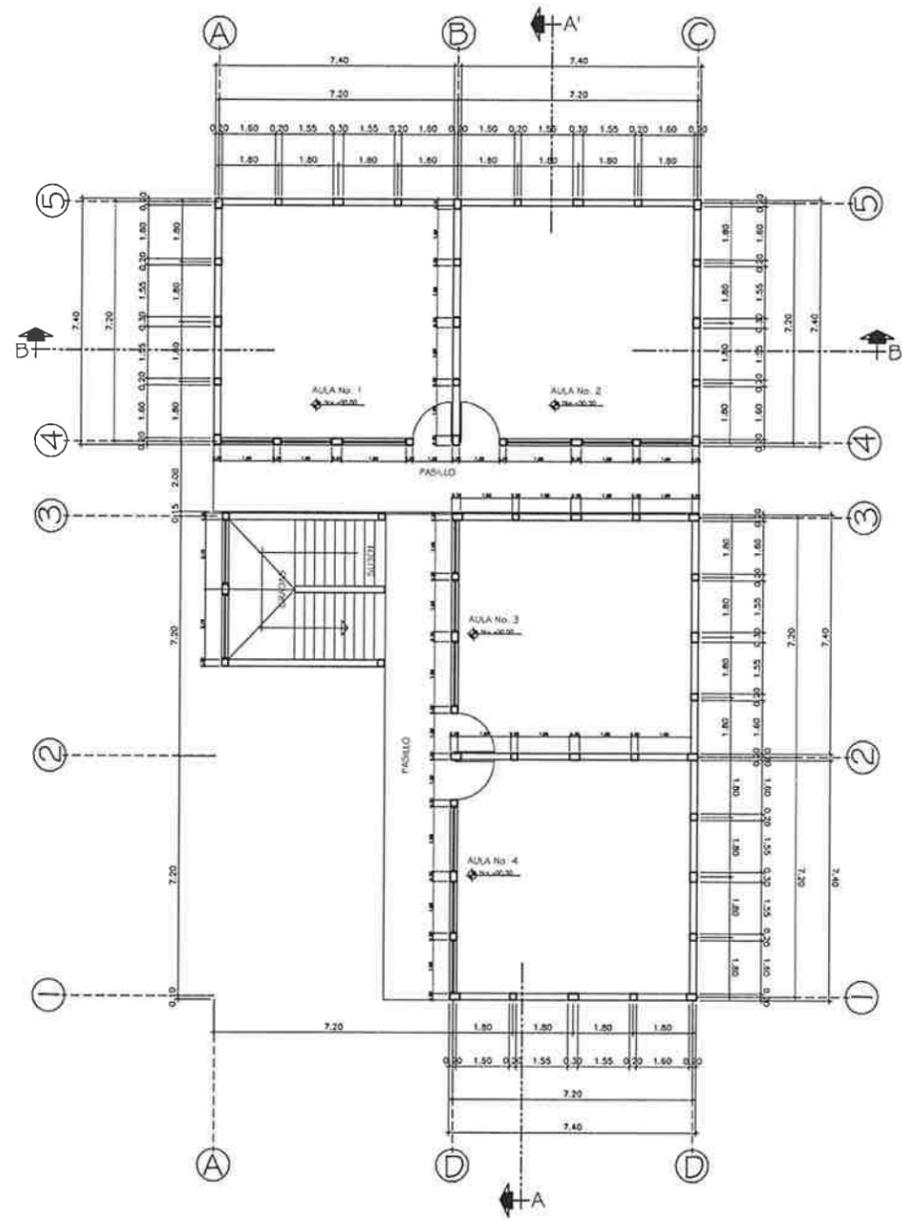
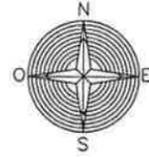
MUNICIPALIDAD DE MAZATECO

PROYECTO:
DISEÑO DE AMPLIACION DE ESCUELA LA ROSA LOS ALMENDROS

CONTENIDO:
PLANTA AMUEBLADA SUPERVISOR(A) DE EPS

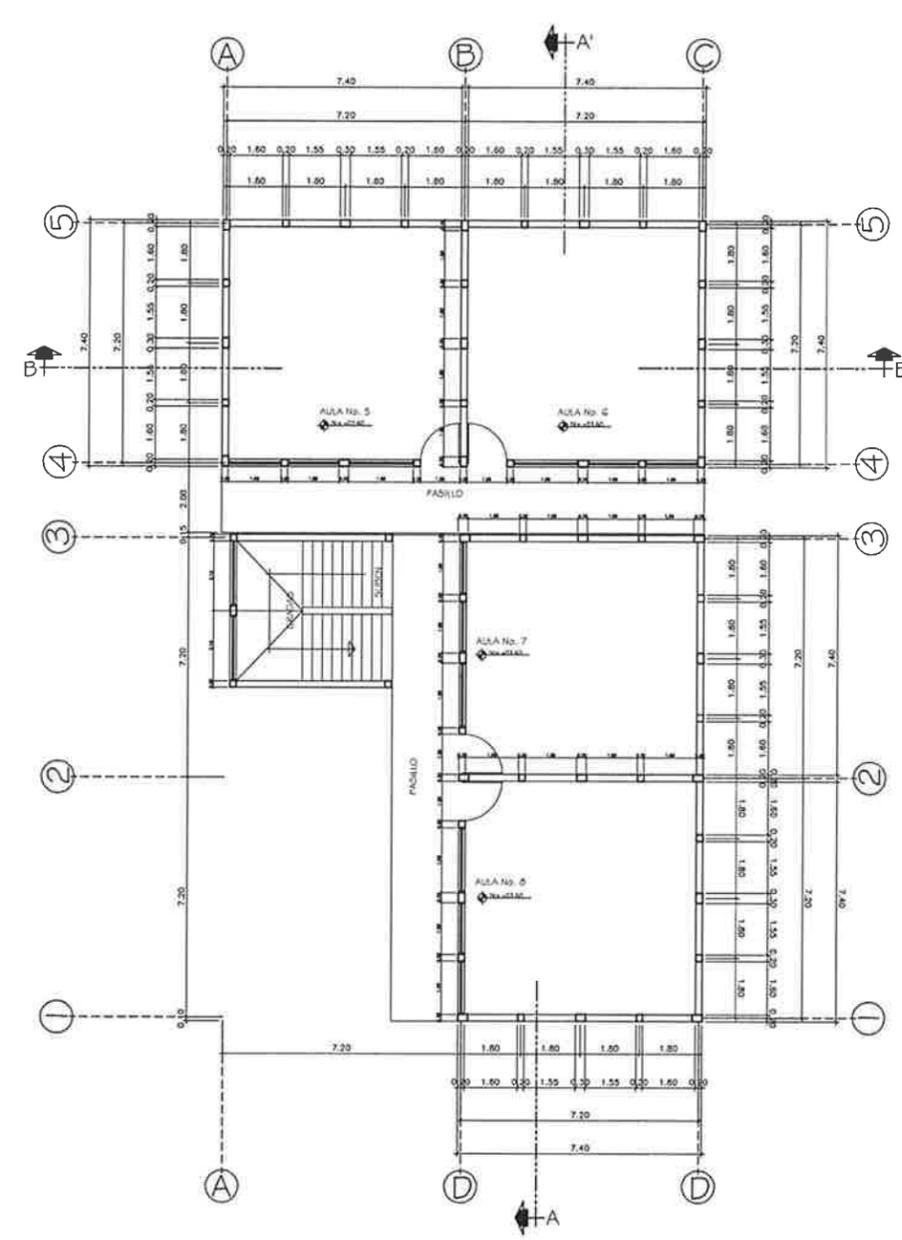
FECHA:
02
11





PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL

ESC 1/100



PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL

ESC 1/100

SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	INDICA
	LÍNEA DE CORTE
	NIVEL DE PISO TERMINADO



DISEÑO:
Carola Flores
CÁLCULO:
Carola Flores
DIBUJO:
Carola Flores
ESCALA:
Indicada
FECHA:
Septiembre 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

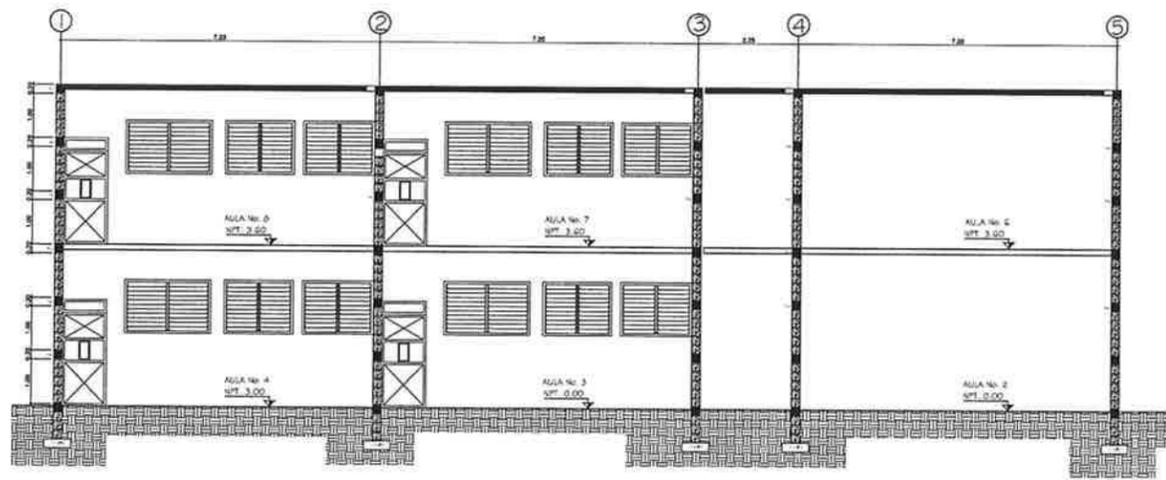
MUNICIPALIDAD DE MAZATEMANO

PROYECTO:
DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE ESCUELA CON LOS ALMENDROS

CONTENIDO:

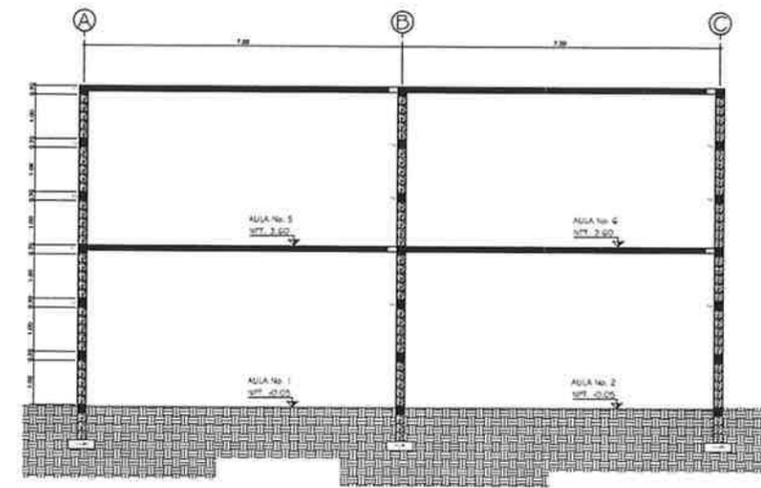
Fecha:
03/11/13





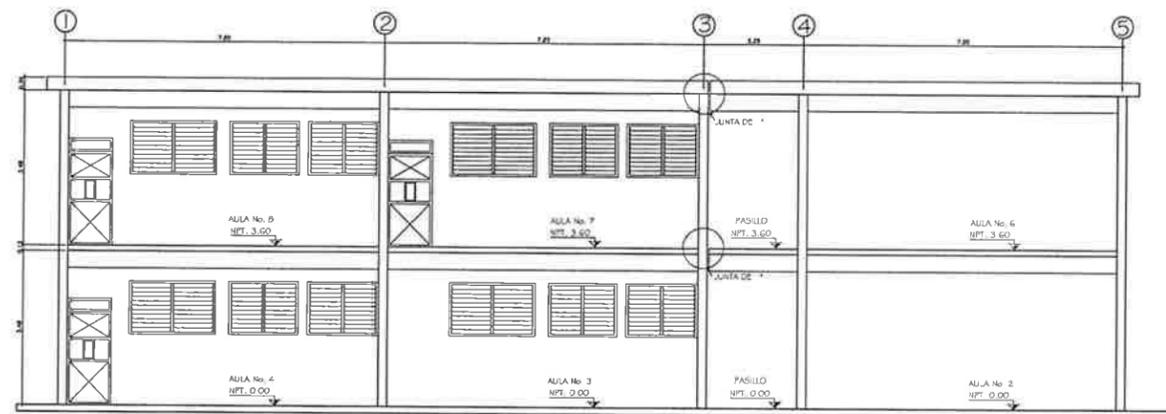
CORTE A - A'

ESC 1/75



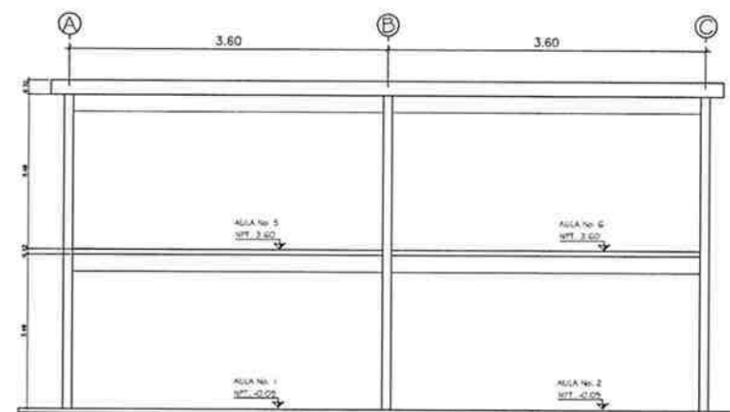
CORTE B - B'

ESC 1/75



ELEVACION OESTE

ESC 1/100



ELEVACION NORTE

ESC 1/75

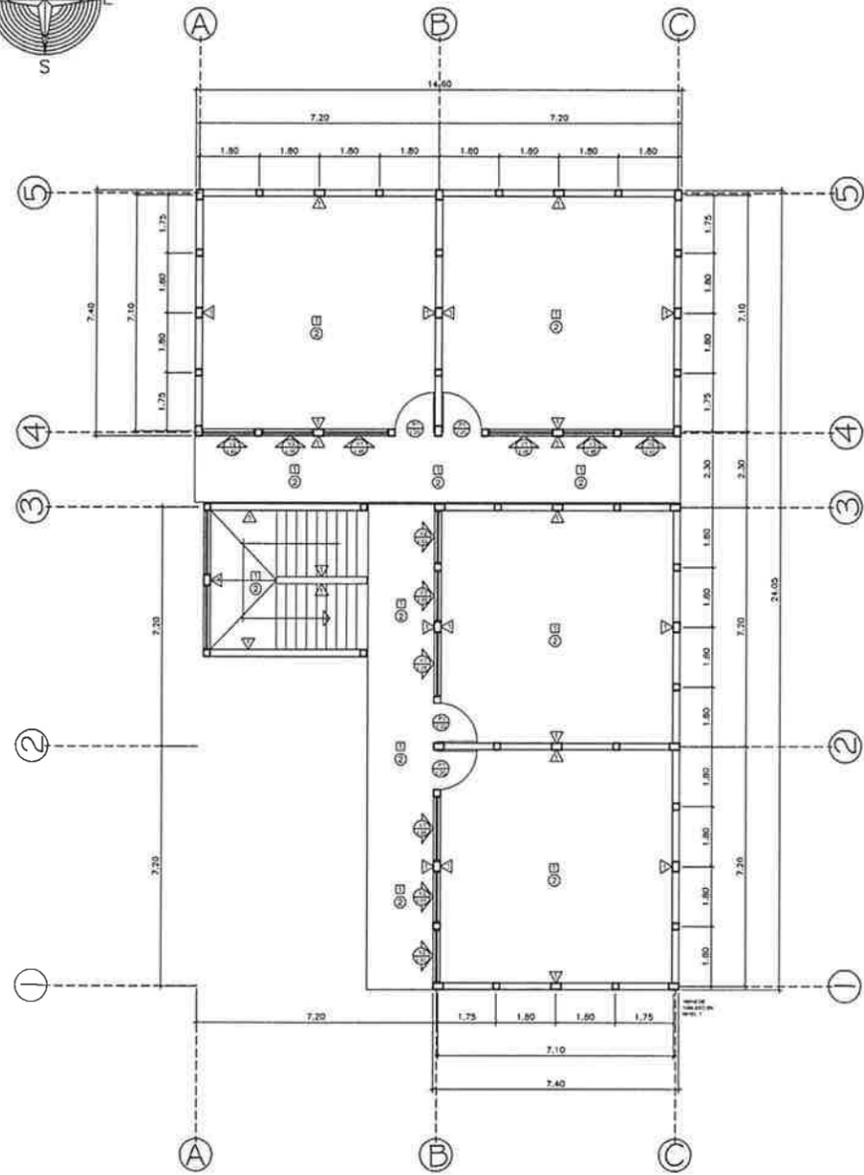
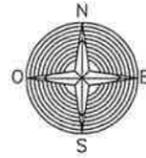


DISEÑO:
Carola Flores
CALCULO:
Carola Flores
DIBUJO:
Carola Flores
ESCALA:
Indicada
FECHA:
Septiembre 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

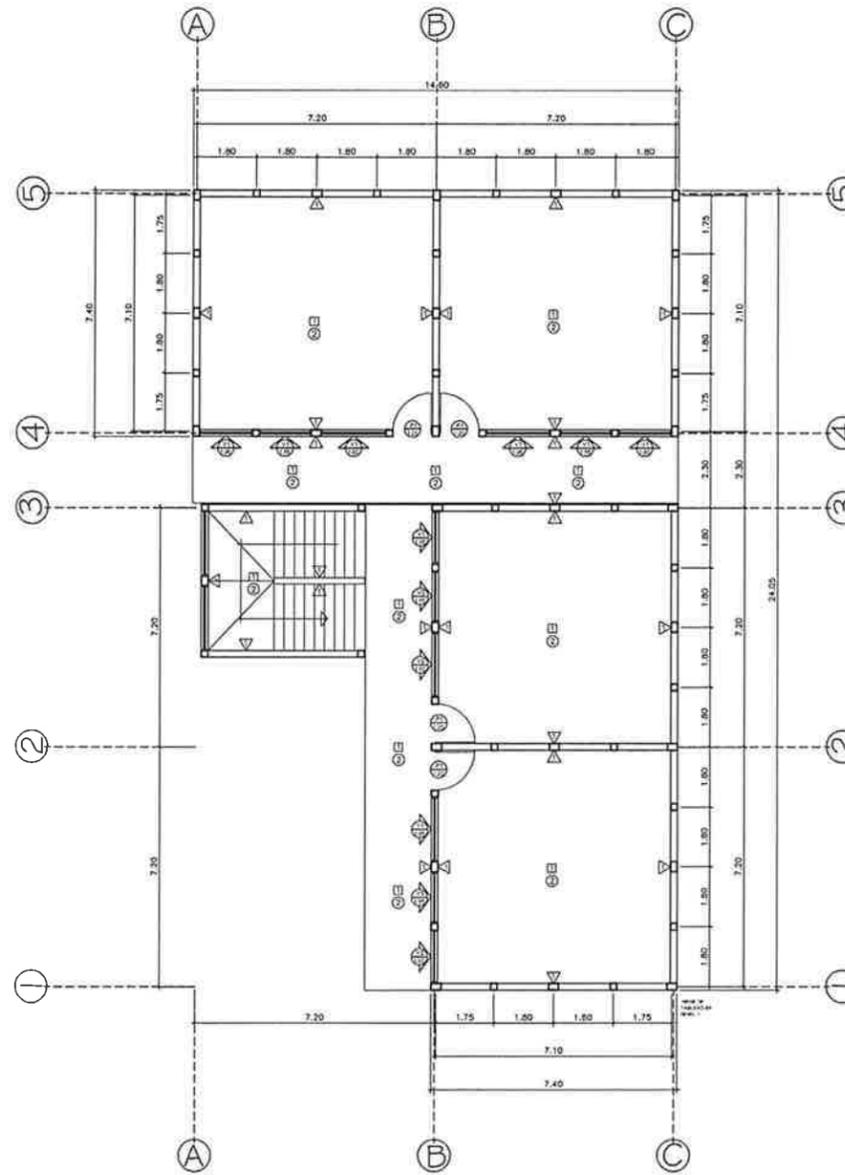
MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO
PROYECTO:
DISEÑO DE AMPLIACION DE ESCUELA COLONIA LOS CAJONEROS
CONTENIDO:
SECCIONES Y ELEVACIONES
11

Universidad de San Carlos de Guatemala
SUPERVISOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
Municipalidad de Mazatenango
Escuela de Ingenieria y EPS
Escuela de Ingenieria



PLANTA ACABADOS PRIMER NIVEL

ESC 1/100



PLANTA ACABADOS SEGUNDO NIVEL

ESC 1/100

SIMBOLOGIA:

PISOS :

1 PISO CERAMICO

MUROS :

1 REPELLO + ALISADO TRADICIONAL (FINO)

CIELOS :

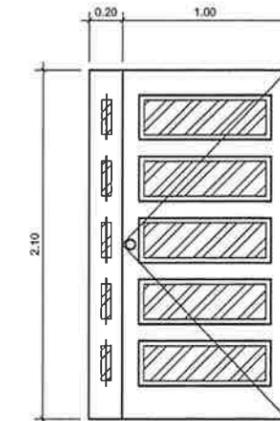
1 REPELLO + CERNIDO FINO REMOLINEADO

PUERTAS :

P1 1.20 VER DETALLES DE PUERTA

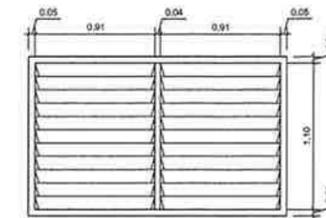
VENTANAS :

V1 2.35 VER DETALLES DE VENTANA



DETALLE DE PUERTA P-1

ESCALA 1/10

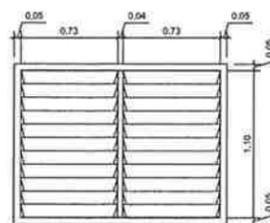


DETALLE DE VENTANA V-1

ESCALA 1/25

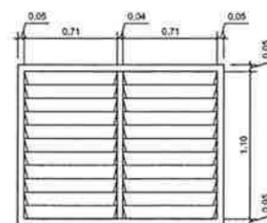
PLANILLA DE PUERTAS					
TIPO	ANCHO	DINTEL	CANTIDAD	MATERIAL	OBSERVACIONES
P1	1.20	2.10	08	METAL	

PLANILLA DE VENTANAS					
TIPO	ANCHO	SILLAR	DINTEL	CANTIDAD	MATERIAL
V1	1.95	1.60	2.80	12	PVC BLANCO DE PALETA
V2	1.60	1.60	2.80	08	PVC BLANCO DE PALETA
V3	1.55	1.60	2.80	08	PVC BLANCO DE PALETA



DETALLE DE VENTANA V-2

ESCALA 1/25



DETALLE DE VENTANA V-3

ESCALA 1/25

NOTAS:

PUERTAS:

1. TUBERIA METALICA DE 1/2" DE DIAMETRO EN LOS PUERTOS DE 1.20 DE ANCHO.

2. CHAPAL.

3. SI HAY QUE USAR CERRAJES DE ALTA SEGURIDAD USAR.



DISEÑO: Carole Flores
 CALCULO: Carole Flores
 DIBUJO: Carole Flores
 ESCALA: Indicada
 FECHA: Septiembre 2013

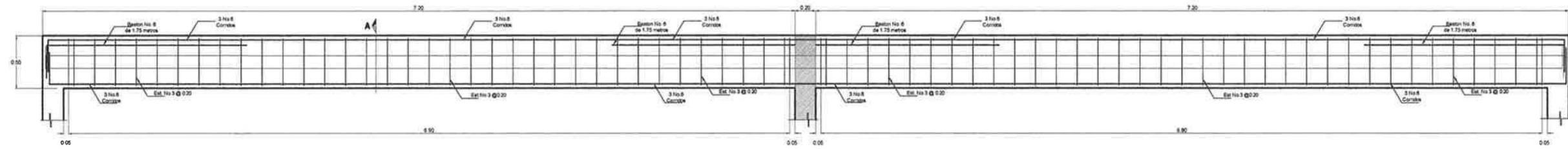
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACION DE ESCUELA COLONIA LOS ALMENDROS

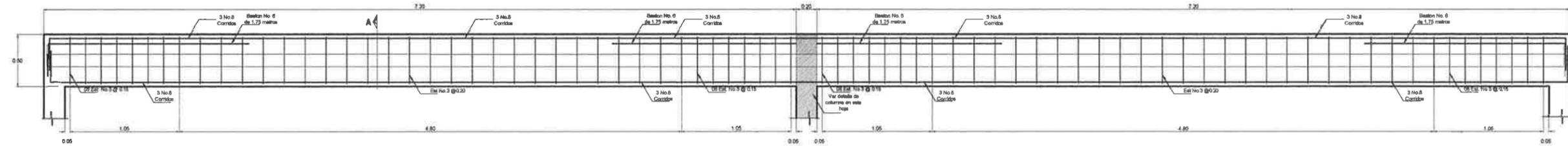
CONTENIDO: PLANTA ACABADOS (A) - SUPERVISOR (A) DE EPS

FECHA: 05 de Septiembre 2013



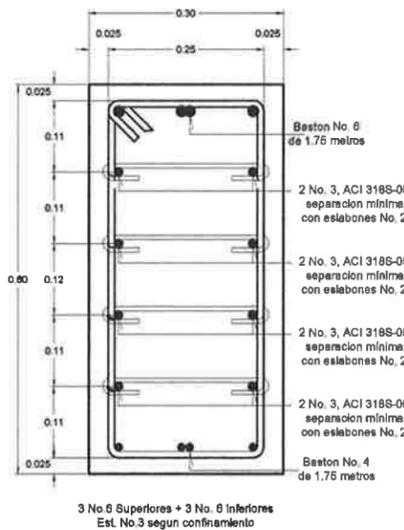
CORTE DE VIGA 1

ESCALA 1/20



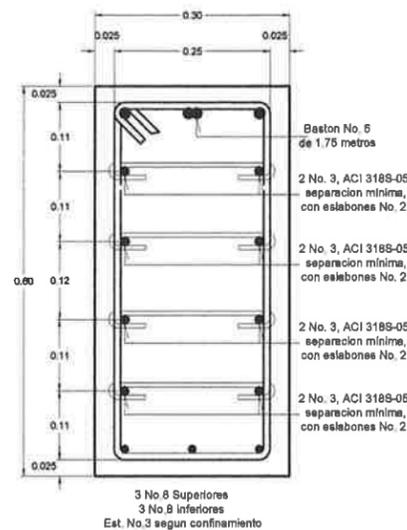
CORTE DE VIGA ENTREPISO

ESCALA 1/20



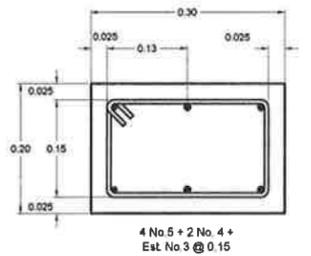
DETALLE DE VIGA 1

ESCALA 1/5



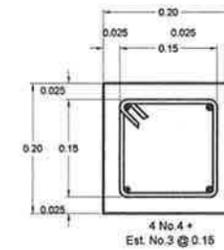
DETALLE DE VIGA ENTREPISO

ESCALA 1/5



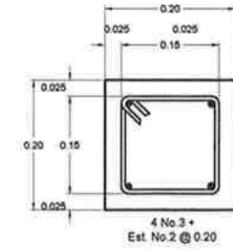
DETALLE DE COLUMNA C-1

ESCALA 1/5



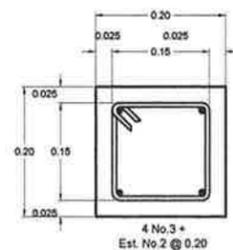
DETALLE DE COLUMNA C-2

ESCALA 1/5



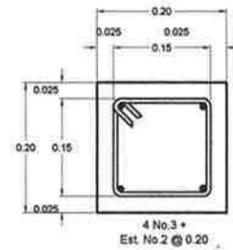
DETALLE DE S.H.

ESCALA 1/5



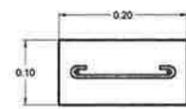
DETALLE DE S.I.

ESCALA 1/5



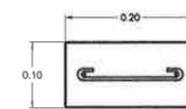
DETALLE DE S.C.

ESCALA 1/5



DETALLE DE SILLAR.

ESCALA 1/5

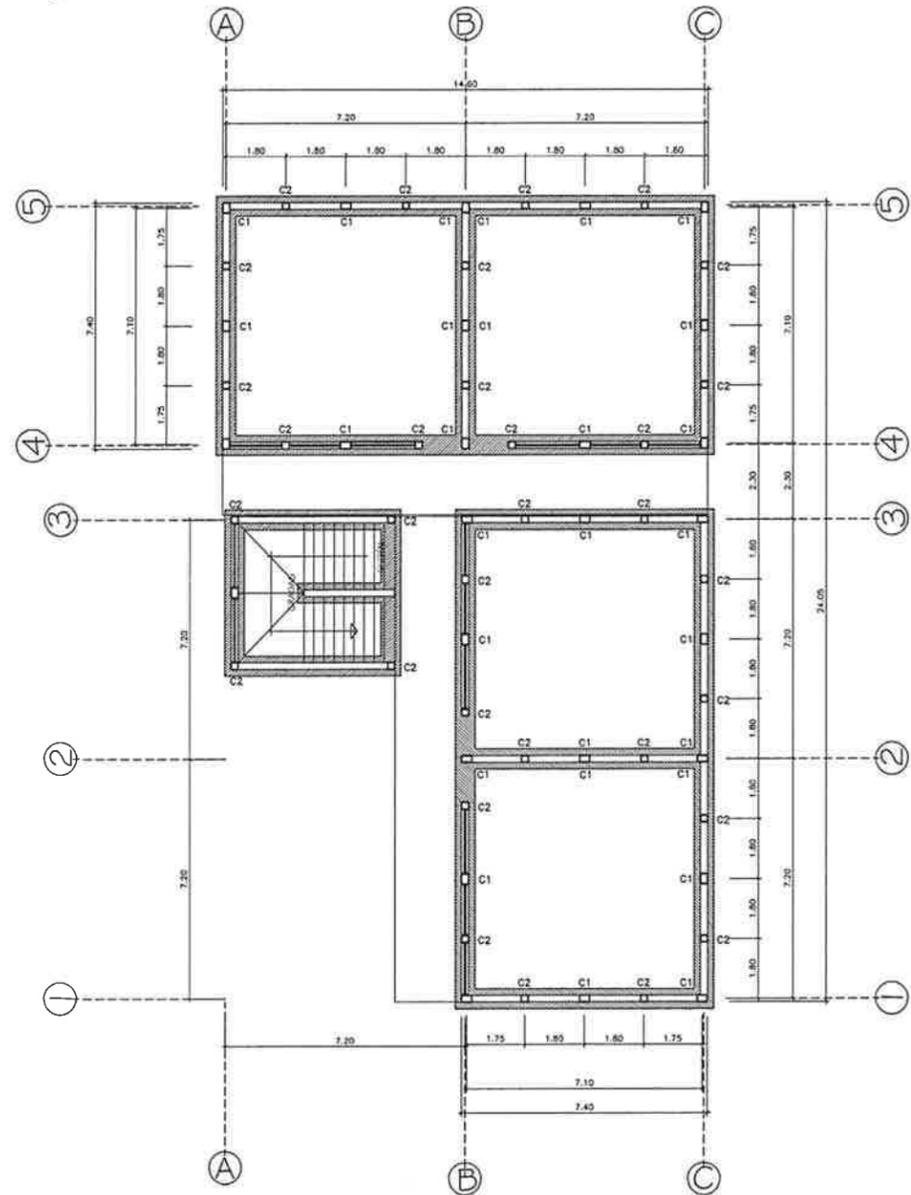
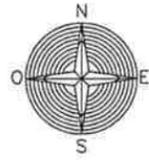


DETALLE DE DINTEL.

ESCALA 1/5

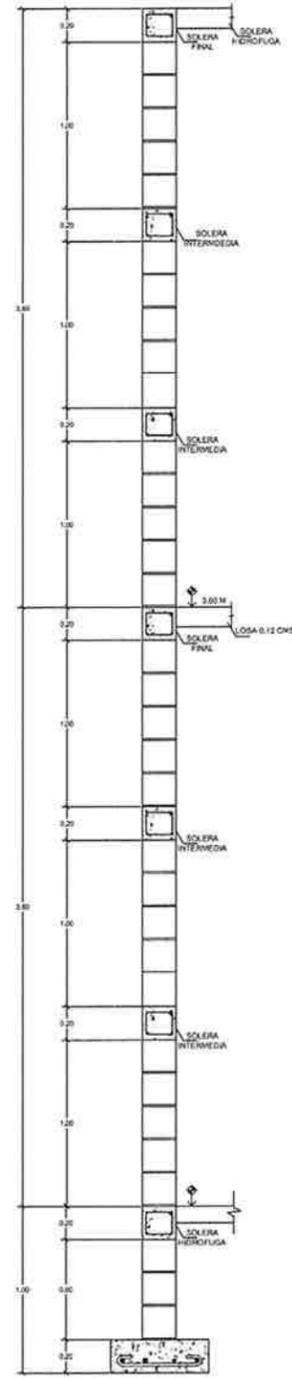


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE MAZATECO	
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE ESCUELA COLONIA LOS ALMENDROS	
DISEÑO: Carlos Flores	VERIFICADO: [Signature]
CÁLULO: Carlos Flores	FECHA: Septiembre 2012
DELUJO: Carlos Flores	
ESCALA: Indica	
FECHA: Septiembre 2012	



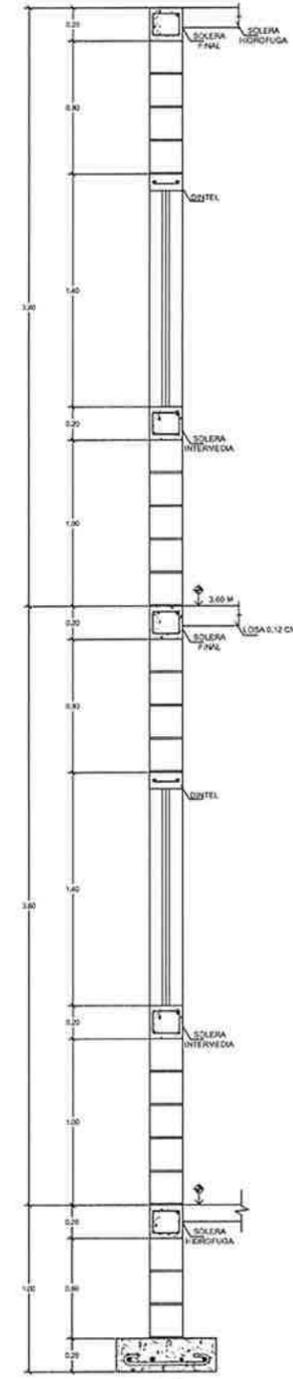
PLANTA DE CIMENTACIÓN PRIMER NIVEL

ESCA 1/100



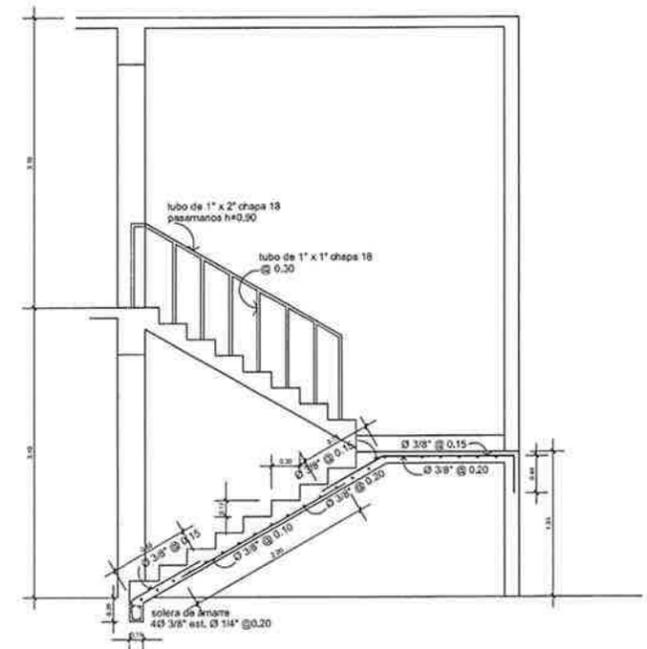
CORTE DE MURO TÍPICO

ESCALA 1/20



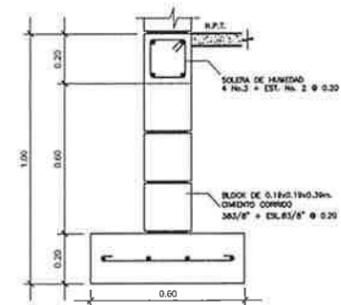
CORTE DE MURO TÍPICO

ESCALA 1/20



DETALLE DE ESCALERA Y PASAMANOS

ESCA 1/25



CIMIENTO CC-1

ESCA 1/10

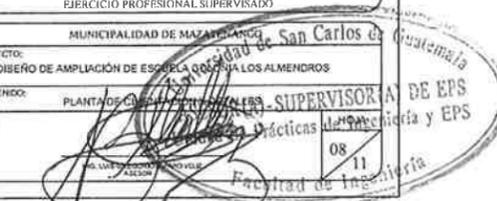
SIMBOLOGIA

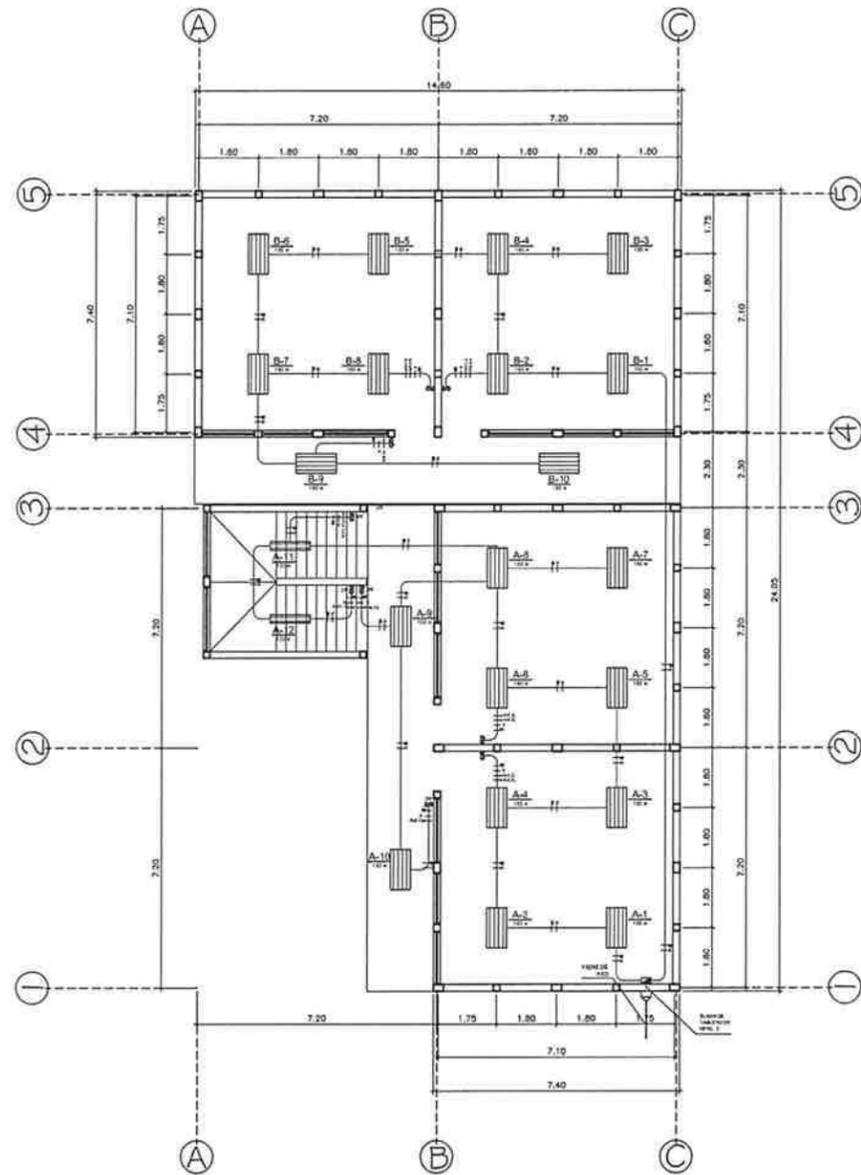
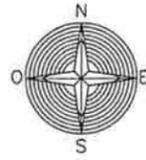
SIMBOLO	DESCRIPCION
	SIMBOLOGIA DE CIMENTO CORRIDO
C-1	VIGA TIPO 1
C-2	VIGA TIPO ENTREPISO



DISEÑO:
Carola Flores
CALCULO:
Carola Flores
DIBUJO:
Carola Flores
ESCALA:
Indicada
FECHA:
Septiembre 2013

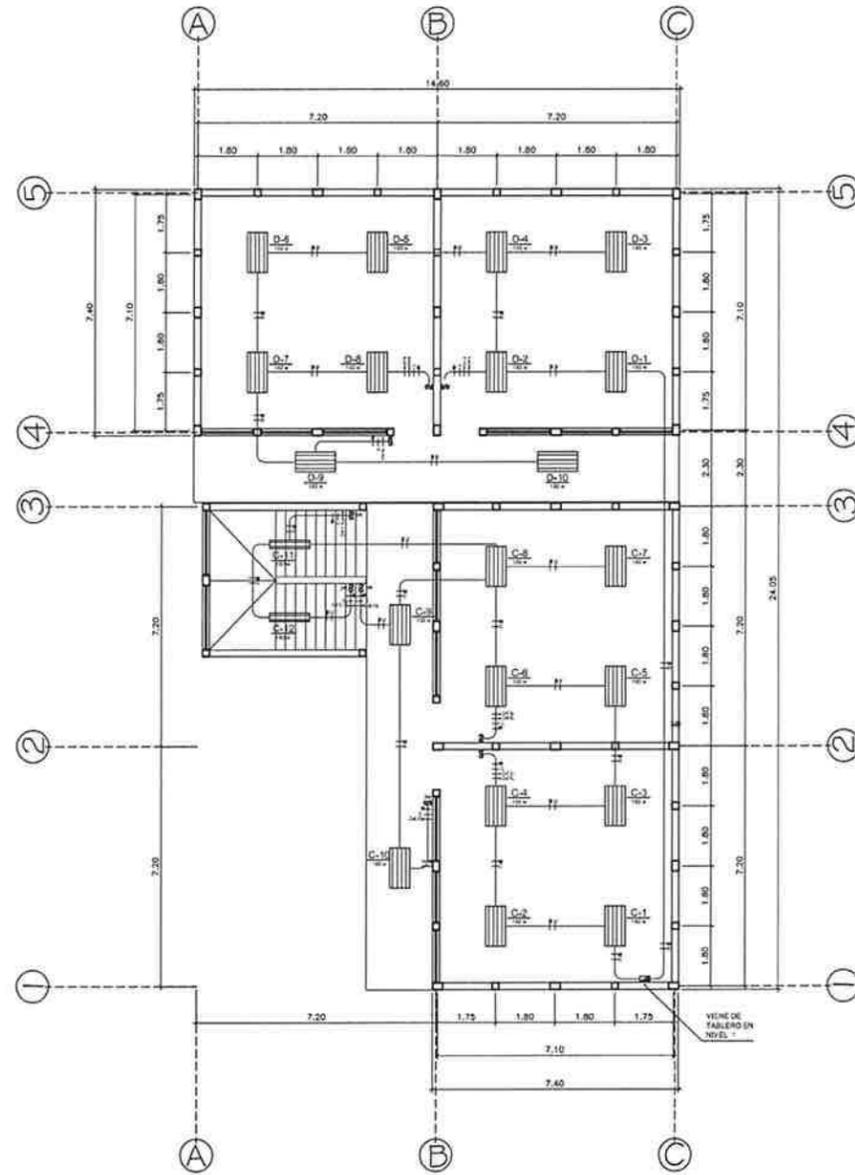
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE MAZATECUNO de San Carlos de Guatemala
PROYECTO:
DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE ESCUELA PRIMARIA LOS ALMENDROS
CONTENIDO:
PLANTINGOS CIMENTACIÓN Y PASAMANOS SUPERVISORIAL DE EPS
FECHA:
08/11
Facultad de Ingeniería





PLANTA DE ILUMINACIÓN PRIMER NIVEL

ESC 1/100

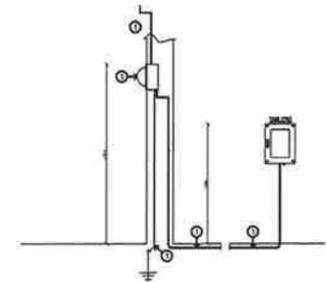


PLANTA DE ILUMINACIÓN SEGUNDO NIVEL

ESC 1/100

ELECTRICA (ILUMINACION)

	TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL H: 1.80 M, S.N.P.T.
	CONTADOR ELECTRICO
	TUBERIA POLIDUCTO EN CIELO
	RETORNO DE UNIDAD
	CONDUCTOR ACTIVO, CIRCUITO
	NEUTRO
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TREE WAY
	LAMPARA EN CIELO 4 CANDELAS
	LAMPARA EN CIELO 2 CANDELAS
	IDENTIFICACION DE UNIDADES ELECTRICAS



DETALLE DE ACOMETIDA ELECTRICA
SIN ESCALA

NOTAS

- ① CONTADOR ELECTRICO CLASE 100
- ② ACOMETIDA ELECTRICA TUBO PVC Ø2"
- ③ TUBO CONDUIT GALV. Ø2" PARA ACOMETIDA DE LA EEGSA
- ④ CONEXION DE VARILLA DE TIERRA 5/8" x 8' CON CABLE # 6 AWG



DISEÑO:
Cecilia Flores
CÁLCULO:
Cecilia Flores
DIBUJO:
Cecilia Flores
ESCALA:
Indicada
FECHA:
Septiembre 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO

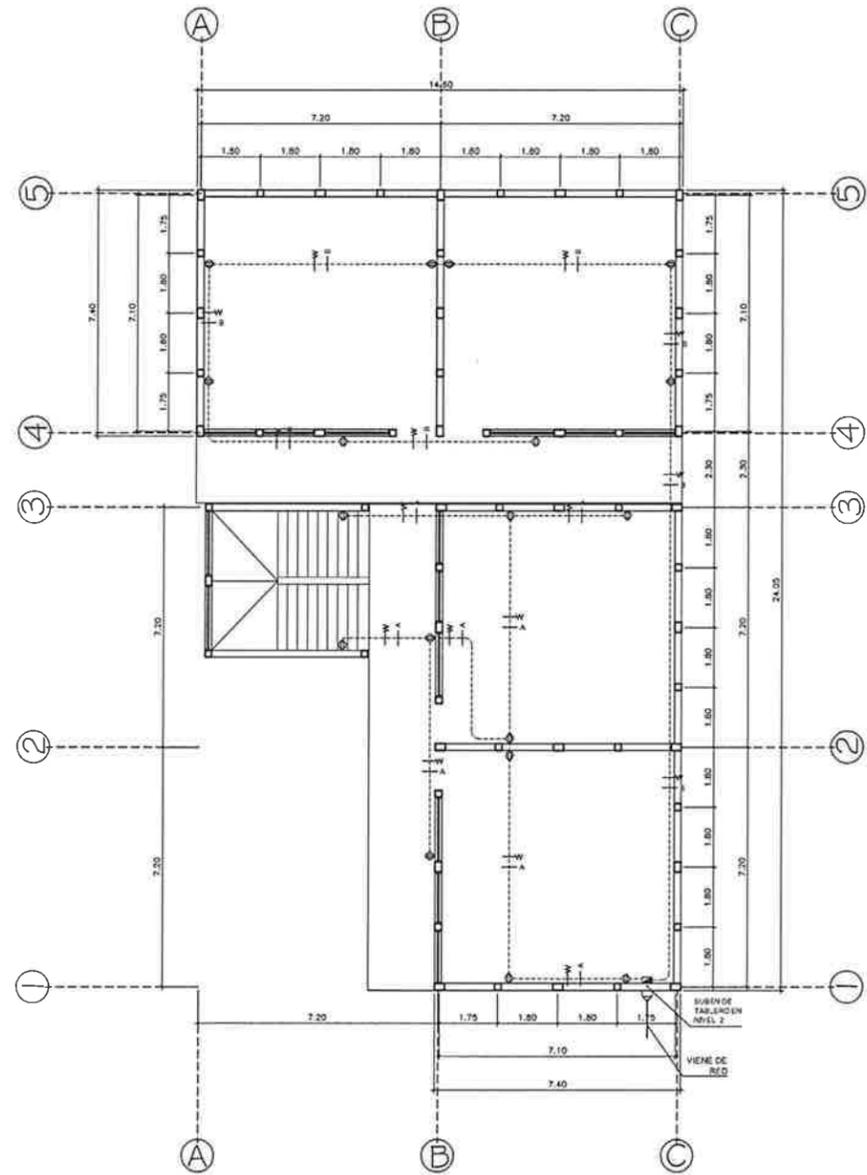
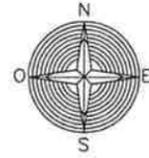
PROYECTO:
DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE ESCUELA PRIMARIA LOCALMENDROS

CONTENIDO:
PLANTAS DE ILUMINACION

FECHA:
11

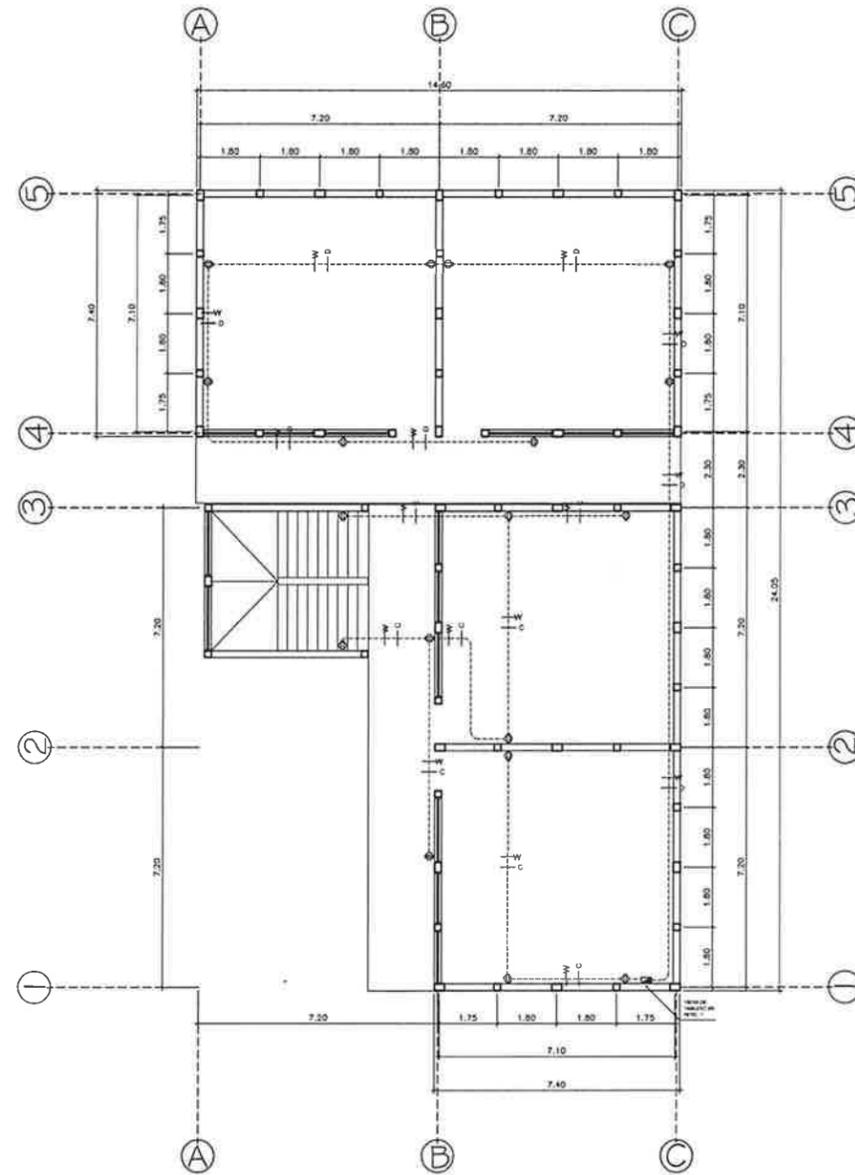
11

Facultad de Ingeniería



PLANTA DE FUERZA PRIMER NIVEL

ESC 1/100

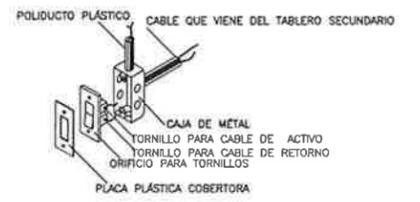
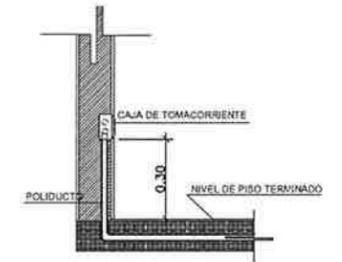


PLANTA DE FUERZA SEGUNDO NIVEL

ESC 1/100

ELECTRICA (FUERZA)	
	TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL
	CONTADOR ELECTRICO
	TUBERIA POLIDUCTO EN CIELO
	INTERRUPTOR DOBLE POLARIZADO
	CONDUCTOR ACTIVO, CIRCUITO
	NEUTRO
A, B, C, D	IDENTIFICACION DE CIRCUITOS

ESPECIFICACIONES	
-	TODAS LAS UNIONES Y EMPALMES DEBERAN SER DEBIDAMENTE ABILADOS.
-	POR NINGUN MOTIVO SE PODRAN MEZCLAR LOS CIRCUITOS DE ILUMINACION CON LOS CIRCUITOS DE FUERZA.
-	SE UTILIZARAN TUBERIAS INDEPENDIENTES PARA LOS CIRCUITOS DE ILUMINACION Y FUERZA.
-	SE UTILIZARA ALAMBRE DE COBRE CALIBRE 10 AWG CON FORRO TERMOPLASTICO TM PARA ACTIVOS Y NEUTROS Y PARA RETORNOS ALAMBRE CALIBRE 12 SEGUN CALCULO.
-	TOODOS LOS ACCESORIOS A EMPLEAR SERAN DE LA LINEA "BICINOT".
-	PARA TUBERIA SUBTERRANEA, SE EMPLEARA POLIDUCTO DE 3/4" SEGUN CALCULO.
-	LA ALTURA PARA TOMACORRIENTES SERA DE 30 MTS. SOBRE EL NIVEL DE PISO.
-	LA ALTURA PARA APAGADORES SERA DE 120 MTS. SOBRE EL NIVEL DE PISO.



DETALLE DE TOMACORRIENTE SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE MAZATECO, San Carlos, Guatemala

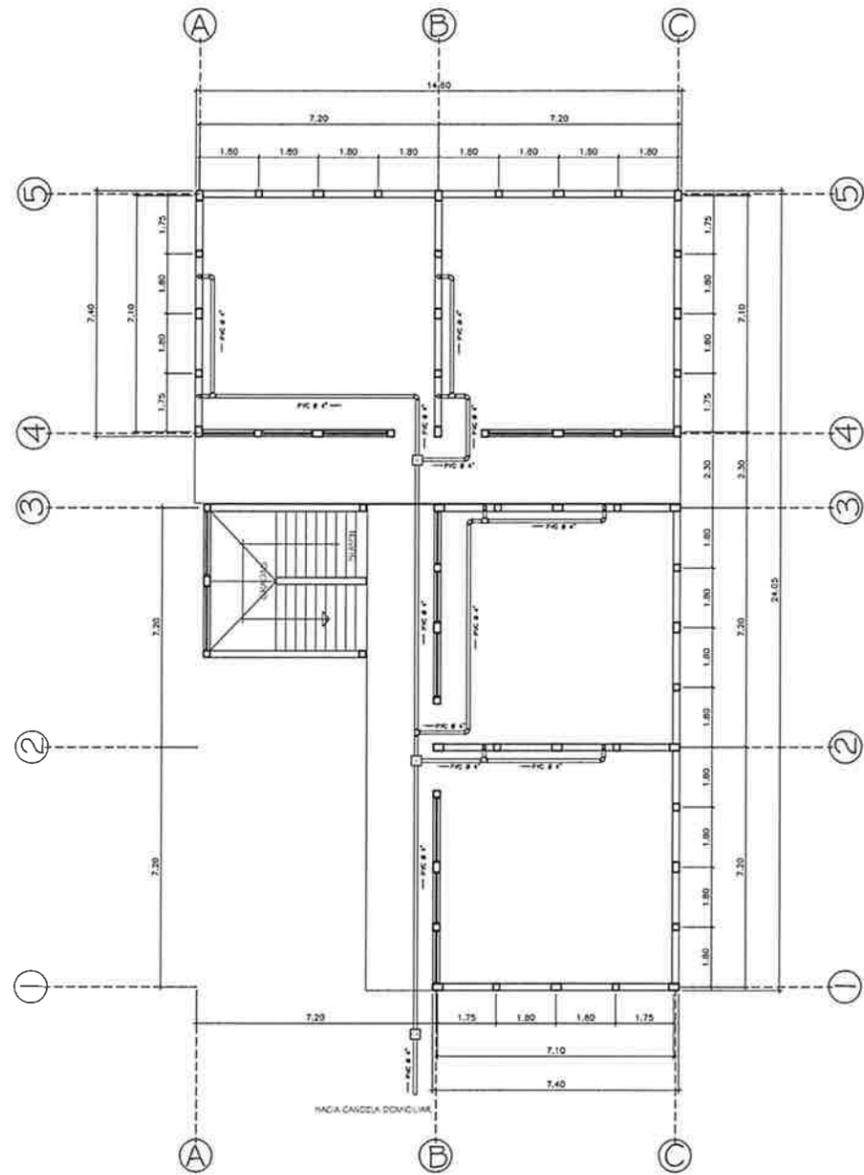
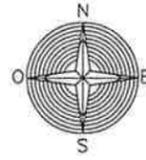
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACION DE ESCUELA COLUMA LOS ALMENDROS

CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA (A) - SUPERVISADO

FECHA: Septiembre 2013

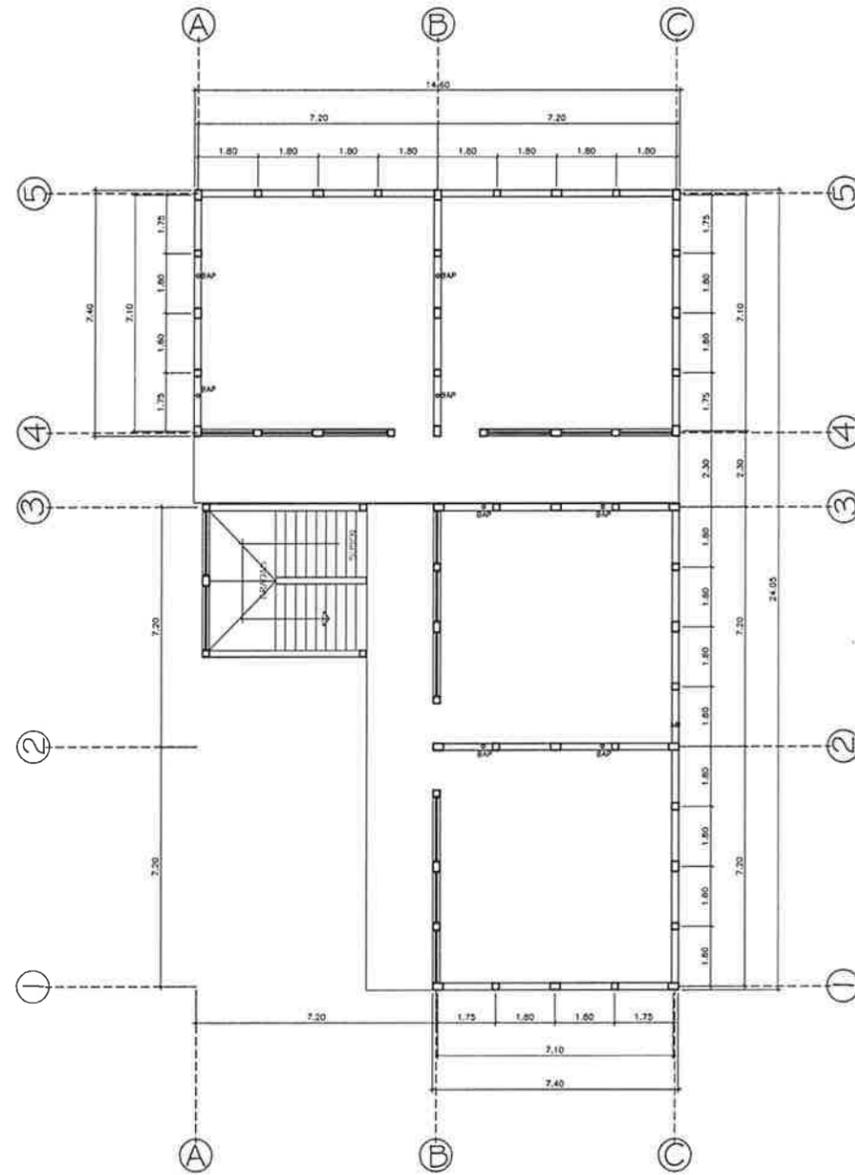
10
11

Facultad de Ingeniería



PLANTA DE DRENAJE PRIMER NIVEL

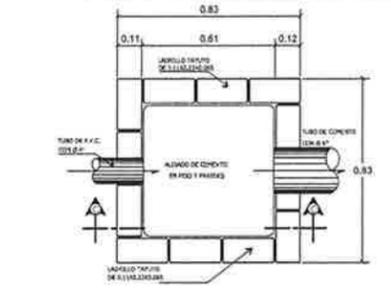
ESC 1/100



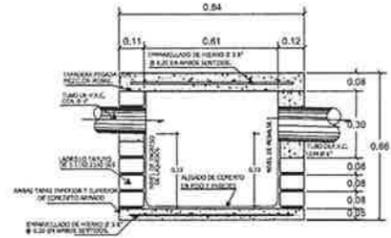
PLANTA DRENAJE SEGUNDO NIVEL

ESC 1/100

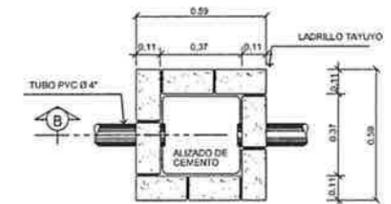
SIMBOLOGIA DE INSTALACION DRENAJES Y AGUA PLUVIAL	
	TUBERIA DE AGUAS PLUVIALES
	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	CODO A 90° HORIZONTAL
	CODO A 90° VERTICAL
	TEE SANITARIO HORIZONTAL
	CAJA UNIÓN
	CAJA DE REGISTRO
	DIRECCION DE PENDIENTE



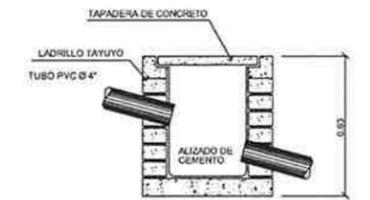
PLANTA
DETALLE DE CAJA DE REGISTRO ESCALA 1/15



SECCION A-A
DETALLE DE CAJA DE REGISTRO ESCALA 1/15



PLANTA
DETALLE DE CAJA UNIFICADORA ESCALA 1/15



SECCION B-B
DETALLE DE CAJA UNIFICADORA ESCALA 1/15



DISEÑO:
Cecilia Flores
CALCULO:
Cecilia Flores
DIBUJO:
Cecilia Flores
ESCALA:
Indicada
FECHA:
Septiembre 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO

PROYECTO:
DISEÑO DE AMPLIACION DE ESCUELA COLONIAL DE MAZATENANGO

CONTENIDO:
PLANTA DRENAJE

NO. 11

11

Facultad de Ingeniería



ANEXOS

- Memoria de cálculo del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Los Almendros.
- Memoria de cálculo de la escuela para la colonia Los Almendros
- Resultados de ensayos de suelo

Memoria de cálculo drenaje sanitario colonia Los Almendros

DE	A	COTA DE		DH (m)	No. TUBOS	Diametro propuesto (pulgadas)	S% Terreno	VIVIENDA		Habitantes		Fqm	Factor de Harmond Actual	Factor de Harmond Futuro	Q actual (l/s)	Q futuro (l/s)	Q (l/s) Infiltración
		INICO	FINAL					S% Terreno	Acumuladas	Actuales	Futuros						
4	3	112.86	107.86	54.86	10.00	6	9.11	8	8	64	130	0.002	4.29	4.21	0.55	1.10	0.0182
3	2	107.86	105.69	44.36	8.00	6	4.89	7	15	120	244	0.002	4.22	4.11	1.01	2.01	0.0153
2	1	105.69	103.95	59.71	10.00	6	2.91	7	22	176	359	0.002	4.17	4.04	1.47	2.90	0.018
1		103.95															
4	5	112.86	109.39	94.80	16.00	6	3.66	15	15	120	244	0.002	4.22	4.11	1.01	2.01	0.0328
5	6	109.39	106.28	53.85	9.00	6	5.78	8	23	184	375	0.002	4.16	4.04	1.53	3.03	0.0181
6	7	106.28	105.56	5.84	1.00	6	12.40	1	24	192	391	0.002	4.15	4.03	1.60	3.15	0.0021
7	8	105.56	101.05	34.67	6.00	6	12.99	2	28	208	424	0.002	4.14	4.01	1.72	3.40	0.0083
8		101.05															
4	11	112.86	112.54	43.45	8.00	6	0.74	4	4	32	65	0.002	4.35	4.29	0.40	0.56	0.0120
11	12	112.54	112.43	42.14	8.00	6	0.26	6	6	48	98	0.002	4.32	4.25	0.41	0.83	0.01390
12	17	112.43	112.41	42.99	8.00	6	0.05	7	13	104	212	0.002	4.24	4.14	0.88	1.75	0.01510
17	21	112.41	112.46	42.75	8.00	6	-0.12	11	24	192	391	0.002	4.15	4.03	1.60	3.15	0.01930
21	25	112.46	112.20	42.28	8.00	6	0.62	8	32	256	521	0.002	4.11	3.96	2.10	4.14	0.0160
25	29	112.20	111.71	41.75	7.00	6	1.17	7	39	312	636	0.002	4.07	3.92	2.54	4.98	0.01480
29	33	111.71	110.97	41.94	7.00	6	1.76	8	47	376	766	0.002	4.03	3.87	3.03	5.93	0.01590
33	37	110.97	110.36	42.01	7.00	6	1.45	6	53	424	864	0.002	4.01	3.84	3.40	6.63	0.01380
37	41	110.36	110.41	25.22	5.00	6	-0.19	4	57	456	929	0.002	3.99	3.82	3.64	7.10	0.00870
41	48	110.41	110.88	42.11	8.00	6	-1.11	6	63	504	1027	0.002	3.97	3.79	4.00	7.79	0.01380
48	53	110.88	110.65	45.56	8.00	6	0.51	7	74	592	1206	0.002	3.94	3.75	4.66	9.04	0.01550
53	55	110.65	108.85	46.96	8.00	6	3.83	10	84	672	1369	0.002	3.90	3.71	5.25	10.15	0.0190
55	57	108.85	106.52	40.30	7.00	6	5.78	15	99	792	1613	0.002	3.86	3.66	6.12	11.80	0.02310
57	59	106.52	104.52	43.09	8.00	6	4.64	16	115	920	1874	0.002	3.82	3.61	7.03	13.52	0.02470
59	61	104.52	102.73	42.87	8.00	6	4.18	16	131	1048	2135	0.002	3.79	3.56	7.94	15.22	0.02460
61	63	102.73	101.21	43.35	8.00	6	3.51	16	147	1176	2396	0.002	3.75	3.52	8.83	16.88	0.02470
63	65	101.21	100.02	29.95	5.00	6	3.97	19	166	1328	2705	0.002	3.72	3.48	9.87	18.83	0.02550
65		100.02															
12	13	112.43	109.76	74.75	13.00	6	3.57	10	10	80	163	0.002	4.27	4.18	0.68	1.36	0.02390
13	14	109.76	107.87	56.16	10.00	6	3.37	9	19	152	310	0.002	4.19	4.07	1.27	2.52	0.0195
14	15	107.87	107.78	10.83	2.00	6	0.83	3	22	176	359	0.002	4.17	4.04	1.47	2.90	0.00510
15		107.78				6											

Continuación de la memoria de cálculo

S% de tubería propuesta	Area de la tubería (m ²)	Velocidad de la sección	Q (l/s) a sección llena	Relacion q/Q actual	v/v	Velocidad (m/s)	d/D	Relacion q/Q futuro	v/v	Velocidad (m/s)	d/D	Altura de Pozo	Cola Invert de Salida	Cola* Invert de Entrada
					Actual	Actual	Actual	Futuro	Futuro	Futuro				
1.10	0.01824	1.19	21.66	0.0185	0.386	0.45804	0.094	0.02582	0.42604	0.50592	0.11	1.67	106.44	106.19
0.30	0.01824	0.62	11.31	0.1467	0.713	0.44245	0.258	0.28944	0.86512	0.5365	0.37	1.89	106.11	106.12
0.25	0.01824	0.57	10.33	0.3175	0.888	0.50244	0.387	0.81977	1.05262	0.59591	0.57	2.11	108.04	106.00
1.20	0.01824	1.24	22.62	0.2033	0.783	0.97135	0.305	0.39437	0.94043	1.16641	0.44	2.16	106.39	106.23
1.30	0.01824	1.29	23.55	0.25	0.83	1.07179	0.34	0.4825	0.99049	1.27867	0.49	2.21	105.59	105.77
0.70	0.01824	0.95	17.28	0.43	0.962	0.9114	0.458	0.8256	1.11686	1.05799	0.69	2.24	105.51	105.59
1.75	0.01824	1.50	27.32	0.3272	0.894	1.33952	0.393	0.62545	1.0553	1.58062	0.57	2.25	106.55	106.16
4.10	0.01824	2.29	41.82	0.2387	0.82	1.87952	0.332	0.4551	0.97814	2.2379	0.47	2.25	106.02	105.10
0.50	0.01824	0.80	14.60	0.7798	1.106	0.88527	0.664	1.482	1.12431	0.90013	0.9	2.14	106.11	105.99
												2.96	104.48	104.56
3.90	0.00811	1.71	13.83	0.059	0.546	0.93132	0.164	0.11737	0.66944	1.14231	0.23	1.3	105.60	105.25
3.35	0.01824	2.07	37.80	0.0371	0.475	0.98492	0.131	0.07339	0.58324	1.20866	0.18	1.33	104.20	104.28
0.30	0.01824	0.62	11.31	0.124	0.68	0.42141	0.237	0.24525	0.82633	0.51245	0.34	1.46	105.32	105.10
1.00	0.01824	1.13	20.65	0.0679	0.57	0.64501	0.176	0.13433	0.6959	0.78792	0.25	1.68	103.48	103.56
2.10	0.01824	1.64	29.93	0.0576	0.542	0.88884	0.162	0.11354	0.66274	1.08739	0.23	1.68	104.26	104.34
1.20	0.01824	1.24	22.62	0.1068	0.651	0.80721	0.22	0.20953	0.79017	0.98005	0.31	1.72	102.43	102.51
2.60	0.01824	1.83	33.30	0.0948	0.628	1.14628	0.207	0.18515	0.76322	1.39339	0.29	1.68	103.45	103.00
3.75	0.01824	2.19	39.99	0.1061	0.649	1.42307	0.219	0.20612	0.78737	1.72635	0.31	1.67	101.56	101.64
1.25	0.01824	1.27	23.09	0.2247	0.807	1.02096	0.322	0.43482	0.96498	1.22152	0.46	1.69	102.30	102.30
3.30	0.01824	2.06	37.52	0.16	0.732	1.50575	0.27	0.30866	0.88053	1.81107	0.38	1.68	101.24	111.32
1.50	0.01824	1.39	25.29	0.2826	0.859	1.19124	0.363	0.54299	1.02042	1.415	0.53	1.68	111.34	111.32
1.25	0.01824	1.27	23.09	0.3558	0.915	1.15867	0.412	0.68159	1.07536	1.38127	0.61	1.69	107.95	108.03
												4.23	106.38	106.46
0.75	0.01824	0.96	17.89	0.0224	0.400	0.40078	0.103	0.0238	0.41621	0.40811	0.11	1.2	106.18	106.18
												3.45	105.94	106.02
0.60	0.01824	0.88	16.00	0.0427	0.495	0.43436	0.14	0.08514	0.60955	0.53459	0.2	1.2	105.64	105.64
												3.5	105.66	105.66
0.50	0.01824	0.80	14.60	0.0916	0.622	0.49828	0.204	0.18135	0.75885	0.60754	0.29	1.2	105.56	106.03
												3.01	104.97	104.97
0.60	0.01824	0.88	16.00	0.1236	0.68	0.59596	0.237	0.24321	0.82373	0.72243	0.34	1.2	104.41	104.49
												3.08	104.56	104.56
0.75	0.01824	0.96	17.89	0.142	0.707	0.69331	0.254	0.27846	0.85538	0.83874	0.36	1.2	104.41	104.49
												3.65	104.56	104.56
1.00	0.01824	1.13	20.65	0.0194	0.391	0.4426	0.096	0.02044	0.39606	0.44843	0.1	1.2	103.90	103.98
												4.18	103.33	103.33
													102.80	102.88
													101.25	101.33
													101.25	101.25
													100.73	100.81
													99.50	99.50
													99.33	99.41
													99.48	99.48
													98.91	98.99
													95.79	95.87
													109.42	109.30
													107.33	107.41
													107.17	107.17
													105.42	105.55
													105.00	106.92
													103.63	103.71
													102.91	104.65
													101.56	101.64
													101.56	102.30
													110.12	101.64
													99.60	99.68
													97.37	97.96
													96.94	97.02

Continuación de la memoria de cálculo

DE	A	COTA DE		DH (m)	No. TUBOS	Diámetro propuest	S% Terreno	VIVIENDA		Habitantes		Fqm	Factor de Harmond Actual	Factor de Harmond Futuro	Q actual (l/s)	Q futuro (l/s)	Q (l/s)	
		INICO	FINAL					S% Terreno	Acumula das	Actuales	Futuros							Infiltracio n
14	19	107.64	107.59	42.85	8.00	6	0.11	4	4	32	65	0.002	4.35	4.29	0.40	0.56	0.01190	
19	23	107.59	107.80	42.80	8.00	6	-0.49	21	25	200	407	0.002	4.15	4.02	1.66	3.27	0.02990	
23	27	107.80	107.75	42.03	8.00	6	0.12	28	51	408	831	0.002	4.02	3.85	3.28	6.40	0.03510	
27	31	107.75	107.31	42.50	8.00	6	1.04	22	73	584	1190	0.002	3.94	3.75	4.60	8.92	0.03090	
31	35	107.31	106.80	42.15	8.00	6	1.21	22	95	760	1548	0.002	3.87	3.67	5.89	11.36	0.03090	
35	39	106.80	106.52	41.88	7.00	6	0.66	27	122	976	1988	0.002	3.81	3.59	7.43	14.27	0.03810	
39	44	106.52	105.81	42.15	8.00	6	1.69	27	149	1192	2428	0.002	3.75	3.52	8.94	17.09	0.03820	
44	51	105.81	104.65	26.76	5.00	6	4.33	19	168	1344	2738	0.002	3.71	3.48	9.98	19.03	0.0250	
51	59	104.65	104.52	44.15	8.00	6	0.29	26	194	1552	3161	0.002	3.67	3.42	11.39	21.64	0.03550	
59																		
11	10	112.54	109.28	86.01	15.00	6	3.79	12	12	96	198	0.002	4.25	4.15	0.82	1.62	0.0280	
10	9	109.28	107.74	48.50	9.00	6	3.18	9	21	168	342	0.002	4.17	4.05	1.40	2.77	0.01820	
9	15	107.74	107.78	42.68	8.00	6	-0.09	0	21	168	342	0.002	4.17	4.05	1.40	2.77	0.00760	
15	20	107.78	107.24	43.18	8.00	6	1.26	0	21	168	342	0.002	4.17	4.05	1.40	2.77	0.00770	
20	24	107.24	106.20	52.37	9.00	6	1.97	5	26	208	424	0.002	4.14	4.01	1.72	3.40	0.01460	
24	28	106.20	105.66	43.15	8.00	6	1.26	11	37	296	603	0.002	4.08	3.93	2.42	4.74	0.01940	
28	32	105.66	104.55	43.70	8.00	6	2.54	12	49	392	799	0.002	4.03	3.86	3.16	6.17	0.02050	
32	36	104.55	103.03	42.37	8.00	6	3.60	18	67	536	1092	0.002	3.96	3.78	4.24	8.24	0.02670	
36	40	103.03	102.49	43.30	8.00	6	1.25	16	83	664	1353	0.002	3.91	3.71	5.19	10.04	0.02470	
40	46	102.49	101.10	43.53	8.00	6	3.18	14	97	776	1581	0.002	3.87	3.66	6.00	11.58	0.02260	
46	52	101.10	100.68	29.52	5.00	6	1.42	20	117	936	1907	0.002	3.82	3.60	7.15	13.73	1.0068	
52	65	100.68	100.02	51.02	9.00	6	1.29	19	136	1088	2216	0.002	3.78	3.55	8.22	15.74	0.5102	
65		100.02				6												
54	53	110.62	110.65	17.38	3.00	6	-0.17	3	3	24	49	0.002	4.37	4.32	0.40	0.42	0.1738	
53		110.65																
56	55	108.37	108.82	42.95	8.00	6	-1.05	7	10	80	163	0.002	4.27	4.18	0.68	1.36	0.4295	
55		108.82				6												
58	57	106.20	106.90	69.33	12.00	6	-1.01	10	20	160	326	0.002	4.18	4.06	1.34	2.65	0.6933	
57		106.90				6												
60	59	104.11	104.52	56.59	10.00	6	-0.73	10	30	240	489	0.002	4.12	3.98	1.98	3.89	0.5659	
59		104.52				6												
62	61	101.32	102.73	60.04	11.00	6	-2.35	9	39	312	636	0.002	4.07	3.92	2.54	4.98	0.6004	
61		102.73				6												
64	63	98.57	101.20	36.42	7.00	6	-7.23	3	3	24	49	0.002	4.37	4.32	0.40	0.42	0.3642	
63		101.20				6												

Continuación de la memoria de cálculo

S% de tubería propuesto	Área de la tubería (m ²)	Velocidad a sección llena	Q (l/s) a sección llena	Relación q/Q actual	v/v	Velocidad (m/s) Actual	d/D	Relación q/Q futuro	v/v	Velocidad (m/s) Futuro	d/D	Altura de Pozo	Cola Invert de Salida	Cola* Invert de Entrada.
					Actual				Futuro					
1.50	0.01824	1.39	25.29	0.0164	0.373	0.51659	0.089	0.03283	0.45926	0.63689	0.12	1.2	111.80	
3.75	0.01824	2.19	39.99	0.0171	0.375	0.82263	0.09	0.03406	0.46389	1.01711	0.13	1.68	110.73	110.61
4.00	0.01824	2.26	41.31	0.0293	0.443	1.00289	0.117	0.05798	0.54376	1.23133	0.16	1.57	110.97	111.06
1.75	0.01824	1.50	27.32	0.0146	0.359	0.53777	0.084	0.02545	0.4236	0.63447	0.11	1.69	108.45	108.53
												1.68	106.04	106.12
													106.39	106.00
													105.56	105.64
													106.03	
3.75	0.01824	2.19	39.99	0.0137	0.351	0.76912	0.081	0.02745	0.43332	0.95007	0.11	1.92	111.26	110.63
4.00	0.01824	2.26	41.31	0.0386	0.482	1.09149	0.134	0.07626	0.58897	1.33369	0.19	1.34	111.55	
3.25	0.01824	2.04	37.23	0.0201	0.396	0.80841	0.098	0.0401	0.48646	0.99294	0.14	2.11	109.37	109.45
													105.59	105.77
													106.60	106.23
												1.72	104.97	
													104.89	104.49
4.75	0.01824	2.47	45.01	0.0137	0.351	0.86561	0.081	0.02733	0.43332	1.06927	0.11	2.00	110.20	110.28
4.00	0.01824	2.26	41.31	0.0324	0.457	1.03478	0.123	0.06412	0.55983	1.26772	0.17	1.45	111.00	
3.50	0.01824	2.12	38.64	0.0211	0.401	0.84973	0.1	0.04202	0.49308	1.04444	0.14	2.16	108.57	108.65
													108.55	106.16
													105.51	105.59
												1.68	104.58	
													103.90	103.98
3.50	0.01824	2.12	38.64	0.0142	0.356	0.75472	0.083	0.02841	0.43812	0.92802	0.12	2.08	109.63	109.71
3.50	0.01824	2.12	38.64	0.0346	0.466	0.98748	0.127	0.06854	0.57164	1.21085	0.18	1.36	110.51	
4.00	0.01824	2.26	41.31	0.0293	0.443	1.00289	0.117	0.05798	0.54376	1.23133	0.16	2.21	108.43	108.51
													108.11	105.99
													105.02	105.10
												1.67	103.33	
													102.80	102.88
3.50	0.01824	2.12	38.64	0.0194	0.391	0.82803	0.096	0.03865	0.48201	1.02099	0.13	2.17	108.80	108.88
3.50	0.01824	2.12	38.64	0.0413	0.491	1.03978	0.138	0.08152	0.60214	1.27546	0.19	1.44	110.51	
4.75	0.01824	2.47	45.01	0.024	0.416	1.02706	0.106	0.04754	0.51254	1.26477	0.15	2.24	107.41	107.49
													105.60	105.25
													104.48	104.56
												1.68	101.25	101.82
													101.25	101.33
3.50	0.01824	2.12	38.64	0.0211	0.401	0.84973	0.1	0.04202	0.49308	1.04444	0.14	2.28	108.09	108.17
2.75	0.01824	1.88	34.25	0.0466	0.508	0.95431	0.146	0.09197	0.62238	1.16858	0.2	1.47	109.19	
4.55	0.01824	2.42	44.05	0.0215	0.404	0.97497	0.101	0.04274	0.49527	1.19614	0.14	2.24	106.76	106.84
													105.32	105.10
													104.20	104.28
												1.68	101.25	
													100.73	100.81
4.60	0.01824	2.43	44.30	0.0124	0.342	0.83149	0.078	0.02478	0.42115	1.0227	0.11	2.45	107.96	
3.50	0.01824	2.12	38.64	0.0194	0.391	0.82803	0.096	0.03865	0.48201	1.02099	0.13	1.44	109.21	108.04
2.30	0.01824	1.72	31.32	0.0344	0.466	0.80048	0.127	0.06832	0.57164	0.98157	0.18	1.48	106.46	106.54
4.25	0.01824	2.33	42.58	0.0145	0.359	0.83805	0.084	0.0289	0.44051	1.02821	0.12	2.25	105.30	105.38
5.20	0.01824	2.58	47.10	0.0284	0.438	1.13117	0.115	0.05623	0.53763	1.39811	0.16	1.52	104.26	104.34
													103.48	103.56
													102.20	102.28
												1.69	99.50	
													99.33	99.41
3.00	0.01824	1.96	35.77	0.0112	0.331	0.64918	0.074	0.01563	0.36717	0.72006	0.09	1.20	110.95	
5.00	0.01824	2.53	46.18	0.0087	0.305	0.77095	0.085	0.00866	0.30451	0.77095	0.07	3.21	107.57	107.75
5.25	0.01824	2.59	47.32	0.0186	0.386	1.00065	0.094	0.03708	0.47527	1.23299	0.13	1.41	109.56	109.64
5.00	0.01824	2.53	46.18	0.0318	0.455	1.15104	0.122	0.06279	0.55585	1.40727	0.17	1.71	109.21	109.29
4.35	0.01824	2.36	43.08	0.0296	0.445	1.05144	0.118	0.05855	0.54579	1.28886	0.16	2.14	106.10	106.18
													103.45	103.00
													102.43	102.51
												1.69	99.48	
													99.40	98.99

Continuación de la memoria de cálculo

DE	A	COTA DE		DH (m)	No. TUBOS	Diametro propuesto / pulgadas	S% Terreno	VIVIENDA		Habitantes		Fgfm	Factor de Harmond Actual	Factor de Harmond Futuro	Q actual (l/s)	Q futuro (l/s)	Q (l/s) Infiltración
		INICO	FINAL					S% Terreno	Acumuladas	Actuales	Futuros						
16	17	112.80	112.41	37.26	7.00	6	1.04	6	6	48	98	0.002	4.32	4.25	0.41	0.83	0.013
17	18	112.41	110.02	66.28	12.00	6	3.60	10	10	80	163	0.002	4.27	4.18	0.68	1.36	0.02240
18	19	110.02	107.59	62.46	11.00	6	3.89	8	18	144	293	0.002	4.20	4.08	1.21	2.40	0.01960
19	20	107.59	107.24	21.87	4.00	6	1.81	5	5	40	81	0.002	4.33	4.27	0.40	0.70	0.00920
20		107.24				6											
21	22	112.46	110.71	48.56	9.00	6	3.53	8	8	64	130	0.002	4.29	4.21	0.55	1.10	0.01730
22	23	110.71	107.80	79.66	14.00	6	3.65	16	24	192	391	0.002	4.15	4.03	1.60	3.15	0.03110
23	24	107.80	108.20	51.34	9.00	6	3.11	11	11	88	179	0.002	4.26	4.16	0.75	1.49	0.02080
24		106.20															
25	26	112.20	110.02	50.65	9.00	6	4.31	9	9	72	147	0.002	4.28	4.19	0.62	1.23	0.01860
26	27	110.68	107.75	78.15	14.00	6	3.75	11	20	160	326	0.002	4.18	4.06	1.34	2.65	0.02560
27	28	107.75	105.66	60.80	11.00	6	3.43	12	12	96	196	0.002	4.25	4.15	0.82	1.62	0.02350
28		105.66				6											
29	30	111.71	109.79	58.39	10.00	6	3.29	8	8	64	130	0.002	4.29	4.21	0.55	1.10	0.01890
30	31	109.79	107.31	70.78	12.00	6	3.50	12	20	160	326	0.002	4.18	4.06	1.34	2.65	0.02530
31	32	107.31	104.55	70.77	12.00	6	3.90	18	18	144	293	0.002	4.20	4.08	1.21	2.40	0.03170
32		104.55				6											
33	34	110.97	108.85	66.47	12.00	6	3.19	11	11	88	179	0.002	4.26	4.16	0.75	1.49	0.02350
34	35	108.85	106.80	62.84	11.00	6	3.27	13	24	192	391	0.002	4.15	4.03	1.60	3.15	0.0250
35	36	106.80	103.03	80.73	14.00	6	4.67	16	16	128	261	0.002	4.21	4.10	1.08	2.14	0.03130
36		103.30				6											
37	38	110.36	108.24	67.41	12.00	6	3.15	12	12	96	196	0.002	4.25	4.15	0.82	1.62	0.02470
38	39	108.24	106.52	61.81	11.00	6	2.77	12	24	192	391	0.002	4.15	4.03	1.60	3.15	0.02370
39	40	106.52	102.49	90.69	16.00	6	4.45	14	14	112	228	0.002	4.23	4.13	0.95	1.88	0.0310
40		102.49				6											
41	42	110.41	107.90	59.16	10.00	6	4.24	8	8	64	130	0.002	4.29	4.21	0.55	1.10	0.0190
42	43	107.90	106.79	32.09	6.00	6	3.48	3	11	88	179	0.002	4.26	4.16	0.75	1.49	0.00890
43	44	106.79	105.81	42.89	8.00	6	2.28	5	16	128	261	0.002	4.21	4.10	1.08	2.14	0.01290
44	45	105.81	103.73	47.83	8.00	6	4.36	9	9	72	147	0.002	4.28	4.19	0.62	1.23	0.01810
45	46	103.73	101.10	53.18	9.00	6	4.94	11	20	160	326	0.002	4.18	4.06	1.34	2.65	0.02110
46		101.10				6											
47	48	112.15	110.88	44.85	8.00	6	2.83	4	4	32	65	0.002	4.35	4.29	0.40	0.56	0.01220
48	49	110.88	110.62	6.54	2.00	6	3.97	2	2	16	33	0.002	4.39	4.35	0.40	0.40	0.00330
49	50	110.62	107.80	59.04	10.00	6	4.77	11	13	104	212	0.002	4.24	4.14	0.88	1.75	0.02220
50	51	107.80	104.65	63.22	11.00	6	4.99	9	22	176	358	0.002	4.17	4.04	1.47	2.90	0.02080
51	52	104.65	100.68	92.57	16.00	6	4.29	19	19	152	310	0.002	4.19	4.07	1.27	2.52	0.03660
52		100.68				6											

Continuación de la memoria de cálculo

S% de tubería propuesto	Area de la tubería (m ²)	Velocidad a seccion llena (m/s)	Q (l/s) a seccion llena	Relacion q/Q actual	v/V		d/D	Relacion q/Q futuro	v/V		d/D	Altura de Pozo	Cota Invert de Salida	Cota* Invert de Entrada
					Actual	Velocidad (m/s) Actual			Futuro	Velocidad (m/s) Futuro				
													111.66	
9.60	0.01824	3.51	63.99	0.0086	0.305	1.06826	0.065	0.01715	0.37842	1.32753	0.09	1.20	111.66	
5.00	0.01824	2.53	46.18	0.0219	0.406	1.02844	0.102	0.04356	0.49963	1.26493	0.14	1.43	106.43	106.51
3.00	0.01824	1.96	35.77	0.041	0.491	0.96265	0.138	0.08107	0.60027	1.17719	0.19	1.50	104.19	104.27
												1.59	102.36	102.44
3.80	0.01824	2.21	40.26	0.0252	0.424	0.93494	0.109	0.04997	0.52011	1.14795	0.15	1.20	111.66	
5.90	0.01824	2.75	50.17	0.0305	0.448	1.23101	0.119	0.0603	0.54983	1.51214	0.17	1.37	108.02	108.10
12.40	0.01824	3.99	72.73	0.0219	0.406	1.61958	0.102	0.04331	0.49745	1.98334	0.14	1.44	104.84	104.92
13.25	0.01824	4.12	75.18	0.0229	0.411	1.69485	0.104	0.0452	0.50396	2.07702	0.14	1.37	104.18	104.26
												1.38	99.67	99.75
0.80	0.01824	1.01	18.47	0.0217	0.404	0.40882	0.101	0.03028	0.44761	0.4533	0.12	1.20	111.66	
													111.66	
													111.66	
0.75	0.01824	0.98	17.89	0.02	0.41	0.41	0.11	0.05	0.51	0.50	0.15	1.30	111.24	111.32
													111.34	
0.40	0.01824	0.72	13.06	0.0675	0.568	0.40654	0.175	0.13425	0.9959	0.49832	0.25	1.47	110.96	110.93
													111.23	
0.25	0.01824	0.57	10.33	0.1545	0.724	0.41004	0.265	0.30502	0.877	0.49648	0.38	1.68	110.73	110.69
													110.97	111.06
0.65	0.01824	0.91	16.65	0.1263	0.683	0.62336	0.239	0.24834	0.82894	0.75668	0.34	1.92	110.55	110.50
													111.26	
1.20	0.01824	1.24	22.62	0.1123	0.661	0.81985	0.226	0.22014	0.80114	0.99365	0.32	2.00	110.20	110.15
													111.00	
1.85	0.01824	1.54	28.09	0.108	0.652	1.00467	0.221	0.21113	0.79154	1.21897	0.31	2.08	109.63	109.59
													110.51	
1.55	0.01824	1.41	25.71	0.1322	0.693	0.97633	0.245	0.25798	0.83789	1.1811	0.35	2.17	108.80	108.75
													110.51	
0.20	0.01824	0.51	9.24	0.3944	0.94	0.47618	0.436	0.76843	1.10255	0.55827	0.66	2.28	108.09	108.04
													109.16	
0.50	0.01824	0.80	14.60	0.2742	0.852	0.68185	0.357	0.53324	1.01571	0.81318	0.52	2.45	107.96	107.91
													109.21	
0.60	0.01824	0.88	16.00	0.2913	0.866	0.75979	0.369	0.56476	1.02968	0.90305	0.54	3.33	107.67	107.75
													109.56	109.64
4.00	0.01824	2.26	41.31	0.127	0.685	1.55018	0.24	0.24576	0.82633	1.8712	0.34	3.45	107.33	107.41
													107.41	
4.50	0.01824	2.40	43.81	0.1397	0.704	1.69057	0.252	0.26929	0.84795	2.03662	0.35	3.50	105.47	105.55
													106.92	
4.75	0.01824	2.47	45.01	0.1563	0.727	1.795	0.267	0.3004	0.87345	2.15537	0.38	3.01	103.63	103.71
													104.65	
4.20	0.01824	2.32	42.33	0.1875	0.766	1.77764	0.293	0.35947	0.91748	2.1289	0.41	3.08	101.56	101.64
													102.30	
4.20	0.01824	2.32	42.33	0.2086	0.789	1.83025	0.309	0.39884	0.94349	2.18925	0.44	3.65	99.60	101.64
													99.68	
7.00	0.01824	3.00	54.64	0.1807	0.757	2.26881	0.287	0.34458	0.90662	2.71588	0.4	4.18	96.94	97.96
													97.02	
												4.23	95.79	95.87
3.75	0.01824	2.19	39.99	0.0171	0.375	0.82263	0.09	0.03406	0.46389	1.01711	0.13	1.47	110.96	111.04
													111.23	
4.00	0.01824	2.26	41.31	0.0308	0.45	1.01893	0.12	0.06106	0.55185	1.24963	0.17	1.37	108.39	108.47
1.00	0.01824	1.13	20.65	0.071	0.577	0.65382	0.18	0.14041	0.70547	0.79875	0.25	1.67	106.11	106.19
													106.44	
												1.84	105.94	106.18
													105.94	106.02

Memoria de cálculo escuela colonia Los Almendros

LOSA

se va a tomar la mas critica la cual es:

t = p/180
 t = 0.075555556
 t = 12 cm

INTEGRACION DE CARGAS		
DESCRIPCION	DATOS	UNIDADES
mamposteria	0.19*0.19*0.39	m ³
altura	3.5	m
espesor de la losa t	0.12	m
carga viva techo	100	kg/m ²
carga viva entrepiso	350	kg/m ²
carga viva pasillo	500	kg/m ²
area losa 1er nivel total	216.08	m ²
area losa 2do nivel total	216.08	m ²
area losa modulo 1 1er nivel	108.04	m ²
area losa modulo 1 2do nivel	108.04	m ²
area losa modulo 2 1er nivel	108.04	m ²
area losa modulo 2 2do nivel	108.04	m ²

DETERMINACION DE CARGAS GRAVITACIONALES

CARGA MUERTA

Cargas muertas en techo:			
losa	2400 kg/m ³		288 kg/m ²
sobrecarga			5 kg/m ²
Relleno (pañuelos)	1400	0.05	70 kg/m ²
carga muerta total techo			363 kg/m ²
Carga muerta entrepiso, aulas y pasillos:			
losa			288 kg/m ²
Relleno			70 kg/m ²
piso granito			30 kg/m ²
instalaciones			5 kg/m ²
carga muerta total en entrepiso			393 kg/m ²

la mamposteria de bloques pesa entre 1680 y 1800 kg/m³
 el espesor del bloque es de 20 cm entonces

1400 kg/m ³ * 0.20 m	1800	0.2	=	360 kg/m ²
---------------------------------	------	-----	---	-----------------------

Continuación de la memoria de cálculo

MUROS PRIMER NIVEL	
longitud total de muros	100.4 m
MODULO 1:	
peso de la mampostería	360 kg/m ²
longitud total de muros	50.2 m
altura	3.5 m
W _{muro}	63252 kg
MODULO 2:	
peso de la mampostería	360 kg/m ²
longitud total de muros	50.2 m
altura	3.5 m
W _{muro}	63252 kg
W_{totalmuro}	126504 kg
MUROS SEGUNDO NIVEL	
longitud total de muros	100.4 m
MODULO 1:	
peso de la mampostería	360 kg/m ²
longitud total de muros	50.2 m
altura	3.5 m
W _{muro}	63252 kg
MODULO 2:	
peso de la mampostería	360 kg/m ²
longitud total de muros	50.2 m
altura	3.5 m
W _{muro}	63252 kg
W_{totalmuro}	126504 kg

Continuación de la memoria de cálculo

PESO POR NIVEL

MODULO 1:			
1000 Kg =	1 ton		
techo:		70844.52 kg	
		70.84 ton	
Segundo nivel:		105711.72 kg	
		105.71 ton	
primer nivel:		49698.00 kg	
		49.70 ton	
		226254.24 kg	
		226.25 ton	
			Peso Total

MODULO 2:			
1000 Kg =	1 ton		
techo:		70844.52 kg	
		70.84 ton	
Segundo nivel:		105711.72 kg	
		105.71 ton	
primer nivel:		49698.00 kg	
		49.70 ton	
		226254.24 kg	
		226.25 ton	
			Peso Total

PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA
PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA

452508.48 kg
452.51 TON

DETERMINACION DE CARGAS GRAVITACIONALES

CARGA VIVA

MODULO 1:	
carga viva aulas	9583.00 kg
carga viva pasillos	3650.00 kg
carga viva losa	2701.00 kg
	15934.00 kg
Total de carga viva	
	15.93 ton

MODULO 2:	
carga viva aulas	9583.00 kg
carga viva pasillos	3650.00 kg
carga viva losa	2701.00 kg
	15934.00 kg
Total de carga viva	
	15.93 ton

CARGA TOTAL VIVA
CARGA TOTAL VIVA

31868.00 kg
31.87 TON

CALCULO DE FUERZAS LATERALES

VIENTO:

debido a las condiciones del suelo y el lugar en donde se encuentra la edificación se asigna una exposición al viento de categoría C

Exposición	C
Ce según tabla 5.1 cap. 2 agies. e interpolación	1.16
Cq según tabla 5.2 cap. 2 agies	0.5
	0.8
qs es igual a la velocidad de viento 110 debido a la tabla 5.3 cap 2 agies	58.46
I factor de importancia	1
calculo de la presión P	54.25
	kg/m2

Continuación de la memoria de cálculo

ANÁLISIS DE VIENTO

se va a utilizar el más crítico de cada módulo

MODULO 1 EN X:

$F = A \cdot q$	$q = p$							
		$h =$	3.5	m				
		ay 1er nivel =	7.4	m				
		ay 2do nivel =	7.4	m				
$A = Lh + ah$								51.80
$F = A \cdot q$								2810.15
								kg

MODULO 1 EN Y:

$F = A \cdot q$	$q = p$							
		$h =$	3.5	m				
		Lx 1er nivel =	14.6	m				
		Lx 2do nivel =	14.6	m				
$A = Lh + ah$								102.2
$F = A \cdot q$								5544.35
								kg

MODULO 2 EN X:

$F = A \cdot q$	$q = p$							
		$h =$	3.5	m				
		ay 1er nivel =	14.6	m				
		ay 2do nivel =	14.6	m				
$A = Lh + ah$								102.20
$F = A \cdot q$								5544.35
								kg

MODULO 2 EN Y:

$F = A \cdot q$	$q = p$							
		$h =$	3.5	m				
		Lx 1er nivel =	7.4	m				
		Lx 2do nivel =	7.4	m				
$A = Lh + ah$								51.80
$F = A \cdot q$								2810.15
								kg

Continuación de la memoria de cálculo

DISTRIBUCION DE FUERZAS LATERALES

Utilizamos la fuerza de viento mayor para ambos ejes y para los dos módulos 5544.35 kg

MODULO 1 EN X				
NIVEL	Wi(kg)	Hi(m)	Wi*Hi(kg*m)	Fx(kg)
techo	73545.52	7	514818.64	37880.97
nivel 2	118944.72	3.5	416306.52	30632.33
nivel 1	49698.00	0	0	0.00
	sumatoria =		931125.16	
Vcb + Vvien Vx	68513.29	kg	corte basal total mas fuerza de viento	

MODULO 1 EN Y				
NIVEL	Wi(kg)	Hi(m)	Wi*Hi(kg*m)	Fx(kg)
techo	73545.52	7	514818.64	37880.97
nivel 2	118944.72	3.5	416306.52	30632.33
nivel 1	49698.00	0	0	0.00
	sumatoria =		931125.16	
Vcb + Vvien Vy	68513.29	kg	corte basal total mas fuerza de viento	

MODULO 2 EN X				
NIVEL	Wi(kg)	Hi(m)	Wi*Hi(kg*m)	Fx(kg)
techo	73545.52	7	514818.64	37880.97
nivel 2	118944.72	3.5	416306.52	30632.33
nivel 1	49698.00	0	0	0.00
	sumatoria =		931125.16	
Vcb + Vvien Vx	68513.29	kg	corte basal total mas fuerza de viento	

MODULO 2 EN Y				
NIVEL	Wi(kg)	Hi(m)	Wi*Hi(kg*m)	Fx(kg)
techo	73545.52	7	514818.64	37880.97
nivel 2	118944.72	3.5	416306.52	30632.33
nivel 1	38654.00	0	0	0.00
	sumatoria =		931125.16	
Vcb + Vvien= Vy	68513.29	kg	corte basal total mas fuerza de viento	

Continuación de la memoria de cálculo

MOMENTOS DE VOLTEO						
MODULO 1 EN X						
NIVEL	Fi=Fx (kg)	Hi (m)	Fi*Hi (kg*m)	Hi-Hx	Mvx (kg*m)	
techo	37880.97	7	265166.76	0.00	0.00	
nivel 2	30632.33	3.5	107213.14	3.50	132583.38	
nivel 1	0.00	0	0.00	7.00	372379.90	
	SUMATORIA =		372379.90			
MODULO 1 EN Y						
NIVEL	Fi=Fx (kg)	Hi (m)	Fi*Hi (kg*m)	Hi-Hx	Mvx (kg*m)	
techo	37880.97	7	265166.76	0.00	0.00	
nivel 2	30632.33	3.5	107213.14	3.50	132583.38	
nivel 1		0	0.00	7.00	372379.90	
	SUMATORIA =		372379.90			
MODULO 2 EN X						
NIVEL	Fi=Fx (kg)	Hi (m)	Fi*Hi (kg*m)	Hi-Hx	Mvx (kg*m)	
techo	37880.97	7	265166.76	0.00	0.00	
nivel 2	30632.33	3.5	107213.14	3.50	132583.38	
nivel 1	0.00	0	0.00	7.00	372379.90	
	SUMATORIA =		372379.90			
MODULO 2 EN Y						
NIVEL	Fi=Fx (kg)	Hi (m)	Fi*Hi (kg*m)	Hi-Hx	Mvx (kg*m)	
techo	37880.97	7	265166.76	0.00	0.00	
nivel 2	30632.33	3.5	107213.14	3.50	132583.38	
nivel 1		0	0.00	7.00	372379.90	
	SUMATORIA =		372379.90			

Continuación de la memoria de cálculo

DISTRIBUCION DE MUROS ESTRUCTURALES PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

MODULO 1 PRIMER NIVEL			
Y muro	Longitud (m)	X muro	Longitud (m)
1	7.4	1	7.4
2	7.4	2	7.4
3	7.4	3	6
		4	6
Total	22.2	Total	26.8

MODULO 1 SEGUNDO NIVEL			
Y muro	Longitud (m)	X muro	Longitud (m)
1	7.4	1	7.4
2	7.4	2	7.4
3	7.4	3	6
		4	6
Total	22.2	Total	26.8

MODULO 2 PRIMER NIVEL			
Y muro	Longitud (m)	X muro	Longitud (m)
1	7.4	1	7.4
2	7.4	2	7.4
3	6	3	7.4
4	6		
Total	26.8	Total	22.2

MODULO 2 SEGUNDO NIVEL			
Y muro	Longitud (m)	X muro	Longitud (m)
1	7.4	1	7.4
2	7.4	2	7.4
3	6	3	7.4
4	6		
Total	26.8	Total	22.2

Continuación de la memoria de cálculo

LOCALIZACION DEL CENTRO DE MASA DE LA ESTRUCTURA

MODULO 1 CENTRO DE MASA SENTIDO X PRIMER Y SEGUNDO NIVEL					
muro	longitud (m)	Distancia x	Distancia y	L*X	L*Y
1	7.4	3.7	7.3	27.38	54.02
2	7.4	11.1	7.3	82.14	54.02
3	6	3	0.1	18	0.60
4	6	11.6	0.1	69.6	0.60
TOTAL	26.8			197.12	109.24

MODULO 1 CENTRO DE MASA SENTIDO Y PRIMER Y SEGUNDO NIVEL					
muro	longitud (m)	Distancia x	Distancia y	L*X	L*Y
1	7.4	0.1	3.7	0.74	27.38
2	7.4	7.3	3.7	54.02	27.38
3	7.4	14.5	3.7	107.3	27.38
TOTAL	22.2			162.06	82.14

X	7.33	m
Y	3.91	m

CENTRO DE MASA MODULO 1 PARA DIRECCION X y Y PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

MODULO 2 CENTRO DE MASA SENTIDO X PRIMER Y SEGUNDO NIVEL					
muro	longitud (m)	Distancia x	Distancia y	L*X	L*Y
1	7.4	3.7	0.1	27.38	0.74
2	7.4	3.7	7.3	27.38	54.02
3	7.4	3.7	14.5	27.38	107.30
TOTAL	22.2			82.14	162.06

MODULO 2 CENTRO DE MASA SENTIDO Y PRIMER Y SEGUNDO NIVEL					
muro	longitud (m)	Distancia x	Distancia y	L*X	L*Y
1	7.4	7.3	3.7	54.02	27.38
2	7.4	7.3	11.1	54.02	82.14
3	6	0.1	3	0.6	18
4	6	0.1	11.6	0.6	69.6
TOTAL	26.8			109.24	197.12

X	3.91	m
Y	7.33	m

CENTRO DE MASA MODULO 2 PARA DIRECCION X y Y PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

Continuación de la memoria de cálculo

LOCALIZACIÓN DEL CENTRO DE RIGIDEZ									
		h		3.5		m			
MODULO 1 PRIMER NIVEL SENTIDO X CALCULO DEL CENTRO DE RIGIDEZ									
X muro	longitud (m)	h/l	rigidez (I=0,19m)	Distancia X (m)	Distancia Y (m)	L'X (m ²)	L'Y (m ²)	R'X (m ²)	R'Y (m ²)
1	7.4	0.4730	0.1768	3.7	7.3	27.38	54.02	1.2904	1.2904
2	7.4	0.4730	0.1768	11.1	7.3	82.14	54.02	1.2904	0.0128
3	6	0.5833	0.1280	3	0.1	18	0.60	0.0128	0.0128
4	6	0.5833	0.1280	11.6	0.1	66.6	0.60	0.0128	2.8065
SUMATORIA	26.8		0.6095			197.1200	109.2400		
Px =	30632.33 kg								
Em= 75070kg/cm ²	52500 kg/cm ²								
t=	19 cm								
MODULO 1 PRIMER NIVEL SENTIDO Y CALCULO DEL CENTRO DE RIGIDEZ									
Y muro	longitud (m)	h/l	rigidez (I=0,19m)	Distancia X (m)	Distancia Y (m)	L'X (m ²)	L'Y (m ²)	R'X (m ²)	R'Y (m ²)
1	7.4	0.4730	0.1768	0.1	3.7	0.74	27.38	0.0177	1.2904
2	7.4	0.4730	0.1768	7.3	3.7	54.02	27.38	1.2904	2.9532
3	7.4	0.4730	0.1768	14.5	3.7	107.3	27.38	2.9532	3.8713
SUMATORIA	22.2		0.5303			162.0600	82.1400		
Px =	30632.33 kg								
Em= 75070kg/cm ²	52500 kg/cm ²								
t=	19 cm								
CENTRO DE RIGIDEZ									
X	7.3000	m							
Y	4.2760	m							
MODULO 1 SEGUNDO NIVEL SENTIDO X CALCULO DEL CENTRO DE RIGIDEZ									
X muro	longitud (m)	h/l	rigidez (I=0,19m)	Distancia X (m)	Distancia Y (m)	L'X (m ²)	L'Y (m ²)	R'X (m ²)	R'Y (m ²)
1	7.4	0.4730	0.1727	3.7	7.3	27.38	54.02	1.2507	1.2507
2	7.4	0.4730	0.1727	11.1	7.3	82.14	54.02	1.2507	0.0135
3	6	0.5833	0.1351	3.0	0.1	18	0.60	0.0135	0.0135
4	6	0.5833	0.1351	11.6	0.1	69.6	0.60	0.0135	2.5465
SUMATORIA	26.8		0.6157			197.1200	109.2400		
Px =	37860.97 kg								
Em= 75070kg/cm ²	52500 kg/cm ²								
t=	19 cm								
MODULO 1 SEGUNDO NIVEL SENTIDO Y CALCULO DEL CENTRO DE RIGIDEZ									
Y muro	longitud (m)	h/l	rigidez (I=0,19m)	Distancia X (m)	Distancia Y (m)	L'X (m ²)	L'Y (m ²)	R'X (m ²)	R'Y (m ²)
1	7.4	0.4730	0.1727	0.1	3.7	0.74	27.38	0.0173	1.2507
2	7.4	0.4730	0.1727	7.3	3.7	54.02	27.38	1.2507	2.9532
3	7.4	0.4730	0.1727	14.5	3.7	107.3	27.38	2.9532	3.7822
SUMATORIA	22.2		0.5181			162.0600	82.1400		
Px =	37860.97 kg								
Em= 75070kg/cm ²	52500 kg/cm ²								
t=	19 cm								
CENTRO DE RIGIDEZ									
X	7.3000	m							
Y	4.1382	m							

Continuación de la memoria de cálculo

MODULO 2 PRIMER NIVEL SENTIDO X CALCULO DEL CENTRO DE RIGIDEZ									
X muro	longitud (m)	h	rigidez (I=0.19m)	Distancia X	Distancia Y	L'X	L'Y	R'X	R'Y
1	7.4	0.4730	0.1768	3.7	0.1	27.38	0.74		0.0177
2	7.4	0.4730	0.1768	3.7	7.3	27.38	54.02		1.2904
3	7.4	0.4730	0.1768	3.7	14.5	27.38	107.30		2.5932
SUMATORIA		22.2	0.5303			82.1400	187.0600		3.8713
Px =	30632.33	kg							
Em= 750*70kg/cm2	52500	kg/cm2							
Ie	19	cm							

h	3.5	m
---	-----	---

MODULO 2 PRIMER NIVEL SENTIDO Y CALCULO DEL CENTRO DE RIGIDEZ									
Y muro	longitud (m)	h	rigidez (I=0.19m)	Distancia X	Distancia Y	L'X	L'Y	R'X	R'Y
1	7.4	0.4730	0.1768	7.3	3.7	54.02	27.38	1.2904	
2	7.4	0.4730	0.1768	7.3	11.1	54.02	82.14	1.2904	
3	6	0.5833	0.1280	0.1	3	0.6	18	0.0128	
4	8	0.5833	0.1280	0.1	11.6	0.6	89.8	0.0128	
SUMATORIA		26.8	0.5085			109.2400	197.1200	2.606	
Px =	30632.33	kg							
Em= 750*70kg/cm2	52500	kg/cm2							
Ie	19	cm							

X	4.2760	m
Y	7.3000	m

MODULO 2 SEGUNDO NIVEL SENTIDO X CALCULO DEL CENTRO DE RIGIDEZ									
X muro	longitud (m)	h	rigidez (I=0.19m)	Distancia X	Distancia Y	L'X	L'Y	R'X	R'Y
1	7.4	0.4730	0.1727	3.7	0.1	27.38	0.74		0.0173
2	7.4	0.4730	0.1727	3.7	7.3	27.38	54.02		1.2907
3	7.4	0.4730	0.1727	3.7	14.5	27.38	107.30		2.5942
SUMATORIA		22.2	0.5181			82.1400	187.0600		3.7822
Px =	37890.97	kg							
Em= 750*70kg/cm2	52500	kg/cm2							
Ie	19	cm							

h	3.5	m
---	-----	---

MODULO 2 SEGUNDO NIVEL SENTIDO Y CALCULO DEL CENTRO DE RIGIDEZ									
Y muro	longitud (m)	h	rigidez (I=0.19m)	Distancia X	Distancia Y	L'X	L'Y	R'X	R'Y
1	7.4	0.4730	0.1727	7.3	3.7	54.02	27.38	1.2907	
2	7.4	0.4730	0.1727	7.3	11.1	54.02	82.14	1.2907	
3	6	0.5833	0.1351	0.1	3	0.6	18	0.0135	
4	8	0.5833	0.1351	0.1	11.6	0.6	89.8	0.0135	
SUMATORIA		26.8	0.5157			109.2400	197.1200	2.6465	
Px =	37890.97	kg							
Em= 750*70kg/cm2	52500	kg/cm2							
Ie	19	cm							

X	4.1392	m
Y	7.3000	m

Continuación de la memoria de cálculo

RESULTADOS PARCIALES PARA EL ANALISIS SIMPLISTA

MODULO 1 PRIMER NIVEL:		
datos:		
L=	49.00	m
Lx=	26.80	m
Ly=	22.20	m
Rx=	0.61	
Ry=	0.53	
L*X=	359.18	
L*Y=	191.38	
R*X=	3.87	
R*Y=	2.61	

CENTROS DE MASAS DE MUROS:

$X=(L*X)/L$	7.33	m
$Y=(L*Y)/L$	3.91	m

CENTRO DE RIGIDEZ DE MUROS:

$X_{cr}=(R*X)/R_y$	7.30	m
$Y_{cr}=(R*Y)/R_x$	4.28	m

CENTRO DE MASA DEL ENTREPISO:

largo=m	14.6
ancho=m	7.4

$X=largo/2$	7.3	m
$Y=ancho/2$	3.7	m

MODULO 1 SEGUNDO NIVEL:		
datos:		
L=	49.00	m
Lx=	26.80	m
Ly=	22.20	m
Rx=	0.62	
Ry=	0.52	
L*X=	359.18	
L*Y=	191.38	
R*X=	3.78	
R*Y=	2.55	

CENTROS DE MASAS DE MUROS:

$X=(L*X)/L$	7.33	m
$Y=(L*Y)/L$	3.91	m

CENTRO DE RIGIDEZ DE MUROS:

$X_{cr}=(R*X)/R_y$	7.30	m
$Y_{cr}=(R*Y)/R_x$	4.14	m

CENTRO DE MASA DE LA LOSA:

largo=m	14.6
ancho=m	7.4

$X=largo/2$	7.3	m
$Y=ancho/2$	3.7	m

Continuación de la memoria de cálculo

MODULO 2 PRIMER NIVEL:		
datos:		
L=	49.00	m
Lx=	22.20	m
Ly=	26.80	m
Rx=	0.53	
Ry=	0.61	
L*X=	191.38	
L*Y=	359.18	
R*X=	2.61	
R*Y=	3.87	

CENTROS DE MASAS DE MUROS:

$X=(L*X)/L$	3.91	m
$Y=(L*Y)/L$	7.33	m

CENTRO DE RIGIDEZ DE MUROS:

$X_{cr}=(R*X)/R_y$	4.28	m
$Y_{cr}=(R*Y)/R_x$	7.30	m

CENTRO DE MASA DEL ENTREPISO:

largo=m	7.4
ancho=m	14.6

$X=largo/2$	3.7	m
$Y=ancho/2$	7.3	m

MODULO 2 SEGUNDO NIVEL:		
datos:		
L=	49.00	m
Lx=	22.20	m
Ly=	26.80	m
Rx=	0.52	
Ry=	0.62	
L*X=	191.38	
L*Y=	359.18	
R*X=	2.55	

R*Y= 3.782200727

CENTROS DE MASAS DE MUROS:

$X=(L*X)/L$	3.91	m
$Y=(L*Y)/L$	7.33	m

CENTRO DE RIGIDEZ DE MUROS:

$X_{cr}=(R*X)/R_y$	4.14	m
$Y_{cr}=(R*Y)/R_x$	7.30	m

CENTRO DE MASA DE LA LOSA:

largo=m	7.4
ancho=m	14.6

$X=largo/2$	3.7	m
$Y=ancho/2$	7.3	m

Resultado de ensayo de suelo Triaxial

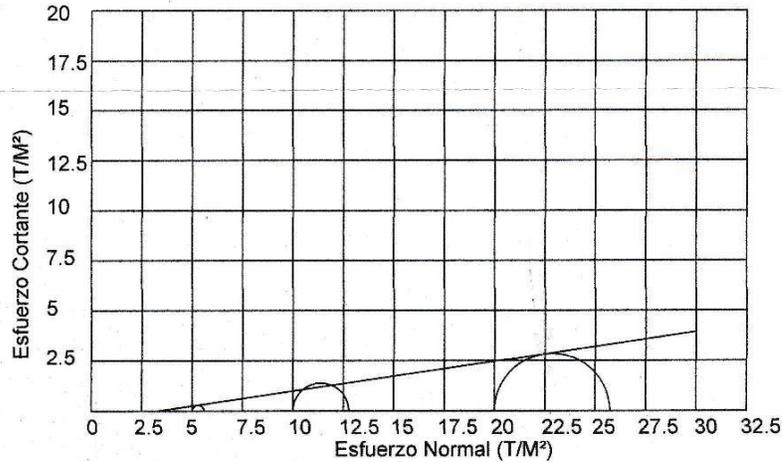


**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 419 S.S. O.T.: 30,644
 INTERESADO: Nancy Carola Flores Hernandez
 PROYECTO: EPS-"Diseño de la Escuela para la Colonia Los Almendros, Mazatenango, Suchitepequez
 Ubicación: Mazatenango, Suchitepequez
 Fecha: Lunes 12 de noviembre de 2012
 pozo: 1 Profundidad: 1.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

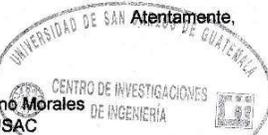
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 8.38$ COHESIÓN: $C_u = 0.00$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arena Limosa con Partículas de Grava
 DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	10.85	24.99	49.00
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	3.0	6.0	7.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.00	1.00	1.00
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.25	1.25	1.25
HUMEDAD (%)	24.0	24.0	24.0

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

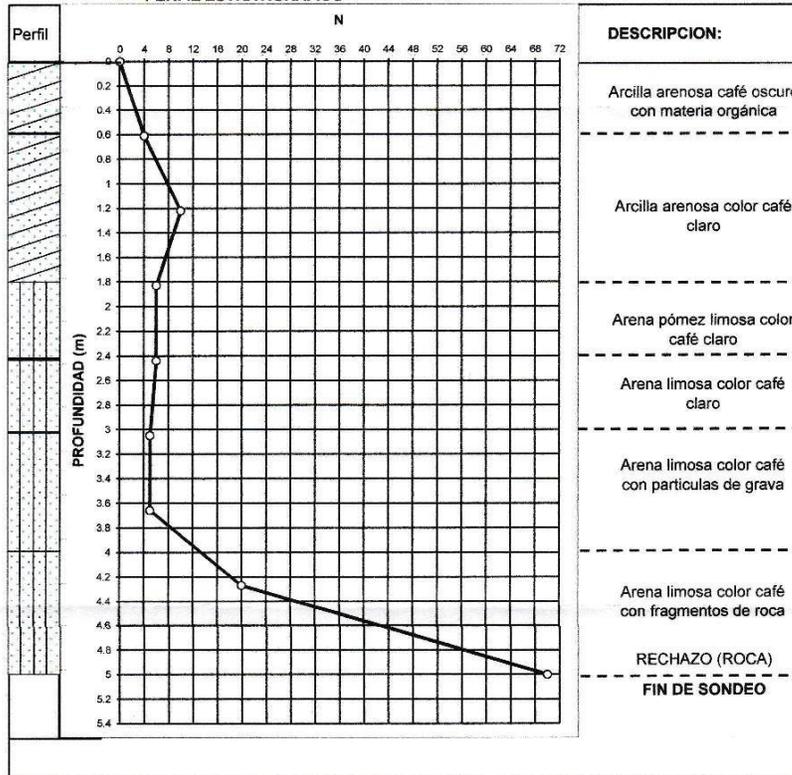
Resultado de ensayo de suelo Sondeo Dinamico



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No.: 0587 S.S. O.T. No.: 31,909
 INTERESADO: Nancy Carola Flores Hernández
 PROYECTO: EPS "Diseño para la Escuela Colonia Los Almendros, Mazatenango, Mazatenango.
 ASUNTO: SONDEO DINAMICO Norma: AASHTO T-206
 UBICACION: Mazatenango, Mazatenango.
 Sondeo No.: 1 Fecha: 29 de Agosto de 2013.
PERFIL ESTRATIGRAFICO



Atentamente,
 Vo. Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC
 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez JEFE SECCION MECANICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>