



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

**DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA DE LA ALDEA PASO BUENO,
CANTÓN VALENCIA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
LA ALDEA LAS MINAS, CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA,
DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**

ROBERTO MARIO GONZÁLEZ DONADO

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA DE LA ALDEA PASO BUENO,
CANTÓN VALENCIA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
LA ALDEA LAS MINAS, CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA,
DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ROBERTO MARIO GONZÁLEZ DONADO

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	Agr. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA DE LA ALDEA PASO BUENO,
CANTÓN VALENCIA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
LA ALDEA LAS MINAS, CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA,
DEPARTAMENTO DE JUTIAPA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
el 2 de marzo de 2010.

Roberto Mario González Donado

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala 16 de julio de 2010.
Ref.EPS.DOC.740.07.10.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Roberto Mario González Donado** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200614984**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA DE LA ALDEA PASO BUENO, CANTÓN VALENCIA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LAS MINAS, CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA"**.

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. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
MAAO/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de julio de 2010.
REF.EPS.D.515.07.2010

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

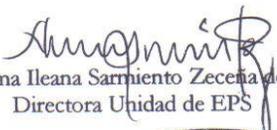
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA DE LA ALDEA PASO BUENO, CANTÓN VALENCIA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LAS MINAS, CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Roberto Mario González Donado**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra





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



Guatemala,
17 de septiembre de 2010

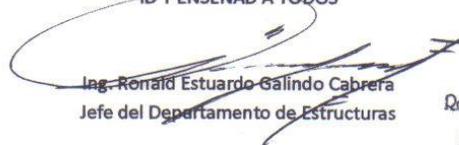
Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Guatemala

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA DE LA ALDEA PASO BUENO, CANTÓN VALENCIA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LAS MINAS, CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Roberto Mario González Donado, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras

Ronald E. Galindo C.
Ingeniero Civil
Colegiado No. 3770

/bbdeb.

PROGRAMA DE
INGENIERIA CIVIL
ACREDITADO POR



Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua

PERIODO 2009-2012



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



Guatemala,
30 de julio de 2010

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

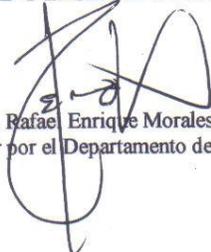
Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA DE LA ALDEA PASO BUENO, CANTÓN VALENCIA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LAS MINAS, CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Roberto Mario González Donado, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Más de 130 ^{Años} de Trabajo Académico y Mejora Continua





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



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Roberto Mario González Donado, titulado DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA DE LA ALDEA PASO BUENO, CANTÓN VALENCIA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LAS MINAS, CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre de 2010

/bbdeb.

Más de **130** Años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.345-2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA DE LA ALDEA PASO BUENO, CANTÓN VALENCIA Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LAS MINAS, CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, presentado por el estudiante universitario **Roberto Mario González Donado**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, octubre de 2010

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Por todas sus bendiciones y por ser mi fortaleza en los momentos difíciles.

MIS PADRES

Mis palabras no serán suficientes para expresar mi amor y agradecimiento por todo lo que me han dado en la vida.

**ING. MANUEL
ARRIVILLAGA**

Por su asesoría y ayuda desinteresada en la elaboración de este proyecto.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

Mario Roberto González Martínez

Astrid Carolina Donado de González

Por su gran amor, esfuerzo y ejemplo que han marcado mi vida, gracias por permitirme alcanzar esta meta.

MI HERMANO

Kevin Roberto

Que este logro sea inspiración y ejemplo para triunfos en su vida.

MIS ABUELOS

Mariano González

Rosalinda Martínez

Hilda Donado

Gracias por sus sabios consejos

MI FAMILIA

Con mucho cariño y respeto en especial a Hilda Jeannette González por haberme ayudado para alcanzar este logro.

MIS AMIGOS

A todos en general que Dios los bendiga.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1 Monografía de la cabecera del municipio de Jutiapa	1
1.1.1 Antecedentes históricos	1
1.1.2 Localización y ubicación	2
1.1.3 Extensión y colindancias	3
1.1.4 Vías de comunicación	3
1.1.5 Población	3
1.1.6 Actividades económicas	4
1.1.7 Clima	4
2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1 Diseño de una escuela en la aldea Paso Bueno	5
2.1.1 Descripción del proyecto	5
2.1.2 Normas a utilizar (FHA)	7
2.1.3 Cargas	7
2.1.3.1 Carga viva	8
2.1.3.2 Carga muerta	8
2.1.3.3 Carga de sismo	8

2.1.4	Método de análisis de mampostería	8
2.1.5	Sistema constructivo	9
2.1.6	Diseño de escuela	10
2.1.6.1	Diseño del techo	10
2.1.6.2	Diseño de muros y soleras	18
2.1.6.3	Diseño de mochetas	25
2.1.6.4	Diseño del cimiento corrido	27
2.1.6.5	Diseño de zapatas	31
2.1.7	Presupuesto	40
2.1.8	Cronograma de actividades	41
2.1.9	Estudio de impacto ambiental inicial (EIAI)	42
2.1.9.1	Marco legal	42
2.1.9.2	Impactos ambientales	43
2.1.9.3	Plan de gestión ambiental	43
2.1.9.4	Medidas de mitigación	44
2.1.9.4.1	En construcción	44
2.1.9.4.2	En operación	44
2.2	Diseño de drenaje sanitario en la aldea Las Minas	45
2.2.1	Descripción del proyecto	45
2.2.2	Normas a utilizar	46
2.2.3	Levantamiento topográfico	46
2.2.4	Topografía	47
2.2.4.1	Planimetría	48
2.2.4.2	Altimetría	48
2.2.5	Diseño de drenaje sanitario	50
2.2.5.1	Condiciones generales	50
2.2.5.2	Período de diseño	51
2.2.5.3	Tipo de drenaje a utilizar	52

2.2.5.4	Fórmulas para el cálculo hidráulico	52
2.2.5.5	Pendiente de los ramales	55
2.2.5.6	Determinación del caudal sanitario	55
2.2.5.7	Datos de diseño	63
2.2.5.8	Diseño del drenaje sanitario de un tramo	64
2.2.6	Componentes de la red	68
2.2.6.1	Ramales	68
2.2.6.2	Pozos de visita	68
2.2.6.3	Diámetros	70
2.2.7	Propuesta de tratamiento	70
2.2.7.1	Diseño de fosa séptica	74
2.2.7.2	Dimensionamiento de los pozos de absorción	97
2.2.8	Aspectos constructivos	103
2.2.8.1	Replanteo y marcación del sistema	103
2.2.8.2	Excavación de zanja	104
2.2.8.3	Colocación de tubería	105
2.2.8.4	Construcción de pozos de visita	105
2.2.8.5	Conexión domiciliar	106
2.2.8.6	Prueba de la tubería	107
2.2.8.7	Relleno y compactación	107
2.2.9	Diseño hidráulico	108
2.2.10	Presupuesto	113
2.2.11	Evaluación socio-económica	114
2.2.11.1	V.P.N. (valor presente neto)	114
2.2.11.2	T.I.R. (tasa interna de retorno)	116
2.2.12	Estudio de impacto ambiental inicial (EIAI)	118
2.2.12.1	Marco legal	118
2.2.12.2	Impactos ambientales	110
2.2.12.3	Plan de gestión ambiental	120

2.2.12.4	Medidas de mitigación	121
2.2.12.4.1	En construcción	121
2.2.12.4.2	En operación	121
CONCLUSIONES		149
RECOMENDACIONES		151
BIBLIOGRAFÍA		153
ANEXOS		

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa del departamento de Jutiapa	2
2.	Detalle de costanera	13
3.	Detalle de viga	14
4.	Detalle de zapata	32
5.	Área de chequeo a corte simple	33
6.	Área de chequeo de punzonamiento	34
7.	Diagrama de carga, corte y momento en una viga	37

TABLAS

I.	Presupuesto de la escuela en la aldea Paso Bueno	40
II.	Cronograma de actividades de escuela en aldea Paso Bueno	41
III.	Coeficientes de rugosidad para distintas clases de tubería	63
IV.	Ancho libre de zanjas según profundidad y diámetro de tubería	104
V.	Diseño hidráulico (drenaje sanitario)	109
VI.	Presupuesto de drenaje sanitario	113
VII.	Libreta topográfica drenaje sanitario, aldea Las Minas	131

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área de la tubería (en caso a/A) expresada en m ²
A	Área del terreno (en caso Q=CIA) expresada en Ha
a	Área que ocupa el tirante en la tubería expresada en m ²
Cant	Cantidad
Q	Caudal a sección llena en tuberías expresada en m ³ /s
qdis	Caudal de diseño
C	Coeficiente de escorrentía superficial
n	Coeficiente de rugosidad
D	Diámetro de la tubería expresada en metros
Dist	Distancia
Est	Estación
FH	Factor de Harmond
Hab	Habitantes
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
I	Intensidad de lluvia

L/hab/día	Litros por habitante por día
PVC	Material fabricado a base de cloruro de polivinilo
Máx	Máxima
m²	Metros al cuadrado
m³	Metros cúbicos
m³/s	Metros cúbicos por segundo
m/s	Metros por segundo
mm/h	Milímetros por hora
Min	Mínima
S	Pendiente
S%	Pendiente en porcentaje
P	Población
P.V.	Pozo de visita
P.U.	Precio unitario
P.O.	Punto observado
R	Radio
Rh	Radio hidráulico
a/A	Relación de área de flujo / área a sección llena

q/Q	Relación de caudal / caudal a sección llena
d/D	Relación de profundidad de flujo / profundidad a sección llena
v/V	Relación de velocidad de fluidos / velocidad a sección llena
r	Tasa de crecimiento de la población, expresado en porcentaje
U	Unidad
V	Velocidad a sección llena de la tubería expresada en m/s
v	Velocidad del flujo en la tubería expresada en m/s

GLOSARIO

Aguas negras	El agua que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce éstas mismas, al colector del sistema de drenaje.
Carga de sismo	Estas cargas son las que se conocen con el nombre de cargas laterales; son puramente dinámicas. Una de las características de estas cargas es que su aplicación es en un corto período de tiempo.
Carga muerta	Comprende todas las cargas de elementos permanentes de la construcción, incluyendo la estructura en sí, pisos, vidrieras, rellenos, tabiques fijos, equipo permanente fijo anclado.
Carga viva	Es la carga que deberá soportar la estructura debido al uso u ocupación de la misma.
Caudal de diseño	Suma de los caudales que se utilizarán para diseñar un tramo de alcantarillado.
COCODE	Consejo Comunal de Desarrollo.

Concreto	Es el material utilizado para fundir el refuerzo de la mampostería, logrando que este trabajo eficientemente.
Conexión	Tubería que conduce las aguas negras desde el domiciliar interior de la vivienda, hasta la candela.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que se consume en promedio por habitante diariamente.
Fórmula de Manning	Fórmula para determinar la velocidad de un flujo en canal abierto; esta fórmula se relaciona con la rugosidad del material con que está construido el canal, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
Mampostería	Es la resistencia que ejerce el mortero, la mano de obra y el block; que también se les dice materiales mampuestos.
Mortero	Es una mezcla con materiales aglomerantes utilizada para unir las unidades de mampostería.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.

T.I.R.

Es la tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, o sea el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos. Es la tasa interna de retorno.

V.P.N.

Es el valor presente neto. Se basa en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

RESUMEN

A través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se atendieron las necesidades de la aldea Paso Bueno, Cantón Valencia y la aldea Las Minas, en el municipio y departamento de Jutiapa. La aldea Las Minas necesita la construcción de un drenaje sanitario para 107 conexiones domiciliarias, con una longitud de 1,592 metros; por su lado, la aldea Paso Bueno requiere de un edificio escolar, para poder atender a niños de nivel primario.

En la aldea Las Minas se diseñó la red de drenaje sanitario, así como, sus pozos de visita necesarios para un correcto funcionamiento. Para este proyecto se propone la utilización de una tubería de PVC y se proponen 31 pozos de visita que permitirán que el sistema trabaje adecuadamente, así como, la utilización de un conjunto de fosas sépticas, cada una con sus respectivos pozos de absorción, para darle un tratamiento primario a las aguas residuales y que estas no sean tan nocivas para el medio ambiente.

En la aldea Paso Bueno, el sistema estructural propuesto para la escuela es de muros de mampostería reforzada que localizará cuatro aulas y servicios sanitarios, ubicados en un terreno que pertenece a la Municipalidad. Las cargas consideradas son: viva, muerta, de viento y de sismo; la primera depende del uso de la estructura, la segunda del material y método constructivo, la tercera del viento y la cuarta considera un porcentaje de las anteriores.

Para ambos proyectos se ha elaborado el respectivo presupuesto de ejecución, así también, el juego de planos que servirá como una guía para la construcción futura de los proyectos priorizados y diseñados en el presente documento.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar el drenaje sanitario en la aldea Las Minas y una escuela en la aldea Paso Bueno, cantón Valencia, del municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa.

ESPECÍFICOS

1. Realizar una investigación que dé como resultado, cuáles son las necesidades de servicios básicos e infraestructura del área rural del municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa.
2. Capacitar a los miembros del comité de la aldea Las Minas, sobre aspectos de mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado sanitario.
3. Proveer a los vecinos de la aldea Paso Bueno, una escuela que les permita obtener desarrollo a nivel educativo, para que los estudiantes puedan recibir clases en mejores condiciones y el aprendizaje se facilite.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de graduación contiene el diseño de dos proyectos elaborados mediante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería. Los proyectos consisten en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Las Minas y el diseño de una escuela de cuatro aulas puras en la aldea Paso Bueno, cantón Valencia, del Municipio de Jutiapa, Jutiapa.

Para conocer las deficiencias de las comunidades fue necesario una investigación y coordinación tanto de las autoridades municipales, como de los miembros del consejo comunal de desarrollo (COCODE), para determinar las necesidades de infraestructura y servicios básicos de las comunidades ya mencionadas.

En el caso del proyecto de drenaje sanitario ha sido necesario realizar el diseño, puesto que la aldea Las Minas no ha contado nunca con el servicio; esto ha llevado a tomar medidas a la población tales como tener que evacuar sus aguas servidas hacia la calle, todo esto ha venido a crear un ambiente antihigiénico, lo cual se va a evitar con el proyecto que realizará la Municipalidad y le dará mejores condiciones de vida a los habitantes evitando alteraciones de los sistemas ambientales.

En el caso de el diseño de la escuela en la aldea Paso Bueno, cantón Valencia; se ha venido a optar, puesto que no existe un lugar donde los alumnos puedan recibir sus clases, sin ruidos, en un ambiente protegido, con techo, sin tener que recibir todas las inclemencias del tiempo; así también elevar el nivel educativo y propiciar el desarrollo en dicha comunidad.

1 FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía de la cabecera del municipio de Jutiapa

1.1.1 Antecedentes históricos

Durante el período hispánico se le conoció como San Cristóbal Jutiapa. Se le dio la categoría de Villa en 1847 y de Ciudad por decreto gubernativo No. 219 del 15 de septiembre de 1878, ratificado el 6 de septiembre de 1921.

La cabecera departamental está localizada en una meseta muy plana que se extiende en su mayor longitud de este a oeste, siendo de norte a sur bastante estrecha, principalmente en el centro, que es donde se encuentra el parque, la iglesia parroquial, los edificios públicos y los principales centros comerciales. Esta cabecera se encuentra limitada por barrancos tanto por el norte como por el sur, por lo que puede decirse que no tiene más que dos entradas, la del este y la del oeste.

Fuentes y Guzmán escribió en su Recordación Florida por el año de 1690, lo relativo al corregimiento de Chiquimula de la Sierra, dentro del cual Jutiapa era cabecera de curato.

Con el nombre de Jutiapa o San Cristóbal Jutiapa de esa época, y conforme lo publicado por el Archivo General de Centro América, aparece perteneciente al curato epónimo, en el Estado de Curatos del Arzobispado de Guatemala.

1.1.2 Localización y ubicación

El municipio de Jutiapa se encuentra situado en la parte noroeste del departamento, en la Región IV o Región Sur-Oriental. Se localiza en la latitud $14^{\circ} 16' 58''$ y en la longitud $89^{\circ} 53' 33''$. La distancia de esta cabecera municipal a la ciudad Capital es de 124 kilómetros.

Fig. 1 Mapa del departamento de Jutiapa



1.1.3 Extensión y colindancias

El municipio de Jutiapa cuenta con una extensión territorial de 620 kilómetros cuadrados. Limita al norte con los municipios de Monjas (Jalapa) y El Progreso y Santa Catarina Mita (Jutiapa); al sur con los municipios de Comapa y Jalpatagua (Jutiapa); al este con los municipios de Asunción Mita, Yupiltepeque y el Adelanto (Jutiapa); y al oeste con los municipios de Quezada y Jalpatagua (Jutiapa) y Casillas (Santa Rosa).

1.1.4 Vías de comunicación

Entre sus principales vías de comunicación se encuentra la carretera Interamericana CA-1 que por el oeste proviene de Cuilapa, Santa Rosa, y unos 7 kilómetros y medio al noroeste enlaza con la ruta nacional 2 o (CA-2), la cual hacia el norte conduce a la cabecera municipal de El Progreso (Jutiapa). Del citado entronque por la CA-2, 20 kilómetros al este se llega a Asunción Mita y 20 kilómetros hacia el sur se llega a la aldea San Cristóbal Frontera, con El Salvador. De Jutiapa por la ruta nacional 23, a 21 kilómetros hacia el sureste se llega a Jerez, también en la frontera con El Salvador. Además hay rutas departamentales y veredas que comunican con los poblados rurales y municipios vecinos.

1.1.5 Población

Según datos proporcionados por el INE el Municipio de Jutiapa tenía en el último censo un total de 98,205 habitantes.

1.1.6 Actividades económicas

En la agricultura, destaca en este municipio la producción agrícola de caña de azúcar, maíz, frijol, tabaco, papa, maicillo y lenteja. La crianza de ganado vacuno, constituye una de las principales ramas de la economía de Jutiapa, de donde obtienen diferentes productos, como los elaborados del cuero, y los lácteos. Algunos de sus habitantes se dedican a la elaboración de cerámica tradicional, sombreros y trenzas de palma, y cerería.

1.1.7 Clima

El municipio de Jutiapa se encuentra a una altura de 905.96 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima va de cálido a templado. La temperatura máxima que se registra es de 33 grados y la mínima de 15 grados. Su clima es muy cálido y seco en la costa y los valles bajos, pero también es frecuente encontrar lagunas y lagunetas en el territorio. Según los datos de la estación meteorológica del Insivumeh ubicada en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa muestra las siguientes características:

TEMPERATURA MEDIA EN °C	24
TEMPERATURA MÁXIMA EN °C	33
TEMPERATURA MÍNIMA EN °C	15
LLUVIA EN MILÍMETROS	220
HUMEDAD RELATIVA EN %	62
VELOCIDAD DEL VIENTO EN km/h	18
DIRECCIÓN DEL VIENTO	N – S
EVAPORACIÓN A LA SOMBRA EN mm	6.6

2 SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de una escuela en la aldea Paso Bueno, cantón Valencia

2.1.1 Descripción del proyecto

Se va a realizar un diseño de 4 aulas puras en dicha aldea, tomando en cuenta el factor económico. Las medidas serán de 9 metros de largo por 8 metros de ancho; la estructura es mampostería de block con lámina de zinc y costaneras de metal, llevará cimiento corrido, también sus columnas y soleras hidrófuga, intermedia y final. El piso de las aulas será de granito, puertas de metal con sus respectivas ventanas y también se agregará un módulo de baños. Se va a tomar en cuenta para la construcción de dichas aulas que las medidas a tomar por alumno son de 1.25 a 1.50 metros cuadrados por cada uno que es el espacio que debe tener el estudiante según el Ministerio de Educación.

El lugar donde se construirá la escuela tiene 50 metros de largo por 20 metros de ancho que da como resultado 1,000 metros cuadrados de terreno. Según los datos proporcionados por la topografía realizada en el terreno para la escuela, no será necesario hacer ningún tipo de relleno o excavación, puesto que el terreno es muy plano y adecuado para una edificación como la que se ha diseñado. También contamos con un lugar que se encuentra alejado de ruidos, malos olores y otros inconvenientes.

Se tomará en cuenta otro aspecto muy importante, el cual es la ventilación, puesto que el clima en la región es cálido y que el techo de la estructura será de lámina, la mayor parte del tiempo las aulas estarán con una temperatura muy elevada, alrededor de los 35°C, razón por la cual es necesario

un planteo óptimo de ventanas para una ventilación adecuada. La dirección de los vientos en Guatemala es de norte a sur y viceversa, por eso el área de ventilación está orientada en este sentido para proveer una ventilación cruzada; el área de ventilación es el 50% del área de la ventana.

Existe otro tipo de aspectos que se toman en cuenta a la hora de diseñar una escuela, puesto que se debe considerar lo siguiente: la capacidad de alumnos por aula, el área por alumno, la forma, el confort, etc.

1. Capacidad de alumnos por aula

El número de alumnos recomendable para desarrollar actividades en este tipo de locales educativos es de 30 óptimo y 40 máximo para el nivel primario.

2. Área por alumno

La superficie por alumno en las aulas teóricas será dependiendo del nivel educativo, en este caso que es primario, la cantidad mínima es de 1.25 y el máximo es de 1.50 metros cuadrados por cada uno.

3. La forma

La manera más recomendable de realizar las aulas de nivel educativo, es que tengan ya sea la forma cuadrada o rectangular.

4. El confort

Esto encierra varios temas dentro de los cuales se toman en cuenta lo visual, que el estudiante que esté en la última fila no esté a una distancia mayor de 8 metros del pizarrón. También la iluminación debe ser uniforme, y el aislamiento acústico es recomendable, para evitar la distracción de los alumnos.

2.1.2 Normas a utilizar (FHA)

El diseño de la escuela en la aldea Paso Bueno ha sido realizado tomando en cuenta consideraciones y lineamientos brindados por el FHA (Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas), en su documento de “Normas de Planificación y Construcción para Casos Proyectados” en el cual se encuentran especificaciones técnicas mínimas que brindan condiciones adecuadas para el correcto desempeño de estructuras tipo habitacional.

Los aspectos contemplados en el presente diseño incluyen especificaciones dadas para estructuras de Mampostería que básicamente brindan las dimensiones mínimas de columnas, zapatas, cimiento corrido etc.

2.1.3 Cargas

Las fuerzas principales que actúan en un edificio son: las cargas vivas, cargas muertas, cargas de sismo, etc.

2.1.3.1 Carga viva

Es la carga que deberá soportar la estructura debido a su uso u ocupación. Los agentes que producen estas cargas no están rígidamente sujetos a la estructura. Estos incluyen pero no están limitados a: los ocupantes en sí, el mobiliario y su contenido así como el equipo no fijo. Existen tabulaciones de valores de carga viva mínima que ha de soportar cada estructura de acuerdo a su función.

2.1.3.2 Carga muerta

Las cargas muertas comprenden todas las cargas de elementos permanentes de la construcción incluyendo la estructura en sí, pisos, rellenos, cielos, vidrieras, tabiques fijos, equipo permanente rígidamente anclado. Las fuerzas netas de pre-esfuerzo también se consideran cargas muertas.

2.1.3.3 Carga de sismo

Estas cargas son las que se conocen con el nombre de cargas laterales; éstas son puramente dinámicas. Una de las características de estas cargas es que su aplicación es en un corto período de tiempo.

2.1.4 Método de análisis de mampostería

El método utilizado para el presente diseño es el llamado “Método por Resistencia de Trabajo”, el cual considera el tipo de cargas y esfuerzos a los que la estructura será expuesta y los incrementa con factores de seguridad, de este modo las fuerzas de diseño de la estructura no son las cargas últimas de

trabajo, sino que son las cargas netas a las que la estructura será sometida, incrementadas por seguridad.

2.1.5 Sistema constructivo

Estructura de techo

Considerando varios tipos de estructura para el techo de esta escuela, y tomando en cuenta las condiciones económicas con que cuentan las aldeas y la Municipalidad de Jutiapa, se ha llegado a la conclusión de utilizar, Perfil Tipo C (costanera), para esta las medidas se detallarán mas adelante en el diseño de la estructura del techo, sobre esta estructura se colocará una cubierta de lámina galvanizada troquelada calibre No. 26, cuyas características se plantearán en el diseño final, es necesario mencionar que para la colocación de este tipo de estructura se deberá seguir los pasos recomendados por el fabricante para la colocación de estas piezas.

Muros

El proceso constructivo que se utilizará para los muros será en base a mampostería, la cual será reforzada por columnas y soleras de amarre para obtener una mayor resistencia y durabilidad del proyecto.

Cimentación

La cimentación será a base de concreto armado, la cual estará conformada por el cimiento corrido y las zapatas, este tipos de estructura se detallará en la parte de análisis y diseño estructural.

2.1.6 Diseño de escuela

2.1.6.1 Diseño del techo

INTEGRACIÓN DE CARGAS

CARGA MUERTA

W Lámina	4.25 kg/m ²	
W Costanera	4.00 kg/m ²	
W Instalaciones	0.64 kg/m ²	(15% W Lámina)
W C. M.	8.89 kg/m²	

COSTANERA

BASE	ALTO	ESPESOR	DIMENSIONAL
2	4	1/16	PULGADAS
5.080	10.160	0.159	CENTÍMETROS

$$C = \frac{(alto) + 2(base)}{100} * espesor * \gamma_{acero}$$

$$\gamma_{acero} = 7.85 \text{ T/m}^3$$

$$\gamma_{acero} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$C = \frac{(10.160 \text{ cm}) + 2(5.080 \text{ cm})}{100} * 0.00159 \text{ m} * 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$C = 2.53 \text{ kg/m}$$

CARGA VIVA

Carga de servicio CV = 97.80 kg/m² (Peso para servicios o mantenimiento del techo según Código UBC – 97)

La carga viva es igual a la carga de viento más la carga de servicio

CARGA DE VIENTO

$$q = 0.005 V^2$$

Donde V = Mayor velocidad de viento registrada en Guatemala según
INSIVUMEH $V = 150 \text{ km/h}$

$$q = 0.005 (150 \text{ km/h})^2$$

$$q = 112.5 \text{ kg/m}^2$$

Sin embargo, la carga de viento debe afectarse por un factor, el cual resulta del contacto que la fuerza ejerce sobre la estructura, como existen aberturas (ventanas) en el edificio escolar, cuando el viento golpea externamente la edificación el factor es 0.8 y cuando el viento produce contacto en el interior de la estructura el factor toma un valor de 0.5, para este caso como suceden ambas situaciones, se tomará como factor el promedio de ambos.

$$PV = \text{factor promedio} * q \quad \begin{array}{l} \text{factor} = 0.8 \text{ golpe externo} \\ \quad \quad \quad 0.5 \text{ golpe interno} \end{array}$$

Factor promedio = factor golpe externo + factor golpe interno

$$\text{Factor promedio} = 0.80 + 0.50 = 1.3$$

$$PV = 1.3 * 112.5$$

$$\mathbf{PV = 146.25 \text{ kg/m}^2}$$

Entonces la carga viva es

$$CV = 146.25 \text{ kg/m}^2 + 97.80 \text{ kg/m}^2 = 244.05 \text{ kg/m}^2$$

Y la carga total es

$$CT = 244.05 \text{ kg/m}^2 + 8.89 \text{ kg/m}^2 = 252.94 \text{ kg/m}^2$$

CÁLCULO DE SEPARACIÓN DE COSTANERAS

$w = \text{separación} * (\text{WC.M.} + \text{WC.V.}) + W_{\text{costanera}}$

$$w = \text{separación} * (8.89 \text{ kg/m}^2 + 244.05 \text{ kg/m}^2) + 2.53 \text{ kg/m} \quad \text{ECUACIÓN 1}$$

De acuerdo con la distribución de ambientes la mayor luz es de 9.00 m

$$\text{Luz} = L = \text{luz mayor} / 3$$

$$L = 9.00/3$$

$$L = 3.00$$

Cálculo de momento

$$M = \frac{wL^2}{8} \quad M = (w * (3)^2) / 8 \quad M = 1.125 * w \quad \text{ECUACIÓN 2}$$

Cálculo del momento resistente:

$$\text{De } f = \frac{Mc}{I} = \frac{M}{S} \quad \text{despejando } S = \frac{I}{C}$$

Donde

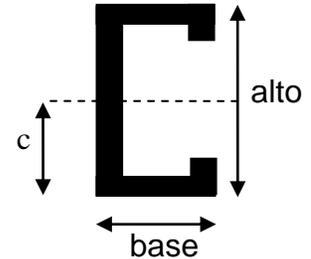
M = Momento

I = Inercia

S = Módulo de sección

C = Distancia al eje neutro

Fig. 2 Detalle de Costanera



Según el teorema de ejes paralelos, se calcula la inercia con:

B= base
H= altura
A= área
d= peralte
t= espesor

$$\sum I = \frac{bh^3}{12} + Ad^2$$

$$I = \frac{(t)(\text{alto})^3}{12} * 2 + \left[\frac{(\text{alto})(t)^3}{12} + (\text{alto})(t)(\text{base})^2 \right] * 2$$

$$I = ((0.159) * (10.16)^3 / 12) * 2 + (((10.16) * (0.159)^3 / 12) + (10.16 * 0.159 * 5.0)^2) * 2$$
$$I = 55.50 \text{ cm}^4$$

Cálculo del módulo de sección

$$S = I / c$$

$$S = 55.50 \text{ cm}^4 / 5.08 \text{ cm}$$

$$S = 10.93 \text{ cm}^3$$

Cálculo del momento resistente

de AISC $F_b = 0.6 F_y$

$$F_b = 0.6 * 2531.16 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_b = 1518.70 \text{ kg/cm}^2$$

Donde

$$F_y = 36 \text{ ksi}$$

$$1 \text{ ksi} = 70.31 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 70.31 \text{ kg/cm}^2 * 36 \text{ ksi}$$

$$F_y = 2531.16 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_r = S \times F_b$$

$$M_r = 10.93 \text{ cm}^3 \times 1518.70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_r = 16599.39 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_r = 165.99 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Igualando las ecuaciones 1 y 2

$$w = \text{separación} \times (8.89 \text{ kg/m}^2 + 244.05 \text{ kg/m}^2) + 2.53 \text{ kg/m} \quad \text{ECUACIÓN 1}$$

$$M = 1.125 \times w \quad \text{ECUACIÓN 2}$$

$$1.125 \times (\text{separación} \times (8.89 \text{ kg/m}^2 + 244.05 \text{ kg/m}^2) + 2.53 \text{ kg/m}) = M_r$$

$$1.125 \times (\text{separación} \times (252.94 \text{ kg/m}^2) + 2.53 \text{ kg/m}) = 165.99 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$279.56 \times \text{separación} = 165.99 - 2.53$$

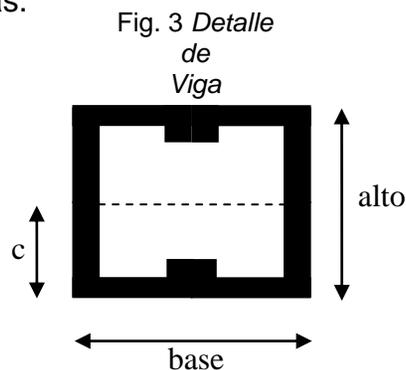
$$\text{separación} = 163.46 / 279.56$$

$$\text{separación} = 0.60 \text{ metros}$$

Colocando las costaneras con una separación de 60 centímetros no tendremos riesgo de que exista flexión, así como también en una separación prudencial para la facilidad en el mantenimiento en el futuro del techo y brinda también una facilidad en la construcción.

CÁLCULO DE LA VIGA METÁLICA

Nota: se toma como una viga simplemente apoyada, conformada por la unión de dos costaneras.



Debido a que la viga esta formada por la unión de dos costaneras, la inercia y el módulo de sección serán el doble del dato calculado para una costanera.

$$I = 111 \text{ cm}^4$$

$$S = 21.86 \text{ cm}^3$$

$$F_b = 1518.70 \text{ Kg/cm}^2$$

Cálculo del peso de la costanera en kg/m^2

Si se usan costaneras @ 0.60 m de separación y $C = 2.53 \text{ kg/m}$, que es el valor calculado de:

$$C = \frac{(alto) + 2(base)}{100} * espesor * \gamma_{acero}$$

$$W_{costanera} = C / 0.60$$

$$W_{costanera} = 2.53 \text{ kg/m} / 0.60 \text{ m}$$

$$W_{costanera} = 4.22 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo del momento resistente de la viga

$$M_r = S \times F_b$$

$$M_r = 21.86 \text{ cm}^3 * 1518.70 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_r = 33198.78 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_r = 331.99 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Integrando cargas para la viga metálica

Carga muerta

$$W_{lámina} \quad 4.25 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{array}{r}
W_{\text{costanera}} \quad 4.22 \text{ kg/m}^2 \\
W_{\text{instalaciones}} \quad 0.64 \text{ kg/m}^2 \quad (15\% \text{ Wlámina}) \\
\hline
WC.M. = \quad 9.11 \text{ kg/m}^2 \\
WC.V. = \quad 244.05 \text{ kg/m}^2 \\
\hline
WC.M + WC.V. = 253.16 \text{ kg/m}^2
\end{array}$$

Peso de la viga = Peso de la costanera * 2 = 2 * 2.53 kg/m = 5.06 kg/m

$W = \text{separación} * (WC.M + WC.V.) + WVIGA$

$$W = 0.60 \text{ m} * (253.16 \text{ kg/m}^2) + 5.06 \text{ kg/m}$$

$$W = 156.96 \text{ kg/m}$$

Igualando el momento para una viga simplemente apoyada con el momento resistente se tiene

$$M = \frac{WL^2}{8}$$

$$M_r = S \times F_b$$

$$(WL^2)/8 = S \times F_b$$

$$(WL^2)/8 = S \times F_s$$

Despejando F_s

$$F_s = WL^2/8S$$

Donde $L = 3.00 \text{ m}$

$$F_s = [156.96 \text{ kg/m} * (3.00 \text{ m})^2] * 100 / (8 * 21.86 \text{ cm}^3)$$

$$F_s = 807.78 \text{ kg/cm}^2$$

$F_s < F_b$, $F_s = 807.78 \text{ kg/cm}^2$ es menor a $F_b = 1518.70 \text{ kg/cm}^2$

CÁLCULO DE PERNOS

Con $L = 3.00 \text{ m}$

Separación = 0.60 m

$W = \text{separación} * (\text{WC.M.} + \text{WC.V.}) + \text{WVIGA}$

$W = 0.60 \text{ m} * (253.16 \text{ kg/m}^2) + 5.06 \text{ kg/m}$

$W = 156.96 \text{ kg/m}$

Tensión en apoyos = WL

$T = 156.96 \text{ kg/m} * 3.00 \text{ m}$

$T = 470.88 \text{ kg}$

$F_y = 2531.16 \text{ kg/cm}^2$

$F_{pt} = 0.5 F_y$

$F_{pt} = 0.5 * 2531.16 \text{ kg/cm}^2$

$F_{pt} = 1265.58 \text{ kg/cm}^2$

$T = A * f_s$

$A = T / f_s$

$A = T / F_{pt}$

$A = 470.88 \text{ kg} / 1265.58 \text{ kg/cm}^2$

$A = 0.37 \text{ cm}^2$

No. de pernos = A / A_{perno}

No. de pernos = $0.37 \text{ cm}^2 / 0.71 \text{ cm}^2$

No. de pernos = $0.52 < 1$

No. de pernos = 1 perno de $\varnothing 3/8''$

Pero por razones de seguridad de utilizarán 2 pernos de $\varnothing 3/8''$

Revisando acciones en apoyos de pieza de metal

$$W = \text{separación} * (\text{WC.M.} + \text{WC.V.}) + \text{WVIGA}$$

$$W = 0.60 \text{ m} * (253.16 \text{ kg/m}^2) + 5.06 \text{ kg/m}$$

$$W = 156.96 \text{ kg/m}$$

$$V = \frac{wl}{2}$$

$$V = (156.96 \text{ kg/m} * 9.00 \text{ m})/2$$

$$V = 706.32 \text{ kg}$$

$$P = A_c * f$$

Despejando A_c :

$$A_c = \frac{P}{f}$$

DONDE

$$F_c = 0.4 F_y$$

$$F_c = 0.4 * 2531.16 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_c = 1012.46 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = V/F_c$$

$$A = 706.32 \text{ kg} / 1012.46 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$A = 0.70 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de pernos} = A/A_{\text{perno}}$$

$$\text{No. de pernos} = 0.70 \text{ cm}^2 / 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de pernos} \approx 1 \text{ de } \varnothing 3/8''$$

Pero por razones de seguridad se utilizarán 4 pernos de $\varnothing 3/8''$

2.1.6.2 Diseño de muros y soleras

Para esta estructura que tiene diafragma flexible encima, el corte y momento por sismo se calcula por área tributaria

WT = peso a sostener

WT = WC.M. + WC.V.

Carga Muerta

W Lámina			4.25 kg/m ²
W Costanera	Wcostanera/l		4.22 kg/m ²
W Instalaciones	(15% Wlámina)		0.64 kg/m ²
Viga	Wviga/L	L=L/3=9/3	1.70 kg/m ²
			<hr/>
WC.M. =			10.81 kg/m ²

Nota: la separación l es igual a 0.60 m, que es la separación entre costaneras

Nota: la separación L es igual a 9 m, que es la luz del aula, y se divide en tres ya que existen dos vigas entre los muros, ver detalle de techos.

Carga Viva

WC.V. = 244.05 kg/m²

WC.M. + WC.V. = 254.86 kg/m²

Para un muro interior de aulas

L muro = 9.00 m

W = P = Peso Total * ancho tributario * largo del muro

W = 254.86 Kg/m² * 3.00 m * 9.00 m

W = 6881.22 Kg

Cálculo de carga de sismo para el muro

Fs = 0.20 * W

Fs = 0.20 * 6881.22 kg

$$F_s = 1376.24 \text{ kg}$$

Cálculo del momento generado por la fuerza de sismo

$$M_s = F_s * h$$

$$h_{\text{muro}} = 3.60 \text{ m}$$

$$M_s = 1376.24 \text{ kg} * 3.60 \text{ m}$$

$$M_s = 4954.48 \text{ kg-m}$$

Chequeo a compresión

$$f_c = \frac{P}{A}$$

$$A_{\text{muro}} = \text{espesor del muro} * \text{ancho del muro}$$

$$A_{\text{muro}} = 15 \text{ cm} * 900 \text{ cm} = 13500 \text{ cm}^2$$

$$f_c = W/A$$

$$f_c = 6881.22 \text{ kg} / 13500 \text{ cm}^2$$

$$f_c = 0.51 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_c = 0.51 \text{ kg/cm}^2 < < f_u = 25 \text{ kg/cm}^2$$

Chequeo a flexión

Según la técnica conocida como

TÉCNICA UNIVERSAL DE DISEÑO A FLEXIÓN ELÁSTICA

Llamando $F_b = f_b$ permisible y a $F_s = f_s$ permisible el momento basado en el esfuerzo a compresión de la mampostería es:

$$M = b d^2 (j k / 2) F_b, \text{ puede despejarse } (2 / j k) = (b d^2) * F_b / M$$

De la misma forma ya que el momento basado en el esfuerzo del acero es:

$$M = b d^2 (\rho j) F_s, \text{ puede despejarse } n \rho j = n M (b d^2) * F_s$$

Entonces, pueden tabularse valores de $(2/jk)$ y de $(n\rho_j)$ que puede encontrarse en algunas publicaciones sobre mampostería, o pueden calcularse, y de ellos despejar el valor de (ρ) .

$$E_m = 400 * f'm \quad \text{cuando } f'm < 50$$

$$E_m = 600 * f'm \quad \text{cuando } f'm > 50$$

$$E_m = 800 * f'm \quad \text{cuando } f'm > 100$$

$$k = \sqrt{(\rho * n)^2 + (2 * \rho * n)} - \rho * n$$

Asumiendo un valor para f_u de 25 kg/cm^2

$$f_u = 25 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'm = 0.7f_u = 17.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_b = 0.3 f'm = 5.25 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_m = 400 f'm = 7000 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s = 0.5 f_y = 1405 \text{ kg/cm}^2$$

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

Calculando el valor de n

$$n = E_{\text{acero}} / E_{\text{mampostería}}$$

$$n = 2 \times 10^6 / E_m$$

$$n = 2000000 \text{ kg/cm}^2 / 7000 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = 286$$

Por mampostería:

$$\frac{2}{jk} = \frac{bd^2 f_b}{M} = \frac{(15 \text{ cm}) * (900 \text{ cm})^2 * (5.25 \text{ kg/cm}^2)}{495448 \text{ kg-cm}}$$

$$\frac{2}{jk} = \frac{bd^2 f_b}{M} = 129$$

Por acero:

$$n\rho_j = \frac{nM}{bd^2 fs} = \frac{(286)*(495448 \text{ kg-m})}{(15 \text{ cm})*(900 \text{ cm})^2 *(1410 \text{ kg/cm}^2)}$$

$$n\rho_j = \frac{nM}{bd^2 fs} = 0.008271$$

Se asume un valor de $n\rho$

Calculamos el valor de k , el valor de j , y los valores de $(2/jk)$ y $(n\rho j)$

$n\rho$	k	j	$(2/jk)$	$(n\rho j)$
0.00011700	0.01518051	0.99493983	132.41797157	0.00011641
0.00011800	0.01524474	0.99491842	131.86282319	0.00011740
0.00011900	0.01530871	0.99489710	131.31468752	0.00011839
0.00012000	0.01537240	0.99487587	130.77341815	0.00011939
0.00012100	0.01543582	0.99485473	130.23887292	0.00012038
0.00012200	0.01549898	0.99483367	129.71091377	0.00012137
0.00012300	0.01556187	0.99481271	129.18940654	0.00012236
0.00012400	0.01562450	0.99479183	128.67422090	0.00012335
0.00012500	0.01568688	0.99477104	128.16523016	0.00012435
0.00012600	0.01574901	0.99475033	127.66231115	0.00012534
0.00012700	0.01581088	0.99472971	127.16534412	0.00012633
0.00012800	0.01587251	0.99470916	126.67421259	0.00012732
0.00862200	0.12297716	0.95900761	16.95834560	0.00826856
0.00862300	0.12298382	0.95900539	16.95746596	0.00826950
0.00862400	0.12299049	0.95900317	16.95658647	0.00827044
0.00862500	0.12299715	0.95900095	16.95570713	0.00827138
0.00862600	0.12300381	0.95899873	16.95482795	0.00827232

0.00862700	0.12301048	0.95899651	16.95394892	0.00827326
0.00862800	0.12301714	0.95899429	16.95307004	0.00827420
0.00862900	0.12302380	0.95899207	16.95219132	0.00827514
0.00863000	0.12303046	0.95898985	16.95131275	0.00827608
0.00863100	0.12303712	0.95898763	16.95043433	0.00827702
0.00863200	0.12304378	0.95898541	16.94955606	0.00827796
0.00863300	0.12305044	0.95898319	16.94867795	0.00827890
0.00863400	0.12305710	0.95898097	16.94779999	0.00827984
0.00863500	0.12306376	0.95897875	16.94692219	0.00828078
0.00863600	0.12307042	0.95897653	16.94604454	0.00828172
0.00863700	0.12307708	0.95897431	16.94516704	0.00828266

$$n \rho = 0.008624$$

$$\rho = 0.008624/n$$

$$\rho = 0.008624/286$$

$$\rho = 0.00003$$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = 0.00003 * 15 \text{ cm} * 900 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.41 \text{ cm}^2$$

Como el área de acero calculada anteriormente es menor al área de acero mínimo entonces, los muros de mampostería reforzada se diseñaran con refuerzo mínimo de acuerdo con las normas del Instituto de Fomento de Hipotecas (FHA), las que recomiendan ubicar columnas principales con 4 varillas No. 3, estribos No. 2 a cada 0.20 m al centro de la luz. Para marcos de puertas y ventanas se recomiendan columnas intermedias.

Revisando corte

$$f_u = \frac{P}{A}$$

$$f_u = 1376.24 \text{ kg} / 13500 \text{ cm}^2$$

$$f_u = 0.10 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = F_s = 1376.24 \text{ kg}$$

$$A = t * l = 15 \text{ cm} * 900 \text{ cm} = 13500 \text{ cm}^2$$

Si f_u es < 0.50 utilizar refuerzo mínimo

Refuerzo horizontal:

$$\rho_h = \frac{A_s h}{d * t} \geq 0.0007$$

Refuerzo vertical:

$$\rho_h = \frac{A_s h}{d * t} \geq 0.0007$$

Donde

d = longitud del muro

t = espesor del muro

Diseño de muros longitudinales

a) Diseño a flexión:

$$A_s \text{ vertical} = 0.0007 (900 \text{ cm}) (15 \text{ cm})$$

$$A_s \text{ vertical} = 9.45 \text{ cm}^2$$

Usando varillas No. 3 (0.71 cm^2) tenemos

$$\text{Número de varillas} = 9.45 \text{ cm}^2 / 0.71 \text{ cm}^2$$

Número de varillas = $13.30 \approx 14$ varillas a lo largo del muro

Por ser un muro de más de 7.00 m. Se usarán cuatro mochetas con 4 varillas No. 3 y estribos No. 2 @ cada 0.15 m. Proporcionando un área de acero de 11.36 cm² a lo largo del muro, cubriendo de esta manera el área de acero requerida (9.45 cm²).

b) Diseño a corte:

As horizontal= 0.0009 (900cm)(15cm) se utilizó un 0.0009 tomando
As horizontal= 12.15 cm² en cuenta que estamos en
un país altamente sísmico.

Usando varillas No. 3 (0.71 cm²) tenemos

Número de varillas = 12.15 cm² / 0.71 cm²

Número de varillas = 17.11 ≈ 18 varillas a lo largo del muro.

Pero se pueden usar 10 varillas No. 3 con un área de acero = 7.10 cm², y 4 varillas No. 4 con área de acero = 5.08 cm². Para un total de 12.18 cm².

Se usarán 4 soleras, distribuyendo el refuerzo para soportar el corte actuante en el muro y el armado será de 4 varillas No. 3 y estribos No. 2 @ 0.20 m. para 3 soleras y 4 No. varillas 4 con estribos No. 2 @ 0.20 m. para la restante, proporcionando de esta manera un área de acero de 12.18 cm² cubriendo así el requerimiento de 12.15 cm² para el área de acero a lo largo del muro.

2.1.6.3 Diseño de mochetas

Cálculo de la carga que llega a la columna

$w = C.M.(separación) + C.V.(separación) + W_{viga} = separación(C.M + C.V.) + W_{viga}$

Donde

Separación = 3.00 m

C.M. = peso carga muerta = 10.81 kg/m²

C.V. = peso de la carga viva = 244.05 kg/m²

Wviga = peso de la viga = 5.06 kg/m

$w = \text{separación} * (WC.M. + WC.V.) + WVIGA$

$w = 3.00 \text{ m} * (254.86 \text{ kg/m}^2) + 5.06 \text{ kg/m}$

$w = 769.64 \text{ kg/m}$

$$P = \frac{wl}{2}$$

$l=9.00 \text{ m}$

$P = (769.64 \text{ kg/m} * 9.00 \text{ m}) / 2$

$P = 3463.38 \text{ kg}$

$$f_c = \frac{P}{A}$$

$f_c = 3463.38 \text{ kg} / 225 \text{ cm}^2$

$f_c = 15.40 \text{ kg/cm}^2$

Cálculo del armado de la mocheta

Asumiendo el valor de $\rho = 1\% = 0.01$

Con columnas de sección 0.15 x 0.15 cm. y un área transversal de 225 cm².

$\rho A_g = 0.01(225 \text{ cm}^2)$

$\rho A_g = 2.25 \text{ cm}^2$

$$\rho = 2.84 \text{ cm}^2 / 225 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0.0126$$

Utilizando 4 varillas No. 3, el área de acero es 2.84 cm^2 , y estribos No. 2 @ 0.15 m confirmando con lo mencionado en la página 24.

Usando un reductor de carga a compresión:

$$P_o = \theta[0.85 f'_c(A_g - A_s) + f_y A_s]$$

$$\text{Donde } \theta = 0.70$$

$$P_o = 0.75 * 0.70 (0.85 * 210 (225 - 2.84) + (2810) * (2.84))$$

$$\theta = 0.75$$

$$P_o = 25008.88 \text{ kg}$$

P0 >> P entonces basta con colocar 4 varillas No. 3

2.1.6.4 Diseño del cimiento corrido

INTEGRACIÓN DE CARGAS

Peso del muro

$$W_{\text{muro}} = \text{alto} * \text{ancho} * \gamma_{\text{mampostería}}$$

Donde

$$W_{\text{muro}} = 3.60 \text{ m} * 0.15 \text{ m} * 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ancho} = 0.15 \text{ m}$$

$$W_{\text{muro}} = 972.00 \text{ kg/m}$$

$$\text{alto} = 3.60 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{mampostería}} = 1800 \text{ Kg/m}^3$$

Peso del cimiento

$$W_{\text{cimiento}} = \text{alto} * \text{ancho} * \gamma_{\text{concreto}}$$

Donde

$$W_{\text{cimiento}} = 0.40 \text{ m} * 0.20 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ancho} = 0.40 \text{ m}$$

$$W_{\text{cimiento}} = 192 \text{ kg/m}$$

$$\text{alto} = 0.20 \text{ m}$$

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

$$W_{\text{que tributa al muro}} = (W_{\text{lámina}} + W_{\text{costanera}} + W_{\text{instalaciones}} + W_{\text{viga}}) * a$$

$$W_{\text{que tributa al muro}} = (4.25 + 4.22 + 0.64 + 1.70) * (3.00) \quad \text{Donde}$$

$$W_{\text{que tributa al muro}} = 32.43 \text{ kg/m}$$

$$a = \text{ancho tributario}$$

$$a = 3.00$$

Peso de la carga viva

$$W_{\text{c.v.}} = 244.05 \text{ kg/m}^2 * a$$

$$W_{\text{c.v.}} = 244.05 \text{ kg/m}^2 * 3.00 \text{ m}$$

$$W_{\text{c.v.}} = 732.15 \text{ kg/m}$$

Peso total del muro

$$W_{\text{muro}} = 1.4 W_{\text{C.M.}} + 1.7 W_{\text{C.V.}}$$

$$W_{\text{muro}} = 1.4 (972.00 \text{ kg/m} + 192 \text{ kg/m} + 32.43 \text{ kg/m}) + 1.7 (732.15 \text{ kg/m})$$

$$W_{\text{muro}} = 1675.00 \text{ kg/m} + 1244.66 \text{ Kg/m}$$

$$W_{\text{muro}} = 2919.66 \text{ kg/m}$$

DETERMINACIÓN DEL ANCHO

Donde

b = ancho del cimiento

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

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

$$F_s = 19,500 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_s = P/A \longrightarrow A = P/F_s \longrightarrow A = b * l$$

Donde

$$b = P/F_s$$

$$b = (2919.66 \text{ kg/m}) / (19,500 \text{ Kg/m}^2)$$

$$b = 0.15 \text{ m}$$

$$b < 2t \text{ donde } t = \text{espesor del muro} = 0.15 \text{ m}$$

Para efectos de diseño se asumirá un ancho de cimiento de 0.40 m y peralte de 0.13 m con un recubrimiento de 0.07 m.

CHEQUEO A CORTE SIMPLE

Con los datos asumidos en el párrafo anterior se verifica si el corte actuante es menor al corte resistente, si es así los datos asumidos son correctos.

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c}$$

$$V_a = \frac{P}{A}$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210}$$

$$V_a = (2919.66 \text{ kg/m}) / (40 * 13)$$

$$V_r = 6.53 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_a = 5.61 \text{ kg/cm}^2$$

$V_a < V_r$ Sí Chequea

CHEQUEO A FLEXIÓN

Con los datos de 0.40 m de base, 0.13 m de peralte y 0.07 m de recubrimiento se obtiene:

$$W = P/b$$

Donde

$$W = (2919.66 \text{ kg/m}) / 0.40 \text{ m}$$

P = peso del muro intermedio

$$W = 7291.65 \text{ kg/m}$$

b = base del cimiento

Cálculo del momento

$$M = \frac{WL^2}{2}$$

$$M = ((7291.65 \text{ kg/m}) * (0.125)^2) / 2$$

$$M = 56.97 \text{ kg} - \text{m}$$

$$Mu = 56.97 \text{ kg} - \text{m}$$

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

$$d = 13 \text{ cm}$$

$$As = \left[bd - \sqrt{\left[(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c} \right]} \right] * 0.85 * \frac{f'c}{Fy}$$

$$As = \left[(40 * 13) - \sqrt{\left[(40 * 13)^2 - \frac{56.97 * 40}{0.003825 * 210} \right]} \right] * 0.85 * \frac{210}{2810}$$

$$As = 0.17 \text{ cm}^2$$

Cálculo del refuerzo mínimo

$$As_{min} = 0.4 \left(\frac{14.1}{Fy} * b * d \right)$$

$$As_{min} = 0.4 (14.1/2810) * 40 * 13$$

$$As_{min} = 1.04 \text{ cm}^2$$

As < Asmin, entonces se toma el valor de Asmin = 1.04 cm²

Como el área de acero mínimo es mayor que el área de acero requerida se utilizará el acero mínimo.

$$\text{Número de varillas} = As_{min} / \text{Avarilla No. 3}$$

$$\text{Número de varillas} = 1.04 \text{ cm}^2 / 0.71 \text{ cm}^2$$

Número de varillas = 1.46 = 2 varillas No. 3

Por seguridad se usarán 3 varillas No. 3 con eslabones No. 2 @ 0.20 m

2.1.6.5 Diseño de zapatas

Se diseñarán las zapatas tomando como columna crítica las que se localizan en la intersección de los muros con una sección de 0.15 m * 0.15 m y una altura de 3.60 metros.

Se toman como datos

$$F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

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

$$\mu = \text{capacidad de carga permisible del terreno} = 19,500 \text{ kg/m}^2$$

INTEGRACIÓN DE CARGA

La carga total de la cubierta soportada por las columnas será de:

$$P = P_c * A$$

Donde

P = Peso de la cubierta

P_c = Peso por metro cuadrado de la cubierta

A = Área cubierta de techo

$$P = (10.81 \text{ kg/m}^2) * (36.00 * 8.00 \text{ m}^2)$$

$$P = 3113.28 \text{ kg}$$

Distribuidos sobre las 10 zapatas que habrán en las columnas críticas

Peso sobre columna = $3113.28 \text{ kg} / 10 = 311.33 \text{ kg}$

Total de peso de la columna = $0.15 \text{ m} * 0.15 \text{ m} * 3.60 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 194.4 \text{ kg}$

Peso total sobre la zapata = $311.33 \text{ kg} + 194.40 \text{ Kg} = 505.73 \text{ kg}$.

Se asumen zapatas con las siguientes dimensiones: $0.60 \text{ m} * 0.60 \text{ m} * 0.20 \text{ m}$

$W_{zapata} = 0.60 \text{ m} * 0.60 \text{ m} * 0.20 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3$

$W_{zapata} = 173 \text{ kg}$

$W_{total} = W_{zapata} + W_{total} \text{ sobre la zapata}$

$W_{total} = 173 \text{ kg} + 505.73 \text{ kg}$

$W_{total} = 678.73 \text{ kg}$

ÁREA DE ZAPATA REQUERIDA

$A = P/\mu$

$A = 678.73 \text{ kg} / 19,500 \text{ Kg/m}^2$

$A = 0.0348 \text{ m}^2$

$A \text{ propuesta} = 0.60 \text{ m} * 0.60 \text{ m} = 0.36 \text{ m}^2$

$A < A \text{ propuesta}$

El área propuesta es mayor que la calculada, por lo que las dimensiones asumidas son correctas.

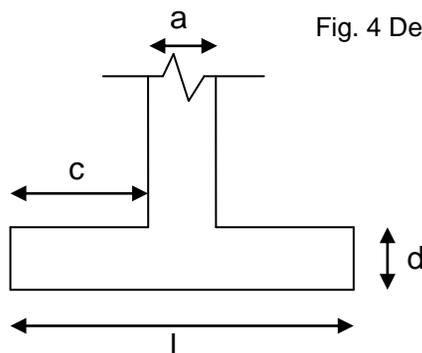


Fig. 4 Detalle de Zapata

PRESIÓN DEL SUELO

Donde

$$Q = P/Az$$

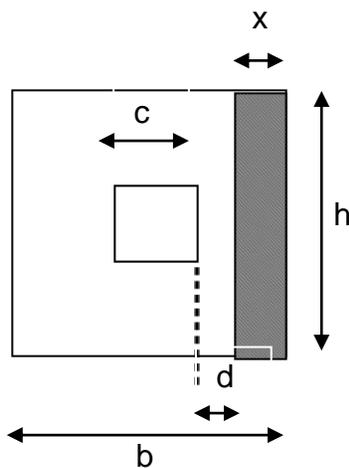
P = peso de la columna crítica

Az = área de la zapata

$$Q = 678.73 \text{ kg} / 0.36 \text{ m}^2$$

$$Q = 1885.36 \text{ kg/m}^2$$

Fig. 5 ÁREA DE
CHEQUEO A CORTE SIMPLE



Donde

x = distancia de chequeo de
corte simple

h = base de la zapata

Q = presión del suelo

d = peralte = 13 cm

$$Vr = 0.85 * 0.53 * (bd) * \sqrt{f'c}$$

$$Vac = x * h * Q$$

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

$$x = 60/2 - 15/2 - 13$$

$$x = 9.5 \text{ cm}$$

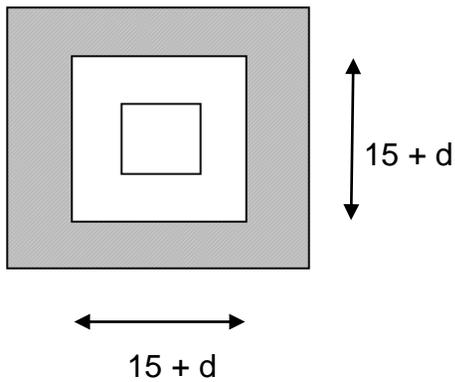
$$Vr = 0.85 * 0.53 * (60 * 13) * \sqrt{210} = 5092.12 \text{ kg}$$

$$Vac = 0.095 * 0.60 * 1885.36 = 107.47 \text{ kg}$$

$$V_{ac} < V_r$$

Las dimensiones de la zapata cumplen con el chequeo por corte simple.

Fig. 6 ÁREA DE
CHEQUEO A CORTE PUNZONANTE



$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

$$b_o = 4 (15 + d)$$

$$b_o = 4 (15 + 13)$$

$$b_o = 112 \text{ cm}$$

Donde

b_o = perímetro de sección crítica
de punzonamiento

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 112 * 13$$

$$V_r = 9505.30 \text{ kg}$$

$$V_a = ((0.60 * 0.60) - (0.28 * 0.28)) * (1885.36)$$

$$V_a = 530.92 \text{ kg}$$

$$V_r > V_a$$

$$9505.30 \text{ kg} > 530.92 \text{ kg}$$

Las dimensiones de la zapata cumplen el chequeo punzonante.

CHEQUEO A FLEXIÓN

Datos

b= 60 cm

d = 13 cm

$$M = \frac{Wl^2}{2}$$

$$M = \frac{Ql^2}{2}$$

$$M = \frac{1885.36 * 0.225^2}{2}$$

$$M = 47.74 \text{ kg} - \text{m}$$

Cálculo del refuerzo

Mu= 47.74 kg – m

b= 60 cm

d= 13 cm

$$A_s = \left[bd - \sqrt{\left[(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c} \right]} \right] * 0.85 * \frac{f'c}{F_y}$$

$$A_s = 1.04 \text{ cm}^2 = 1.47 \text{ varillas No. 3} \approx 2 \text{ varillas No. 3}$$

Por criterio y seguridad la zapata se reforzará con 6 varillas No. 3 en ambos sentidos.

El cemento corrido por sí mismo es capaz de soportar las cargas a las que la estructura estará expuesta y trasladarlas al suelo, pero por razones

descritas a continuación, se ha decidido reforzar la cimentación de la escuela incluyendo zapatas cuadradas en la unión de muros, debido a las propiedades mecánicas del suelo.

En los ensayos de laboratorio, se ha determinado que el suelo es una ARCILLA ORGÁNICA, lo que significa que es un suelo con comportamiento inestable con presencia del agua, y según el ensayo de COMPRESIÓN TRIAXIAL practicado a una muestra del terreno, el ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA es de 5.28° y la COHESIÓN es de 3.50 T/m^2 , lo que representa una capacidad de carga considerada de regular a buena.

Según la teoría de la capacidad de carga de TERZAGHI el suelo en estudio tiene un valor soporte de 19.5 T/m^2 que es la utilizada en el cálculo y diseño del cimiento corrido.

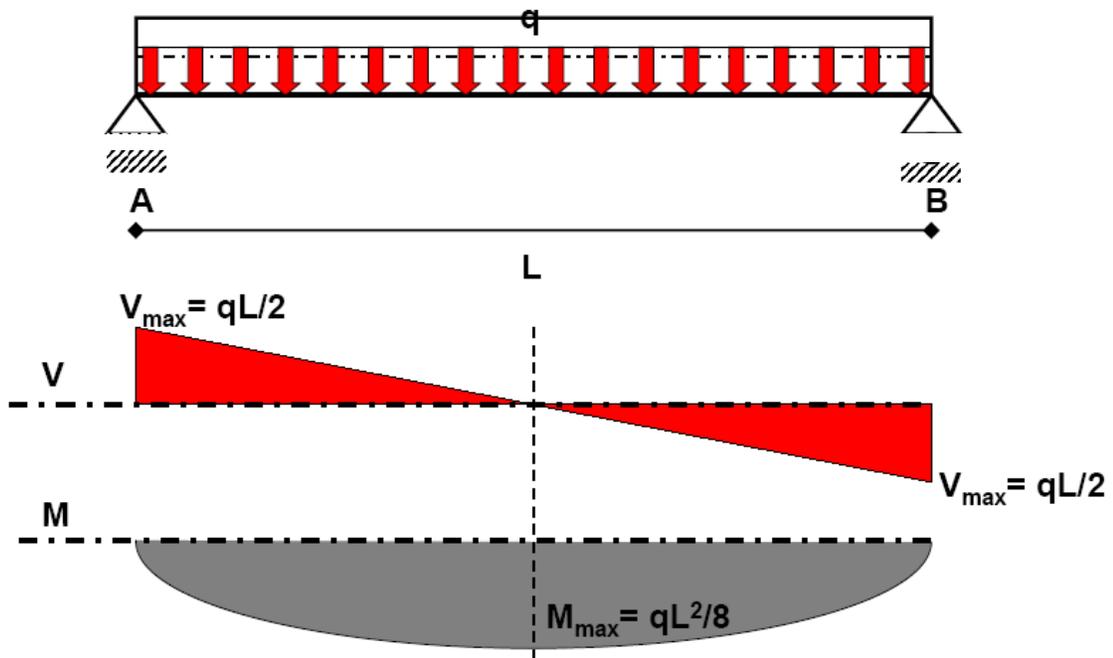
Según el ensayo de LÍMITES DE ATTERBERG, el índice plástico del suelo tiene un valor del 21.2% y el límite líquido es del 46.0%. Lo cual implica que el suelo tiende a comportarse de una forma inestable en presencia del agua, lo que podría causar asentamientos en la estructura. El comportamiento de los suelos con valores como los que posee este, no favorece la estabilidad de la estructura, ya que se observan diferentes comportamientos en presencia o falta de agua.

Razón por la cual se ha optado por añadir a la cimentación zapatas, lo que permitiría brindar rigidez a toda la base de la estructura, las zapatas estarán situadas en lugares críticos, en la unión de los muros. Las cargas soportadas por las zapatas serán las cargas del techo de la estructura, las que serán transmitidas puntualmente al suelo, brindando mayor eficiencia al proceso de transmisión de esfuerzos, ya que debido a los vanos en los muros de

mampostería que forman las ventanas, no todo el muro estará trabajando para soportar los esfuerzos de la estructura.

Otra de razón que justifica el uso de zapatas en la cimentación de la escuela, es la rigidez extra aportada al cimiento corrido, ya que de no contar con las zapatas, el cimiento existente tendería a mostrar deformaciones debido al cambio de las propiedades mecánicas del suelo, que en presencia excesiva de agua, muestra un comportamiento plástico, permitiendo asentamientos provocados por las cargas, podemos analizarlo como una viga simplemente apoyada, en la cual se aplica una carga uniformemente distribuida, entonces; la deformación para una viga equivalente al cimiento corrido con una carga como la que es aportada por el muro, teniendo la viga una luz de 36 metros, tendrá mayor deformación que una viga bajo las mismas condiciones pero con una luz de 9 metros solamente.

Fig. 7 Diagrama de carga, corte y momento en una viga



En donde se ve que el momento generado depende directamente de la luz existente entre los apoyos, las zapatas brindan soportes como apoyos en

los lugares donde van colocadas, lo que represente menores momentos y menores deformaciones en el cimiento corrido, analizado equivalentemente como una viga.

El conjunto de zapatas y cimiento corrido brinda una mayor rigidez a toda la cimentación de la estructura, mejorando el funcionamiento de esta en el suelo en el que irá asentada, el cual tiende a mostrar cualidades plásticas en momentos críticos. Al tener un sistema de cimentación con zapatas, el cimiento corrido vendría a hacer la función de una viga conectora, la cual amarra las zapatas para evitar hundimientos causados por el peso de la estructura.

Cuando grandes cantidades de agua, provocadas por precipitaciones continuas, por fallas en los drenajes o cualquier otro motivo, son depositadas en el suelo, las propiedades mecánicas de este cambian considerablemente, debido a que por ser un suelo arcilloso, la composición laminar del mismo permite un reacomodamiento en su estructura, lo cual facilita asentamientos y estos a su vez causa fallas en los miembros estructurales en contacto con este. El diseño de la cimentación se ha realizado asumiendo estado seco del suelo, pero previendo alteraciones en sus propiedades mecánicas, se ha decidido reforzar la cimentación con el uso de zapatas, ya que evitará fallas en el cimiento corrido debido a la carga soportada, acortando las luces entre apoyos, si se hace un análisis equivalente al de una viga. Sistema que evitaría problemas de asentamiento y fallas en los muros de mampostería, pero con las zapatas y con el cimiento corrido trabajando como una viga conectora, este problema será minimizado, ya que todo el cimiento será unido y rigidizado.

En lo relacionado con las columnas o mochetas, el diseño del muro de mampostería que según la técnica de diseño a FLEXIÓN ELÁSTICA, pide un área de acero de 9.45 cm^2 a lo largo del muro, entonces los estaremos

distribuyendo en 4 mochetas, cada una con 4 varillas No. 3, lo que proporcionará un área de 11.36 cm^2 , con lo que aportamos el acero requerido, y cada mocheta tendrá estribos de varilla No. 4 @ 0.15 cm como refuerzo para corte, con una sección de 15 cm por lado.

Se menciona que el área de acero requerida por el diseño es menor al área que aporta el armado propuesto, pero debido a requerimientos del Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA), el cual recomienda para proyectos de este tipo el armado de 4 varillas No. 3, además, en los códigos de diseño de mampostería, se menciona que cuando la demanda de acero de los miembros sea menor a los 11.36 cm^2 aportados por las 4 varillas No. 3, se optará por hacer el armado con las 4 varillas No. 3, proporcionando un sistema adecuado para hacer el armado de refuerzo para corte, con una cama superior e inferior.

La cuantía recomendada por los códigos para el diseño de mampostería va desde un 0.0025 hasta 0.04 en relación con el área gruesa o neta de la columna, esto significa que deberá estar entre el orden del 0.25 al 4% de la sección transversal de la columna, distribuyendo esta área en un mínimo de 4 miembros para su armado vertical o longitudinal, dato obtenido de la sección 5.6.2 del REINFORCED MASONRY ENGINEERING HANDBOOK en su sexta edición, la cual brinda requerimientos de los miembros verticales (columnas o mochetas).

2.1.7 Presupuesto

Tabla I. Presupuesto

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CUADRO DE RESUMEN
FACULTAD DE INGENIERÍA
EPS INGENIERÍA CIVIL
EPESISTA: ROBERTO MARIO GONZÁLEZ DONADO
PROYECTO: ESCUELA ALDEA PASO BUENO

RENLÓN No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
1	Preliminares	300	M ²	Q 31.13	Q 9,337.99
2	Zapatatas	10	UNIDAD	Q 735.98	Q 7,359.82
3	Cimiento corrido	120	ML	Q 741.55	Q 88,986.41
4	Columnas	223	ML	Q 505.62	Q 112,753.67
5	Solera de humedad	120	ML	Q 681.41	Q 81,769.33
6	Solera intermedia	120	ML	Q 523.35	Q 62,802.22
7	Sillar	75	ML	Q 441.20	Q 33,090.20
8	Solera final	120	ML	Q 681.41	Q 81,769.33
9	Solera de mojinete	55	ML	Q 555.46	Q 30,550.49
10	Levantado de muro	370	M ²	Q 445.41	Q 164,800.29
11	Techo	420	M ²	Q 652.69	Q 274,129.19
12	Piso	290	M ²	Q 528.67	Q 153,314.84
13	Instalación eléctrica (luz)	1	GLOBAL	Q32,044.77	Q 32,044.77
14	Instalación eléctrica (fuerza)	1	GLOBAL	Q 9,098.11	Q 9,098.11
15	Puertas y ventanas	1	GLOBAL	Q40,304.05	Q 40,304.05
16	Baños	1	GLOBAL	Q15,224.34	Q 15,224.34

GRAN TOTAL

Q 1,197,335.05

El precio total del proyecto es de: un millón ciento noventa y siete mil trescientos treinta y cinco quetzales y cinco centavos.

2.1.8 Cronograma de actividades

Tabla II. Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA ESCUELA PARA LA ALDEA PASO BUENO, CANTÓN VALENCIA, MUNICIPIO DE JUTIAPA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA

No.	ACTIVIDAD	SEMANA									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Trabajos Preliminares	■	■								
2	Excavación		■								
3	Fundición de Zapatas		■	■	■	■					
4	Fundición de Cimiento				■	■					
5	Levantado de muros					■	■	■			
6	Estructura y cubierta							■			
7	Instalación eléctrica						■		■		
8	Instalación de agua potable						■		■		
9	Instalación de drenajes						■		■	■	
10	Acabados									■	■
11	Piso									■	
12	Ventanas										■
13	Puertas										■
14	Limpieza										■

Para un total de ejecución de dos meses y dos semanas

2.1.9 Estudio de impacto ambiental inicial (EIAI)

2.1.9.1 Marco legal

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

DECRETO NÚMERO 68-86

Artículo 8.- (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93). Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o 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 del Medio Ambiente.

El funcionario que omitiere exigir el estudio de impacto ambiental de conformidad con este artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de impacto ambiental será sancionado con una multa de Q.5,000.00 a Q.100,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

2.1.9.2 Impactos ambientales

a. Componente social

Habitantes de la aldea donde se ubicará el proyecto, recibirán directamente el impacto de acarreo de materiales y construcción durante el tiempo que dure la misma.

b. Estética

Ruido

Movimiento de tierras

Paisaje dañado

Degradación visual

2.1.9.3 Plan de gestión ambiental

Un adecuado plan de gestión ambiental debe contener lineamientos claros y específicos sobre los desechos y residuos causados por un proyecto, dentro de los impactos potenciales considerados a tener presente para un proyecto de este tipo es importante menciona aspectos como:

- ✓ Perturbación de la población en el proceso de acarreo de materiales y en la ejecución misma del proyecto.

- ✓ Impacto adverso al paisaje.

- ✓ Degradación de vecindades en las cercanías de la ejecución del proyecto.

2.1.9.4 Medidas de mitigación

2.1.9.4.1 En construcción

- ✓ Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente.
- ✓ En el momento de iniciar la construcción, señalizar el área.
- ✓ Repoblar con árboles nativos de la región, las áreas libres.
- ✓ Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas.
- ✓ Utilizar rutas alternas al centro de la población.
- ✓ Enterrar las bolsas (envases de cemento y cal) en vez de quemarlas.
- ✓ Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza.
- ✓ Después de cada jornada de trabajo, limpiar el área (recoger: estacas de madera, tablas con clavos, restos de mezcla, pedazos de hierro etc.)
- ✓ Cuando sea posible, limitar el mover tierra solo durante la estación seca.
- ✓ Compactar la tierra removida.
- ✓ Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores.
- ✓ Garantizar uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, mascarillas, cascos).
- ✓ Incluir botiquín de primeros auxilios.

2.1.9.4.2 En operación

- ✓ Establecer plan de monitoreo ambiental.
- ✓ Capacitación permanente y continua a operadores del sistema.
- ✓ Mantenimiento preventivo.

2.2 Diseño de drenaje sanitario en la aldea Las Minas

2.2.1 Descripción del proyecto

Se va a realizar el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario en dicha aldea, considerando la necesidad de la comunidad que actualmente no cuenta con este servicio. El presente diseño contempla 1592 metros lineales de tubería P.V.C. de diámetros de 6, 8, 10 y 12, pulgadas que por sus características hidráulicas, bajo coeficiente de rugosidad y manejabilidad brinda las condiciones adecuadas en cuanto a construcción y funcionamiento, 31 pozos de visita de altura variable según sea la necesidad y la pendiente del terreno, que estarán conformados de ladrillo tayuyo de 0.15 X 0.10 X 0.20 metros, con tapadera de concreto armado de 0.80 metros de diámetro, 107 conexiones domiciliarias con tubos de 12" de diámetro, que se conectarán a la red principal con una tubería de 4" de diámetro.

El lugar estipulado para la descarga contará con 4 fosas sépticas, las cuales serán diseñadas para distintos caudales según la población futura y así dar un tratamiento adecuado a las aguas servidas, el terreno con el que se cuenta en la comunidad para la fosas cumple con requerimientos de no ocasionar problemas de carácter sanitario a las comunidades situadas aguas abajo, ya que no está cerca de ningún nacimiento de agua y además es el punto más bajo del sistema.

El sistema de alcantarillado sanitario va encaminado hacia un funcionamiento adecuado, permitiendo a las personas beneficiadas una correcta evacuación de las aguas negras para contribuir con el desarrollo humano de la población en general.

2.2.2 Normas a utilizar

El diseño del proyecto del sistema de drenaje sanitario para la aldea Las Minas, ha sido realizado tomando en cuenta lineamientos que brinda el INFOM, aspectos que han sido considerados para un funcionamiento óptimo y adecuado que permitirán al sistema funcionar debidamente hasta el final del período de diseño.

Dichos lineamientos se han aplicado al presente diseño, aunque cabe mencionar que por razones económicas y constructivas algunas de las pendientes contempladas son menores al 2%, esto implica en algunos tramos un menor volumen de excavación y principalmente una menor altura en los pozos de visita. El ahorro económico es considerable así como también el aspecto constructivo es importante, ya que de haber mantenido una pendiente mínima del 2% en todos los tramos la altura de los pozos de visita al final del sistema habría sido de alrededor de 13 metros, lo que habría representado un valor económico considerablemente más elevado.

2.2.3 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico para un sistema de drenaje sanitario es la base fundamental para definir el diseño, ya que tiene por objeto medir extensiones de terreno, determinar posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie de terreno. No solo hay que tomar en cuenta el área edificada en la actualidad, sino que también las que en un futuro puedan contribuir al sistema, incluyendo la localización exacta de todas las calles y áreas sin edificación, así como también todas aquellas estructuras naturales y artificiales que guarden relación con el problema a resolver e influyan en los diseños.

2.2.4 Topografía

Es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas; según los tres elementos del espacio y estos pueden ser: dos distancias y una elevación o una distancia, una dirección y una elevación.

El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de los puntos, y posteriormente su representación en un plano, es lo que comúnmente se llama Levantamiento.

La mayor parte de los levantamientos tienen por objeto el cálculo de distancias, ángulos, direcciones, coordenadas, elevaciones, áreas, etc. a partir de datos obtenidos de campo.

Para efectuar un trabajo de topografía se deben de seguir los siguientes pasos:

- 1) **Reconocimiento:** es donde se recorre el área de trabajo para tener un panorama de las actividades a desarrollar.
- 2) **Toma de decisiones:** con base en el reconocimiento y a criterio técnico, se selecciona el método de levantamiento a efectuar.
- 3) **Trabajo de campo:** en él se obtienen los datos que son de importancia para el desarrollo del trabajo como mediciones, niveles, etc.
- 4) **Procesamiento de datos:** consiste en traducir o interpretar los datos que se han tomado en campo, para determinar la información requerida.

5) Elaboración de planos: aquí se representa gráficamente los datos de campo con base en: distancias, cotas, direcciones, etc.

6) Replanteo: ya con los planos debidamente elaborados, en campo se procede a colocar las señales (estacas, mojones, cotas etc.), para marcar los puntos que interesan, en función del trabajo a realizar.

2.2.4.1 Planimetría

Consiste en los procedimientos utilizados, para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones, con las distancias y direcciones obtenidas de campo.

Los levantamientos planimétricos se hacen por el método de conservación de azimut, por deflexiones, por rumbo y distancia u otro de los usados generalmente. Este levantamiento debe incluir todas las calles de la población, parques, áreas deportivas, escuelas y todos aquellos monumentos que nos puedan servir de referencia.

El levantamiento de planimetría se realizó por el método de conservación de azimut, con vuelta de campana.

2.2.4.2 Altimetría

Tiene por objeto determinar la diferencia de altura entre puntos del terreno. La altura de los puntos se tiene sobre un plano de comparación, siendo el más común el nivel del mar. El instrumento utilizado para el desarrollo del trabajo depende de la precisión que se desee. Con los datos de campo, se obtienen las cotas y/o perfil del terreno.

La nivelación debe desarrollarse con un nivel de precisión, hecha sobre el eje de las calles, y se tomaran elevaciones:

- a. En todos los cruces de calles.
- b. A distancias no mayores de 20 metros.
- c. De todos los puntos en que haya cambio de pendiente del terreno.
- d. De todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.
- e. De las alturas máximas y mínimas del agua en el caudal o cuerpo de agua en el que se proyecta efectuar la descarga.

Para efectuar la topografía del proyecto de drenaje sanitario, se siguieron los pasos descritos anteriormente:

- 1. Reconocimiento:** en este punto se efectuó la visita correspondiente a la aldea Las Minas, se recorrió el lugar donde se desarrollará el proyecto, donde se observaron: pendientes, alturas, población y su ubicación, etc.
- 2. Toma de decisiones:** después de realizar el recorrido a la comunidad, se tomó la decisión que el tipo de levantamiento topográfico a realizar era el de conservación del azimut y nivelación.
- 3. Trabajo de campo:** consistió en efectuar el trabajo de planimetría por medio del método de conservación del azimut. Para la ejecución de la altimetría, se utilizó un nivel de precisión, nivelando a cada 20 metros, se tomaron bancos de nivel en puntos específicos. Los datos

de campo se consignaron en libretas con sus respectivos croquis. Para el proyecto se realizó la planimetría y altimetría.

4. **Procesamiento de datos:** este trabajo se realizó en gabinete, con los datos de campo se calcularon coordenadas, rumbos, cotas y distancias para cada estación.
5. Con los datos tabulados para cada estación se elaboraron planos planta-perfil para el proyecto.
6. Con base a los planos debidamente elaborados se procede al campo a efectuar el replanteo.

2.2.5 Diseño de drenaje sanitario

2.2.5.1 Condiciones generales

Toda vez que el hombre entra en contacto con el agua, la contamina y así, es necesario alejarla, para que no provoque problemas a los seres humanos, por ello es necesario el diseño del drenaje.

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario se hace importante por la necesidad que representa evacuar las aguas residuales de los hogares en la comunidad. Esta agua puede estar constituida por aguas residuales de cocinas, baños, sanitarios y lavaderos, aguas que llevan cúmulos de materiales fecales, papel, restos de alimentos, etc.

El agua que utilizan los vecinos de la aldea Las Minas, una vez servida, la conducen a la calle, creando un ambiente desagradable, destruyendo el

ornato, esto lo efectúan porque no se cuenta con un sistema adecuado para evacuar las aguas servidas.

Esta razón es suficiente para que el agua servida sea transportada por medio de canales subterráneos o drenajes, logrando así un ambiente sano.

2.2.5.2 Período de diseño

Es el tiempo de funcionamiento eficiente del sistema para poder satisfacer la demanda de la población del modo en que fue diseñado, pasado este es necesario rehabilitar el mismo. Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante un período de alrededor de 30 años a partir de la fecha de su construcción, según normas de instituciones como la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS), Oficina Panamericana de la Salud (OPS). En el presente proyecto se utilizará tubería de PVC, para un período de diseño de 40 años.

Para seleccionar el período de diseño de una red de alcantarillado o cualquier obra de Ingeniería, se deben considerar factores como la vida útil de las estructuras y equipo componente, tomando en cuenta la antigüedad, el desgaste y el daño; así como, la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planeadas, también la relación anticipada de crecimiento de la población.

2.2.5.3 Tipo de drenaje a utilizar

Es necesario que las aguas servidas, sean conducidas en sistemas adecuados, a través de conductos subterráneos, para ser evacuados lejos de las áreas pobladas, reduciendo de esa forma la contaminación.

Debido a que en la región, las necesidades son grandes y los recursos económicos escasos, el tipo de drenaje a utilizar será el “Drenaje Sanitario”.

Drenaje sanitario

Es el que recoge las aguas servidas domiciliarias como: baños, cocinas, lavados y servicios; residuos comerciales como: comedores y también la infiltración.

2.2.5.4 Fórmulas para el cálculo hidráulico

Varias son las fórmulas utilizadas para el cálculo hidráulico de drenajes, tales como Chezy, Maning y otras; las que permiten determinar velocidades, caudales, diámetros, pendientes, etc. siendo éstas.

1) Fórmula de Chezy

Esta es una herramienta utilizada para hallar la velocidad en función de: pendiente, radio hidráulico, y coeficiente C. La fórmula es:

$$V = C * \sqrt{R * S}$$

Donde

V = velocidad en m / s

- R = radio hidráulico
- S = pendiente en porcentaje %
- C = coeficiente

Las velocidades máxima y mínima de caudal sanitario, en tubería según normas del INFOM son: 0.60 a 2.50 m/s, la velocidad mínima es para que la tubería tenga una auto limpieza; mientras que la velocidad máxima es para no crear desgaste a la tubería.

El coeficiente “C” puede calcularse por medio de las siguientes fórmulas: Bazin, Kutter, Ganguillet y Maning.

Para el presente estudio se utilizó la fórmula de Maning.

2) Fórmula de Maning

Es una función utilizada para hallar el coeficiente de velocidad “C”, que depende del radio hidráulico y el coeficiente de rugosidad “n”, por el tipo de material (cemento, PVC, HG, etc.), que se utiliza para conducir el flujo.

La fórmula es:

$$C = \frac{R^{2/3}}{n}$$

Donde

- R = radio hidráulico
- n = coeficiente de rugosidad
- C = coeficiente de Maning

Después de sustituir en la fórmula de Chezy el coeficiente de Maning, queda así:

$$V = \frac{\sqrt[3]{R^2} * \sqrt{S}}{n}$$

El valor del coeficiente “n” depende del material de la tubería. Para drenajes se utilizan los siguientes valores:

n = 0.013 tubo cemento diámetro mayor de 24”

n = 0.015 tubo cemento diámetro menor de 24”

n = 0.010 tubo P.V.C.

3) Fórmula de continuidad

Es una fórmula utilizada para hallar el caudal que circula en la tubería.

$$Q = V * A$$

Donde

Q = caudal en m³ / s

V = velocidad en m / s

A = área en m²

El área de tubería circular es:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Donde

$\pi = 3.1416$ constante pi

D = diámetro de la tubería en m

A = área de la tubería en m²

2.2.5.5 Pendiente de los ramales

La pendiente de los ramales está en función de la topografía del terreno, es la diferencia de altura que existe de un punto respecto de otro.

La pendiente de la tubería debe ser, hasta donde sea posible, la misma del terreno natural, con el objeto de tener excavaciones mínimas. En terrenos planos o contra pendiente se trabajan con velocidades de caudales mínimas, siempre que el fluido sea capaz de arrastrar todos los sólidos que lleva. Las pendientes altas nunca deben sobrepasar la velocidad máxima permitida, para no provocar problemas al sistema. El tipo de tubería a utilizar para el presente proyecto es PVC.

2.2.5.6 Determinación del caudal sanitario

El caudal sanitario está formado por las aguas servidas producto de: caudal domiciliario, caudal por conexiones ilícitas, caudal de infiltración y caudal comercial e industrial. A continuación, se describe el cálculo de cada uno de ellos.

1) Caudal doméstico (Q dom)

Es el agua que una vez ha sido usada por los humanos, para la limpieza o producción de alimentos, higiene de vivienda, higiene personal, es desechada y conducida hacia la red de alcantarillado, es decir, que el agua de desecho doméstico esta relacionada con la dotación del suministro del agua potable. Para el efecto la dotación de agua potable es afectada por un factor que puede variar entre 0.75 a 0.90.

$$Q \text{ dom} = \frac{[\text{No.hab}] * [\text{dotación}] * [\text{F.R.}]}{86400}$$

Donde

No. hab. = número de habitantes

Dotación = de agua en Lts/hab/día

F. R. = factor de retorno

Q dom = caudal domiciliar en Lts/s

2) Caudal de conexiones ilícitas (Q con-ilí)

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede estimar un porcentaje de las viviendas de la localidad pueden hacer conexiones ilícitas, lo que puede variar de 0.5 a 2.5 por ciento.

Como el cálculo del caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias y el porcentaje de escorrentía.

La fórmula del caudal por conexiones ilícitas es la siguiente:

$$Q \text{ con-ilí} = \frac{\text{CIA}}{360} * 1000$$

Donde

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de precipitación mm / hora

A = área en hectáreas del total de viviendas con conexiones ilícitas

% = porcentaje de viviendas con conexiones ilícitas

Q con-ilí = caudal por conexiones ilícitas en Lts / s

Otra manera de calcular el caudal por conexiones ilícitas es:

$$Q \text{ con-ilí} = 10 \% (Q \text{ doméstico})$$

3) Caudal de infiltración (Q inf)

Es el caudal de se infiltra en el alcantarillado, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad de la tubería y de la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica de la construcción. Puede calcularse de dos formas:

1. En litros por hectárea
2. Litros diarios por kilómetro de tubería, se incluye la longitud de las tuberías de las conexiones domiciliarias, asumiendo un valor de 6 metros por casa, la dotación de infiltración varía entre 12000 a 18000 litros/km/día.

$$Q \text{ inf} = \frac{[F.I.] * [L.T.]}{86400}$$

Donde

- F. I. = factor de infiltración
L. T. = longitud de la tubería en kilómetros
Q inf = caudal de infiltración en Lts / s

4) Caudal comercial

Como su nombre lo dice, es el agua desechada por las edificaciones comerciales como: comedores, restaurantes, etc., por lo general la dotación comercial varía según el establecimiento a considerar, pero puede estimarse entre 600 a 3000 Lts/comercio/día.

$$Q \text{ com} = \frac{[\text{Dotación}] * [\text{No.de comercios}]}{86400}$$

Donde

Dotación = comercial entre 600 a 3000 Lts/comercio/día

No. comercios = que hay en el lugar

5) Caudal industrial

Este caudal viene directamente de las grandes industrias. Su fórmula es:

$$Q \text{ ind} = \frac{[\text{Dotación}] * [\text{No.de Industrias}]}{86400}$$

Donde

Dotación = industrial entre 16000 a 40000 Lts/industria/día

No. Industrias = que hay en el lugar.

6) Caudal sanitario

Este es el caudal que resulta de la suma de el caudal domiciliar, conexiones ilícitas, infiltración, comercial e industrial. Su fórmula es:

$$Q \text{ sanitario} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{con-ilí}} + Q_{\text{inf}}$$

7) Factor de Harmond

Es un factor que está en función del número de habitantes, localizados en el área de influencia, regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico. El factor de Harmond también es llamado factor de flujo instantáneo.

$$F. H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde

P = población a servir en miles

F. H. = factor de Harmond

8) Factor de caudal medio (fqm)

Este factor se obtiene de dividir el caudal sanitario entre el número de habitantes futuros. El valor del factor de caudal medio puede estar entre 0.002 y 0.005. Su fórmula es:

$$F_{qm} = \frac{Q_{\text{sanitario}}}{\text{No.hab.futuro}}$$

9) Caudal medio (Qmed)

Es el caudal obtenido de la multiplicación del número de habitantes futuros por el factor de caudal medio. Su fórmula es:

$$Q \text{ med} = \text{No. Hab. futuro} * f_{qm}$$

10) Caudal de diseño (Q dis)

El caudal con que se diseñará cada tramo del sistema sanitario será la suma de caudal doméstico, caudal de infiltración, caudal de conexiones ilícitas, aguas de origen industrial y comercial, según las condiciones particulares del lugar. Luego el caudal de diseño cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir que en este caso se diseñó para población actual y futura. La fórmula de caudal de diseño es:

$$Q_{dis} = \text{No. Hab. fut.} * F. H. * f_{qm}$$

Donde

No. Hab. Fut. = Número de habitantes futuros acumulados

F. H. = Factor de Harmond

F_{qm} = Factor de caudal medio

Cuando se obtiene el caudal de diseño, es importante obtener y calcular el área tributaria, escoger la selección de ruta, pendientes máximas y mínimas, velocidades máximas y mínimas; y el coeficiente de rugosidad.

a) Área tributaria

Es la longitud que se encuentra entre los pozos de visita, contribuyendo al caudal que pasa por ese sector, hasta unirse a otro tramo. El área acumulada comprenderá sumar cada tramo conforme se lleve el diseño de cada uno de éstos, siguiendo la ruta elegida para cada sector determinado.

b) Selección de ruta

Cuando se realice la selección de ruta que seguirá el agua se debe considerar:

1. Iniciar el recorrido en los puntos que tengan las cotas más altas y dirigir el flujo hacia las cotas más bajas.
2. Para el diseño, en lo posible, se deben seguir las pendientes del terreno, con esto se evitará una excavación profunda y disminuir así costos de excavación.
3. Acumular los caudales en tramos en los cuales la pendiente del terreno es pequeña y evitar de esta manera que la tubería se le de otra pendiente, ya que se tendrá que colocar la tubería más profunda.
4. Evitar en lo posible, dirigir el agua en contra de la pendiente del terreno.

c) Pendientes máximas y mínimas

La pendiente está en función de la velocidad y el terreno, pero se procura seguir una pendiente paralela al perfil del terreno natural, aunque no necesariamente deba ser así. Existen diversos casos por ejemplo:

- Donde la profundidad es menor que la profundidad mínima, se procura no profundizar demasiado la tubería, ya que esto incrementa los costos.

En este proyecto no se sobrepasaron los límites de las pendientes de 0.2% a 11%, las cuales cuentan con valores de caudal y velocidad a sección llena en las tablas contenidas en el manual Norma ASTM 3034 para tuberías PVC para alcantarillado sanitario, Amanco S.A.

d) Velocidades máximas y mínimas

La velocidad máxima para el presente proyecto es de 2.5 m/s, y la velocidad mínima será de 0.60 m/s. Aunque se pueden mantener velocidades mayores y menores según el manual de tubería de Amanco S.A.

e) Velocidad de arrastre

La velocidad mínima con la que los sólidos no se sedimentan en la alcantarilla se llama velocidad de arrastre, la cual se obtiene haciendo que el tirante esté dentro del rango de $0.10 < d < 0.75$ y pendiente adecuada.

f) Coeficiente de rugosidad (en función de la tubería a utilizar)

El coeficiente de rugosidad “n”, el cual es adimensional y representa las características internas de la tubería y sirve para calcular las pérdidas por fricción de la tubería. Este factor o coeficiente varía en función del material de la tubería; a continuación se describe el coeficiente para las tuberías más comunes en el mercado y utilización en sistemas de drenajes:

Tabla III. Coeficientes de rugosidad para distintas clases de tuberías

No.	TIPO DE TUBERÍA	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD “n”
1	PVC	0.009
2	HIERRO FUNDIDO	0.013
3	TUB. METAL CORRUGADO	0.021
4	TUBOS DE CEMENTO < 24” D	0.015
5	TUBOS DE CEMENTO > 24” D	0.013

Fuente: Manual de Amanco S.A. Año 2005

2.2.5.7 Datos de diseño

Período de diseño	=	40 años
Dotación de agua potable	=	120 Lts/habitante/día
Factor de retorno	=	0.80
Intensidad de precipitación	=	50 mm/hora
Área de techos más patios	=	100 m ²
Coeficiente de escorrentía	=	0.5
Porcentaje de conexiones ilícitas	=	2%
Factor de infiltración	=	16000 Lts/kilómetro/día
Longitud del tramo	=	48 metros
Longitud de tubería domiciliar	=	6 metros P.V.C.
Número de casas actual	=	19 casas

Número de habitantes actual	=	114 habitantes
Número de casas futuras	=	75 casas
Número de habitantes futuros	=	451 habitantes
Densidad de población	=	6 habitantes por casa
Tasa de crecimiento poblacional	=	3.5%

2.2.5.8 Diseño del drenaje sanitario de un tramo

Aplicando los datos anteriores y las fórmulas, se diseña el tramo PV 3R a PV 4.

$$Q_{\text{DOMÉSTICO}} = \frac{(No.habitantes)*(dotación)*(F.R.)}{86400}$$

$$Q_{\text{DOMÉSTICO}} = \frac{(451)*(120)*(0.8)}{86400}$$

$$Q_{\text{DOMÉSTICO}} = 0.501 \text{ lts/s}$$

$$Q_{\text{CONECCIONES ILÍCITAS}} = \frac{CIA}{360} * 1000$$

$$Q_{\text{CONECCIONES ILÍCITAS}} = \left(\frac{(0.5)*(50)*(0.01)}{360} * 1000 \right) * 0.02$$

$$Q_{\text{CONECCIONES ILÍCITAS}} = 0.014 \text{ lts/s}$$

$$Q_{\text{INFILTRACIÓN}} = \frac{F.I.*L.T.}{86400}$$

$$Q_{\text{INFILTRACIÓN}} = \frac{(16000)*(0.048+(0.006*75))}{86400}$$

$$Q_{\text{INFILTRACIÓN}} = 0.092 \text{ lts/s}$$

$$\text{Factor de Harmond (futuro)} = \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}}$$

$$\text{Factor de Harmond (futuro)} = \frac{18 + \sqrt{0.451}}{4 + \sqrt{0.451}}$$

$$\text{Factor de Harmond (futuro)} = 4.00$$

$$Q_{\text{SANITARIO}} = Q_{\text{DOM}} + Q_{\text{COM}} + Q_{\text{IND}} + Q_{\text{INF}} + Q_{\text{CON-ILI}}$$

El caudal comercial e industrial tienen valores de cero, puesto que no existe ninguna industria ni comercio en esta comunidad.

$$Q_{\text{SANITARIO}} = 0.501 + 0 + 0 + 0.092 + 0.014$$

$$Q_{\text{SANITARIO}} = 0.607$$

$$F_{qm} = \frac{Q_{\text{sanitario}}}{\text{No.hab.futuro}}$$

$$F_{qm} = \frac{0.607}{451}$$

$F_{qm} = 0.0013$ no está en el intervalo 0.002 y 0.003 entonces por criterio se utilizará 0.002 que sí está dentro del límite de diseño.

$$Q_{\text{DIS}} = \text{No.Hab.fut.} * F.H. * f_{qm}$$

$$Q_{\text{DIS}} = 451 * 4.00 * 0.002$$

$$Q_{DIS} = 3.61 \text{ lts/s}$$

Datos de diseño

Diámetro de la tubería = 6"

Pendiente del terreno = 1.02 %

Caudal de diseño = 3.61 Lts/s

Tipo de tubería = P.V.C.

Aplicando la fórmula de Manning, con el coeficiente de para tubería PVC para obtener la velocidad del flujo a sección llena.

$$V = \frac{\sqrt[3]{R^2} * \sqrt{S}}{n}$$

Donde

R = Radio hidráulico

S = Pendiente de la tubería

n = Coeficiente de tubería pvc

R = Área mojada / Perímetro mojado

$$R = ((6 * 2.54/100)^2 * (\pi/4)) / ((6 * 2.54/100) * \pi) = 0.0381$$

Substituyendo valores

$$V = \frac{\sqrt[3]{0.0381^2} * \sqrt{0.0102}}{0.009}$$

$$V = 1.27 \text{ m/s}$$

Cálculo del caudal a sección llena utilizando la fórmula de continuidad.

$$Q = V * A$$

$$Q = 1.27 * ((6 * 2.54/100)^2 * (\pi/4))$$

$$Q = 0.02317 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\mathbf{Q = 23.17 \text{ lts/s}}$$

Para calcular la velocidad de diseño se utilizan las relaciones hidráulicas. De las relaciones de caudales se tiene:

$$R = Q_{\text{DISEÑO}} / Q_{\text{SECCIÓN LLENA}}$$

$$R = 3.61 / 23.17$$

$$R = 0.1558$$

Con el resultado y con la ayuda de las tablas de diseño de relaciones hidráulicas se tiene:

$$v / V = 0.73$$

$$d / D = 0.27$$

Entonces:

$$v = 0.92 \text{ m/s}$$

El caudal sanitario se comportará así:

$$\text{Pendiente} = 1.02 \%$$

$$\text{Caudal de diseño} = 3.61 \text{ lts/s}$$

$$\text{Velocidad de diseño} = 0.92 \text{ m/s}$$

$$\text{Relación } d / D = 0.27$$

2.2.6 Componentes de la red

2.2.6.1 Ramales

Lo constituye toda la tubería que va colocada al centro de la calle, por donde se transportan las aguas servidas. Los ramales principales se colocarán de tubería de PVC de diámetro 6, 8, 10 y 12 pulgadas, y su longitud varia de acuerdo al lugar donde se coloque la misma.

2.2.6.2 Pozos de visita

Son estructuras que se construyen en los sistemas de drenajes para operación, mantenimiento, revisiones, reparaciones al sistema, ventilación, etc. Los pozos de visita dentro del sistema de alcantarillado se ubican en los siguientes casos:

- a. En cambio de diámetro.
- b. En cambio de pendiente.
- c. En cambios de dirección horizontal, para diámetros menores de 24”.
- d. En intersecciones de dos o más tuberías.
- e. En los extremos superiores de ramales iniciales.
- f. A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24”
- g. A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24”

Se debe tomar en cuenta las cotas invert para el funcionamiento de los pozos de visita:

Cotas invert

Estas se calculan con base en la pendiente y la distancia del tramo respectivo. La cota invert de salida de un pozo deberá ser de 3 a 5 centímetros más baja que la cota invert de entrada. Cuando a un pozo de visita llegan 2 o 3 tubos, el que sale deberá hacerlo con una cota invert 3 o 5 centímetros más baja del tubo que llegue más bajo.

La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita será como mínimo de 0.03 metros. Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita, sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert, será como mínimo, la diferencia de dichos diámetros.

Cuando la diferencia de cota invert entre la tubería que entra y la que sale de un pozo de visita, sea mayor que 0.70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce al caudal como un mínimo de turbulencia.

La formula de cotas invert es:

Para pozos iniciales

$$CI = CTi - H \text{ pozo}$$

En el final del tramo

$$CIf = Cli - L*S/100$$

Donde

Cli = Cota Invert al inicio del tramo

CIf = Cota invert al final del tramo

CTi = Cota de terreno al inicio del tramo

S = Pendientes de la tubería expresada en porcentaje

L = Longitud del tramo

2.2.6.3 Diámetros

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios, según el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), será de 6" en PVC, el cual podrá aumentar cuando a criterio del Ingeniero diseñador, sea necesario. Este cambio puede ser por influencia de la pendiente, del caudal o de la velocidad. Para el presente proyecto la tubería a utilizar será de 6".

En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 4" con una pendiente mínima de 2% y una máxima de 6% y que forme un ángulo horizontal con respecto a la línea central de aproximadamente 45° (grados), en el sentido de la corriente del mismo.

El tubo de la conexión domiciliar debe ser de menor diámetro que el del tubo de la red principal, con el objeto de que sirva de retenedor de algún objeto que pueda obstruir el colector principal.

2.2.7 Propuesta de tratamiento

- a) Tratamiento primario:** este tratamiento reduce los sólidos sedimentables y algo del DBO. Los elementos patógenos no se reducen en forma sensible, es decir que con estos tratamientos se reduce en un porcentaje el daño al medio, pero no se protege la salud.

El tratamiento de aguas consta de diferentes características las cuales son: fosas sépticas (Separa las partes sólidas del agua servida por un proceso de sedimentación), cuyos elementos básicos en la

entrada a la fosa séptica son: trampa de grasas (se instala solo cuando hay grasas en gran cantidad).

Los tanques Imhoff son cámaras en las cuales pasan las aguas negras, por tener un comportamiento de digestión para un período de sedimentación. Los sedimentadores primarios se fundamentan en separar partículas por diferencia de densidad con ayuda de la fuerza de gravedad.

b) Tratamiento secundario: es un método que se utiliza para la remoción de sólidos transformando los organismos no sedimentables. Durante estos procesos hay una reducción sensible del número de patógenos en especial por los procesos aeróbicos. Con esto se reduce notablemente el daño al medio ambiente al reducir DBO a valores comparables con los cuerpos receptores naturales, se reduce el riesgo a la salud, pero no se remueven nutrientes. En los cuerpos con periodo de retención prolongados aumentan la concentración a los valores que tienden a producir eutrofización.

c) Tratamiento terciario: este método remueven los sólidos en especial nitratos, fosfatos y también los metales pesados. Existen muchos sistemas de tratamiento de aguas residuales, entre más avanzado sean, son mas complejos en su operación y mantenimiento, por ende el costo económico es muy elevado.

Para este sistema de alcantarillado sanitario, se eligió el tratamiento primario, utilizando fosas sépticas para el tratamiento de las aguas negras, ya que el costo económico de construcción, operación y mantenimiento, es bajo a

comparación de otros tratamientos existentes y debe estar acorde a la capacidad económica de la municipalidad.

Fosa séptica

La fosa séptica se caracteriza porque en ella la sedimentación y la digestión ocurren dentro del mismo tanque; con lo anterior, se evitan los problemas de complejidad de construcción y excavación profunda del tanque Imhoff. La fosa séptica consiste esencialmente en uno o varios tanques o compartimientos, en serie, de sedimentación de sólidos. La función más utilizada de la fosa séptica es la de acondicionar las aguas residuales para disposición sub-superficial en lugares donde no existe un sistema de alcantarillado sanitario. En estos casos sirve para:

- ✓ Eliminar sólidos suspendidos y material flotante.
- ✓ Realizar el tratamiento anaerobio de los lodos sedimentados.
- ✓ Almacenar lodos y material flotante.

La remoción de la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) en un tanque séptico puede ser del 30 a 50%, de grasas y aceites un 70 a 80%, de fósforo un 15% y de un 50 a 70% de SS (sólidos en suspensión), para aguas residuales domésticas típicas. Para la localización de un tanque séptico se recomienda tener en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Para proteger las fuentes de agua, la fosa debe localizarse a más de 15 m de cualquier fuente de abastecimiento.
- ✓ La fosa no debe estar expuesta a inundación y debe disponer de espacio suficiente para la construcción del sistema de disposición o tratamiento posterior que se aplique a la misma.

- ✓ La fosa debe tener acceso apropiado para que su limpieza y mantenimiento sean fáciles.

El tanque séptico, en el cual la sedimentación y la digestión del residuo ocurren en el mismo recipiente, es el sistema más usado para adecuar el agua residual con el fin de dispersarla en el subsuelo mediante campos de infiltración o para postrarla en filtros anaerobios, filtros intermitentes de arena o procesos biológicos convencionales en el mismo sitio. En estudios realizados sobre eficiencia de las fosas sépticas se indican las siguientes conclusiones principales:

- ✓ La fosa séptica debe tener una configuración de la unidad de salida con pantalla para gases.
- ✓ La relación de área superficial a profundidad debe ser mayor de 2.
- ✓ Se debe preferir un tanque de cámaras múltiples con interconexiones similares a las de la unidad de salida.

Se recomiendan la utilización de una fosa solamente para:

- ✓ Áreas desprovistas de redes públicas de alcantarillados.
- ✓ Alternativa de tratamiento de aguas residuales en áreas que cuentan con redes de alcantarillado locales.
- ✓ Retención previa de los sólidos sedimentables, cuando la red de alcantarillado presente diámetros reducidos.
- ✓ No está permitido que les entre: aguas de lluvia, ni desechos capaces de causar interferencia negativa en cualquier fase del proceso de tratamiento.

- ✓ Los efluentes de fosas sépticas no deben estar dispuestos directamente en un cuerpo de agua superficial. Deben ser tratados adicionalmente para mejorar la calidad del vertimiento.

Funciones de las fosas sépticas

Los desechos sólidos caseros sin ningún tratamiento obstruirán fácilmente casi todas las formaciones más porosas de grava, la fosa séptica acondiciona las aguas negras para que estén en capacidad de infiltrarse con mayor facilidad en el subsuelo. Se deduce entonces que, la función más importante de una fosa séptica, es asegurar la protección para conservar la capacidad de absorción del suelo.

Para lograr esta protección deberá cumplirse tres funciones básicas:

- ✓ Eliminación de sólidos
- ✓ Proceso biológico de descomposición
- ✓ Almacenamiento de natas y lodos

2.2.7.1 Diseño de fosa séptica

Dimensionamiento

La capacidad total de un tanque séptico se determina de diferentes maneras con base en la población servida o con base en el caudal afluente y el tiempo de retención.

El diseñador debe seleccionar una metodología de diseño que garantice el correcto funcionamiento del sistema teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Rendimiento del proceso de tratamiento.
- ✓ Almacenamiento de lodos.
- ✓ Amortiguamiento de lodos.
- ✓ Amortiguamiento de caudales pico.

De acuerdo con el volumen generado de aguas residuales del sistema de drenaje sanitario para la aldea Las Minas el caudal total de aguas residuales a futuro es de 17.81 l/s. Considerando que para un caudal como este se necesitaría una fosa séptica de más de 30 m de largo, 10 de ancho y 3 de alto, lo que dificultaría su construcción y no sería funcional puesto que el tiempo requerido para llenarla sería de 40 años y no proveería un tratamiento adecuado a las aguas residuales, se ha optado por la construcción de 4 fosas, diseñadas para un caudal futuro de 5, 15, 25 y 40 años, debiendo para el diseño de cada una restar el caudal que reciben las fosas anteriores. A continuación se desarrolla el diseño de cada fosa séptica.

DISEÑO DE FOSA SÉPTICA PARA POBLACIÓN A 5 AÑOS

Población a 5 años:

$$P_f = P_o(1+n^5)$$

Donde

P_f = Población futura

P_o = Población actual

n = tasa de crecimiento

$$P_f = (107)(6)(1.035^5) = 763$$

Caudal de diseño para la fosa

$$Q_d = f_{qm} * f_h * \text{No. hab}$$

Donde

fqm = Factor de caudal medio (utilizando como en el drenaje 0.002)

fh = Factor de Harmond

No. hab = Número de habitantes

$$fh = \frac{18 + \sqrt{0.763}}{4 + \sqrt{0.763}}$$

$$fh = 3.87$$

$$Qd = 0.002 * 3.87 * 763$$

$$Qd = 5.9 \text{ l/s}$$

$$Qd = 510.25 \text{ m}^3/\text{día}$$

TIEMPO DE RETENCIÓN

El período de retención hidráulico en los tanques sépticos será estimado mediante la siguiente fórmula:

$$PR = 1.5 - 0.3 \times \text{Log}(Qdis.)$$

Donde

PR = Tiempo promedio de retención hidráulica, en días

Qdis = Caudal de entrada a la fosa en m³/día

$$PR = 1.5 - 0,3 \times \text{Log}(509.91)$$

$$PR = 0.69$$

Por criterio se tomará un período de retención de 0.5 días

$$PR = 0.50$$

VOLUMEN DE LA FOSA SÉPTICA

Que comprende el volumen de sedimentación y el volumen de digestión y almacenamiento de lodos que está basado en un requerimiento anual de 65 lt/hab/año, y un período de limpieza del tanque de un año.

VOLUMEN DE SEDIMENTACIÓN (Vs)

$$Vs = Q * PR$$

Donde

Vs = Volumen de sedimentación

Q = Caudal de diseño de entrada a la fosa

PR = Período de retención

$$Vs = (510.25 \text{ m}^3/\text{día}) * (0.5 \text{ día})$$

$$Vs = 255.13 \text{ m}^3$$

VOLUMEN DE ACUMULACIÓN DE LODOS (Vd)

$$Vd = Pob * TAL * PL$$

Donde

Pob = Población servida

TAL = Tasa de acumulación de lodos

PL = Período de limpieza

Si se toma un requerimiento anual de 65 lt/hab/año para la tasa de acumulación de lodos y un período de limpieza de 1 año, entonces se tiene:

$$V_d = (763 \text{ hab}) * (65 \text{ lt/hab/año}) * (1 \text{ año}) / (1000 \text{ lt/m}^3)$$

$$V_d = 49.60 \text{ m}^3$$

Para un volumen total de:

$$V_t = V_s + V_d$$

$$V_t = (255.13 \text{ m}^3) + (49.60 \text{ m}^3)$$

$$V_t = 304.73 \text{ m}^3$$

La altura propuesta de la fosa es de 3.00 m hasta el espejo de agua, con un borde libre de 0.30 m desde el espejo de agua hasta la parte más alta. Entonces se tiene un área total superficial de:

$$A = (304.73 \text{ m}^3) / (3.00 \text{ m})$$

$$A = 101.57 \text{ m}^2$$

DIMENSIONES

Profundidad máxima de espuma sumergida: se debe considerar un volumen de almacenamiento de natas y espumas, la profundidad máxima de espuma sumergida (H_e , en m) está en función del área superficial de la fosa séptica, y se calcula mediante la ecuación:

$$H_e = 0.7/A$$

Donde

$$A = \text{Área superficial del tanque séptico en m}^2$$

$$H_e = 0.7 / 101.57 \text{ m}^2$$

$$H_e = 0.007 \text{ m} \approx 7 \text{ mm}$$

La profundidad libre de lodo: es la distancia entre la parte superior de la capa de lodo y el nivel inferior de la Tee o cortina del dispositivo de salida, su valor (H_o , en m) se relaciona al área superficial del tanque séptico y está sujeto a un valor mínimo de 0.30 m. que es el valor de diseño para esta fosa.

Profundidad mínima de sedimentación: que es la relación entre el volumen de sedimentación y el área total superficial.

$$H_s = V_s / A$$

$$H_s = (255.13 \text{ m}^3) / (101.57 \text{ m}^2)$$

$$H_s = 2.51 \text{ m}$$

La profundidad de espacio libre: debe seleccionarse comparando la profundidad del espacio libre mínimo total calculado como ($0.1 + H_o$) con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_s), se elige la mayor profundidad.

$H_l =$ El mayor valor entre H_s y $H_o + 0.1$

$$H_s = 2.51 \text{ m}$$

$$H_o = 0.30$$

$$H_l = 2.51 \text{ m}$$

Profundidad de digestión y almacenamiento de lodos: que es la relación entre el volumen de acumulación de lodos y el total del área superficial de la fosa.

$$H_d = V_d / A$$

$$Hd = (49.60 \text{ m}^3) / (101.57 \text{ m}^2)$$

$$Hd = 0.49 \text{ m}$$

La profundidad total efectiva: es la suma de la profundidad de digestión y almacenamiento de lodos (Hd), la profundidad del espacio libre (HI) y la profundidad máxima de las espumas sumergidas (He).

$$Hte = Hd + HI + He$$

$$Hte = 0.49 + 2.51 + 0.007$$

$$Hte = 3.007 \text{ m} \approx 3.00 \text{ m}$$

Se propone una relación Ancho / Largo de 1 a 3, entonces el ancho será:

$$\text{Ancho} = \sqrt{(A) * (1/3)}$$

$$\text{Ancho} = \sqrt{(101.57) * (1/3)}$$

$$\text{Ancho} = 5.80 \text{ m}$$

Y el lado largo de la fosa será:

$$\text{Largo} = 3 * \sqrt{(A) * (1/3)}$$

$$\text{Largo} = 3 * \sqrt{(101.57) * (1/3)}$$

$$\text{Largo} = 17.50 \text{ m}$$

DISEÑO DE FOSA SÉPTICA PARA POBLACIÓN A 15 AÑOS

Población a 15 años:

$$Pf = Po(1+n^{15})$$

Donde

Pf = Población futura

Po = Población actual

n = tasa de crecimiento

$$Pf = (107)(6)(1.035^{15}) = 1076$$

Caudal de diseño para la fosa

$$Qd = fqm * fh * No. hab$$

Donde

fqm = Factor de caudal medio (utilizando como en el drenaje 0.002)

fh = Factor de Harmond

No. hab = Número de habitantes

$$fh = \frac{18 + \sqrt{1.076}}{4 + \sqrt{1.076}}$$

$$fh = 3.78$$

$$Qd = 0.002 * 3.78 * 1076$$

$$Qd = 8.13 \text{ l/s}$$

$$Qd = 702.55 \text{ m}^3/\text{día}$$

Pero se debe restar el caudal que está recibiendo la primera fosa, entonces el caudal de diseño para esta fosa es de:

$$Qd = (702.55 \text{ m}^3/\text{día}) - (510.25 \text{ m}^3/\text{día})$$

$$Qd = 192.30 \text{ m}^3/\text{día}$$

TIEMPO DE RETENCIÓN

El período de retención hidráulico en los tanques sépticos será estimado mediante la siguiente fórmula:

$$PR = 1.5 - 0.3 \times \text{Log}(Q_{dis.})$$

Donde

PR = Tiempo promedio de retención hidráulica, en días

Qdis = Caudal de entrada a la fosa en m³/día

$$PR = 1.5 - 0,3 \times \text{Log}(192.30)$$

$$PR = 0.81$$

Por criterio se tomará un período de retención de 0.5 días

$$PR = 0.50$$

VOLUMEN DE LA FOSA SÉPTICA

Que comprende el volumen de sedimentación y el volumen de digestión y almacenamiento de lodos que está basado en un requerimiento anual de 65 lt/hab/año, y un período de limpieza del tanque de un año.

VOLUMEN DE SEDIMENTACIÓN (Vs)

$$Vs = Q * PR$$

Donde

Vs = Volumen de sedimentación

Q = Caudal de diseño de entrada a la fosa

PR = Período de retención

$$V_s = (192.30 \text{ m}^3/\text{día}) * (0.5 \text{ día})$$

$$V_s = 96.15 \text{ m}^3$$

VOLUMEN DE ACUMULACIÓN DE LODOS (Vd)

$$V_d = \text{Pob} * \text{TAL} * \text{PL}$$

Donde

Pob = Población servida

TAL = Tasa de acumulación de lodos

PL = Período de limpieza

Si se toma un requerimiento anual de 65 lt/hab/año para la tasa de acumulación de lodos y un período de limpieza de 1 año, y restando a la población futura de 15 años la población que fue tomada en cuenta para aportara a la primera fosa (1076 – 763 = 313 personas), entonces se tiene:

$$V_d = (313 \text{ hab}) * (65 \text{ lt/hab/año}) * (1 \text{ año}) / (1000 \text{ lt/m}^3)$$

$$V_d = 20.35 \text{ m}^3$$

Para un volumen total de:

$$V_t = V_s + V_d$$

$$V_t = (96.15 \text{ m}^3) + (20.35 \text{ m}^3)$$

$$V_t = 116.50 \text{ m}^3$$

La altura propuesta de la fosa es de 3.00 m hasta el espejo de agua, con un borde libre de 0.30 m desde el espejo de agua hasta la parte más alta. Entonces se tiene un área total superficial de:

$$A = (116.50 \text{ m}^3) / (3.00 \text{ m})$$

$$A = 38.83 \text{ m}^2$$

DIMENSIONES

Profundidad máxima de espuma sumergida: se debe considerar un volumen de almacenamiento de natas y espumas, la profundidad máxima de espuma sumergida (H_e , en m.) está en función del área superficial de la fosa séptica, y se calcula mediante la ecuación:

$$H_e = 0.7/A$$

Donde

A = Área superficial del tanque séptico en m^2

$$H_e = 0.7 / 38.83 \text{ m}^2$$

$$H_e = 0.018 \text{ m} \approx 18 \text{ mm}$$

La profundidad libre de lodo: es la distancia entre la parte superior de la capa de lodo y el nivel inferior de la Tee o cortina del dispositivo de salida, su valor (H_o , en m) se relaciona al área superficial del tanque séptico y está sujeto a un valor mínimo de 0.30 m. que es el valor de diseño para esta fosa.

Profundidad mínima de sedimentación: que es la relación entre el volumen de sedimentación y el área total superficial.

$$H_s = V_s / A$$

$$H_s = (96.15 \text{ m}^3) / (38.83 \text{ m}^2)$$

$$H_s = 2.48 \text{ m}$$

La profundidad de espacio libre: debe seleccionarse comparando la profundidad del espacio libre mínimo total calculado como $(0.1 + H_o)$ con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_s), se elige la mayor profundidad.

$H_I =$ El mayor valor entre H_s y $H_o+0.1$

$$H_s = 2.48 \text{ m}$$

$$H_o = 0.30$$

$$H_I = 2.48 \text{ m}$$

Profundidad de digestión y almacenamiento de lodos: que es la relación entre el volumen de acumulación de lodos y el total del área superficial de la fosa.

$$H_d = V_d / A$$

$$H_d = (20.35 \text{ m}^3) / (38.83 \text{ m}^2)$$

$$H_d = 0.52 \text{ m}$$

La profundidad total efectiva: es la suma de la profundidad de digestión y almacenamiento de lodos(H_d), la profundidad del espacio libre (H_I) y la profundidad máxima de las espumas sumergidas (H_e).

$$H_{te} = H_d + H_I + H_e$$

$$H_{te} = 0.52 + 2.48 + 0.018$$

$$H_{te} = 3.018 \text{ m} \approx 3.00 \text{ m}$$

Se propone una relación Ancho / Largo de 1 a 3, entonces el ancho será:

$$\text{Ancho} = \sqrt{(A) * (1/3)}$$

$$\text{Ancho} = \sqrt{(38.83) * (1/3)}$$

Ancho = 3.60 m

Y el lado largo de la fosa será:

$$\text{Largo} = 3 * \sqrt{(A) * (1/3)}$$

$$\text{Largo} = 3 * \sqrt{(38.83) * (1/3)}$$

Largo = 10.80 m

DISEÑO DE FOSA SÉPTICA PARA POBLACIÓN A 25 AÑOS

Población a 25 años:

$$P_f = P_o(1+n^{25})$$

Donde

P_f = Población futura

P_o = Población actual

n = tasa de crecimiento

$$P_f = (107)(6)(1.035^{25}) = 1518$$

Caudal de diseño para la fosa

$$Q_d = f_{qm} * f_h * \text{No. hab}$$

Donde

f_{qm} = Factor de caudal medio (utilizando como en el drenaje 0.002)

f_h = Factor de Harmond

No. hab = Número de habitantes

$$f_h = \frac{18 + \sqrt{1.518}}{4 + \sqrt{1.518}}$$

$$f_h = 3.67$$

$$Q_d = 0.002 * 3.67 * 1518$$

$$Q_d = 11.14 \text{ l/s}$$

$$Q_d = 962.50 \text{ m}^3/\text{día}$$

Pero se debe restar el caudal que está recibiendo la primera y la segunda fosa, entonces el caudal de diseño para esta fosa es de:

$$Q_d = (962.50 \text{ m}^3/\text{día}) - (702.55 \text{ m}^3/\text{día})$$

$$Q_d = 259.95 \text{ m}^3/\text{día}$$

TIEMPO DE RETENCIÓN

El período de retención hidráulico en los tanques sépticos será estimado mediante la siguiente fórmula:

$$PR = 1.5 - 0.3 \times \text{Log}(Q_{dis.})$$

Donde

PR = Tiempo promedio de retención hidráulica, en días

Q_{dis} = Caudal de entrada a la fosa en $\text{m}^3/\text{día}$

$$PR = 1.5 - 0,3 \times \text{Log}(259.95)$$

$$PR = 0.78$$

Por criterio se tomará un período de retención de 0.5 días

$$PR = 0.50$$

VOLUMEN DE LA FOSA SÉPTICA

Que comprende el volumen de sedimentación y el volumen de digestión y almacenamiento de lodos que está basado en un requerimiento anual de 65 lt/hab/año, y un período de limpieza del tanque de un año.

VOLUMEN DE SEDIMENTACIÓN (Vs)

$$V_s = Q * PR$$

Donde

Vs = Volumen de sedimentación

Q = Caudal de diseño de entrada a la fosa

PR = Período de retención

$$V_s = (259.95 \text{ m}^3/\text{día}) * (0.5 \text{ día})$$

$$V_s = 129.98 \text{ m}^3$$

VOLUMEN DE ACUMULACIÓN DE LODOS (Vd)

$$V_d = P_{ob} * TAL * PL$$

Donde

Pob = Población servida

TAL = Tasa de acumulación de lodos

PL = Período de limpieza

Si se toma un requerimiento anual de 65 lt/hab/año para la tasa de acumulación de lodos y un período de limpieza de 1 año, y restando a la población futura de 25 años la población que fue tomada en cuenta para aportar a la primera y segunda fosa ($1518 - 1076 = 442$ personas), entonces tenemos:

$$V_d = (442 \text{ hab}) * (65 \text{ lt/hab/año}) * (1 \text{ año}) / (1000 \text{ lt/m}^3)$$

$$V_d = 28.73 \text{ m}^3$$

Para un volumen total de

$$V_t = V_s + V_d$$

$$V_t = (129.98 \text{ m}^3) + (28.73 \text{ m}^3)$$

$$V_t = 158.71 \text{ m}^3$$

La altura propuesta de la fosa es de 3.00 m hasta el espejo de agua, con un borde libre de 0.30 m desde el espejo de agua hasta la parte más alta. Entonces se tiene un área total superficial de:

$$A = (158.71 \text{ m}^3) / (3.00 \text{ m})$$

$$A = 52.90 \text{ m}^2$$

DIMENSIONES

Profundidad máxima de espuma sumergida: se debe considerar un volumen de almacenamiento de natas y espumas, la profundidad máxima de espuma sumergida (H_e , en m) está en función del área superficial de la fosa séptica, y se calcula mediante la ecuación:

$$H_e = 0.7/A$$

Donde

$$A = \text{Área superficial del tanque séptico en m}^2$$

$$H_e = 0.7 / 52.90 \text{ m}^2$$

$$H_e = 0.013 \text{ m} \approx 13 \text{ mm}$$

La profundidad libre de lodo: es la distancia entre la parte superior de la capa de lodo y el nivel inferior de la Tee o cortina del dispositivo de salida, su valor (H_o , en m) se relaciona al área superficial del tanque séptico y está sujeto a un valor mínimo de 0.30 m que es el valor de diseño para esta fosa.

Profundidad mínima de sedimentación: que es la relación entre el volumen de sedimentación y el área total superficial.

$$H_s = V_s / A$$

$$H_s = (129.98 \text{ m}^3) / (52.90 \text{ m}^2)$$

$$H_s = 2.46 \text{ m}$$

La profundidad de espacio libre: debe seleccionarse comparando la profundidad del espacio libre mínimo total calculado como ($0.1 + H_o$) con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_s), se elige la mayor profundidad.

$$H_l = \text{El mayor valor entre } H_s \text{ y } H_o + 0.1$$

$$H_s = 2.46 \text{ m}$$

$$H_o = 0.30$$

$$H_l = 2.46 \text{ m}$$

Profundidad de digestión y almacenamiento de lodos: que es la relación entre el volumen de acumulación de lodos y el total del área superficial de la fosa.

$$H_d = V_d / A$$

$$H_d = (28.73 \text{ m}^3) / (52.90 \text{ m}^2)$$

$$H_d = 0.54 \text{ m}$$

La profundidad total efectiva: es la suma de la profundidad de digestión y almacenamiento de lodos (H_d), la profundidad del espacio libre (H_l) y la profundidad máxima de las espumas sumergidas (H_e).

$$H_{te} = H_d + H_l + H_e$$

$$H_{te} = 0.54 + 2.46 + 0.013$$

$$H_{te} = 3.013 \text{ m} \approx 3.00 \text{ m}$$

Se propone una relación Ancho / Largo de 1 a 3, entonces el ancho será:

$$\text{Ancho} = \sqrt{(A) * (1/3)}$$

$$\text{Ancho} = \sqrt{(52.90) * (1/3)}$$

$$\text{Ancho} = 4.20 \text{ m}$$

Y el lado largo de la fosa será:

$$\text{Largo} = 3 * \sqrt{(A) * (1/3)}$$

$$\text{Largo} = 3 * \sqrt{(52.90) * (1/3)}$$

$$\text{Largo} = 12.60 \text{ m}$$

DISEÑO DE FOSA SÉPTICA PARA POBLACIÓN A 40 AÑOS

Población a 40 años:

$$Pf = Po(1+n^{40})$$

Donde

Pf = Población futura

Po = Población actual

n = tasa de crecimiento

$$Pf = (107)(6)(1.035^{40}) = 2542$$

Caudal de diseño para la fosa

$$Qd = fqm * fh * No. hab$$

Donde

fqm = Factor de caudal medio (utilizando como en el drenaje 0.002)

fh = Factor de Harmond

No. hab = Número de habitantes

$$fh = \frac{18 + \sqrt{2.542}}{4 + \sqrt{2.542}}$$

$$fh = 3.50$$

$$Qd = 0.002 * 3.50 * 2542$$

$$Qd = 17.79 \text{ l/s}$$

$$Qd = 1537.10 \text{ m}^3/\text{día}$$

Pero se debe restar el caudal que está recibiendo la primera, la segunda y la tercera fosa, entonces el caudal de diseño para esta fosa es de:

$$Qd = (1537.10 \text{ m}^3/\text{día}) - (962.50 \text{ m}^3/\text{día})$$

$$Q_d = 574.60 \text{ m}^3/\text{día}$$

TIEMPO DE RETENCIÓN

El período de retención hidráulico en los tanques sépticos será estimado mediante la siguiente fórmula:

$$PR = 1.5 - 0.3 \times \text{Log}(Q_{dis.})$$

Donde

PR = Tiempo promedio de retención hidráulica, en días

Q_{dis} = Caudal de entrada a la fosa en $\text{m}^3/\text{día}$

$$PR = 1.5 - 0,3 \times \text{Log}(574.60)$$

$$PR = 0.65$$

Por criterio se tomará un período de retención de 0.5 días

$$PR = 0.50$$

VOLUMEN DE LA FOSA SÉPTICA

Que comprende el volumen de sedimentación y el volumen de digestión y almacenamiento de lodos que está basado en un requerimiento anual de 65 lt/hab/año, y un período de limpieza del tanque de un año.

VOLUMEN DE SEDIMENTACIÓN (V_s)

$$V_s = Q * PR$$

Donde

V_s = Volumen de sedimentación

Q = Caudal de diseño de entrada a la fosa

PR = Período de retención

$$V_s = (574.60 \text{ m}^3/\text{día}) * (0.5 \text{ día})$$

$$V_s = 287.30 \text{ m}^3$$

VOLUMEN DE ACUMULACIÓN DE LODOS (Vd)

$$V_d = \text{Pob} * \text{TAL} * \text{PL}$$

Donde

Pob = Población servida

TAL = Tasa de acumulación de lodos

PL = Período de limpieza

Si se toma un requerimiento anual de 65 lt/hab/año para la tasa de acumulación de lodos y un período de limpieza de 1 año, y restando a la población futura de 25 años la población que fue tomada en cuenta para aportara a la primera y segunda fosa (2542 – 1518 = 1024 personas), entonces tenemos:

$$V_d = (1024 \text{ hab}) * (65 \text{ lt/hab/año}) * (1 \text{ año}) / (1000 \text{ lt/m}^3)$$

$$V_d = 66.56 \text{ m}^3$$

Para un volumen total de

$$V_t = V_s + V_d$$

$$V_t = (287.30 \text{ m}^3) + (66.56 \text{ m}^3)$$

$$V_t = 353.86 \text{ m}^3$$

La altura propuesta de la fosa es de 3.00 m hasta el espejo de agua, con un borde libre de 0.30 m desde el espejo de agua hasta la parte más alta. Entonces se tiene un área total superficial de:

$$A = (353.86 \text{ m}^3) / (3.00 \text{ m})$$

$$A = 117.95 \text{ m}^2$$

DIMENSIONES

Profundidad máxima de espuma sumergida: se debe considerar un volumen de almacenamiento de natas y espumas, la profundidad máxima de espuma sumergida (H_e , en m.) está en función del área superficial de la fosa séptica, y se calcula mediante la ecuación:

$$H_e = 0.7/A$$

Donde

$$A = \text{Área superficial del tanque séptico en m}^2$$

$$H_e = 0.7 / 117.95 \text{ m}^2$$

$$H_e = 0.006 \text{ m} \approx 6 \text{ mm}$$

La profundidad libre de lodo: es la distancia entre la parte superior de la capa de lodo y el nivel inferior de la Tee o cortina del dispositivo de salida, su valor (H_o , en m) se relaciona al área superficial del tanque séptico y está sujeto a un valor mínimo de 0.30 m. que es el valor de diseño para esta fosa.

Profundidad mínima de sedimentación: que es la relación entre el volumen de sedimentación y el área total superficial.

$$H_s = V_s / A$$

$$H_s = (287.30 \text{ m}^3) / (117.95 \text{ m}^2)$$

$$H_s = 2.44 \text{ m}$$

La profundidad de espacio libre: debe seleccionarse comparando la profundidad del espacio libre mínimo total calculado como $(0.1 + H_o)$ con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_s), se elige la mayor profundidad.

HI = El mayor valor entre H_s y $H_o+0.1$

$$H_s = 2.44 \text{ m}$$

$$H_o = 0.30$$

$$HI = 2.44 \text{ m}$$

Profundidad de digestión y almacenamiento de lodos: que es la relación entre el volumen de acumulación de lodos y el total del área superficial de la fosa.

$$H_d = V_d / A$$

$$H_d = (66.56 \text{ m}^3) / (117.95 \text{ m}^2)$$

$$H_d = 0.56 \text{ m}$$

La profundidad total efectiva: es la suma de la profundidad de digestión y almacenamiento de lodos(H_d), la profundidad del espacio libre (HI) y la profundidad máxima de las espumas sumergidas (H_e).

$$H_{te} = H_d + HI + H_e$$

$$H_{te} = 0.56 + 2.44 + 0.006$$

$$H_{te} = 3.006 \text{ m} \approx 3.00 \text{ m}$$

Se propone una relación Ancho / Largo de 1 a 3, entonces el ancho será:

$$\text{Ancho} = \sqrt{(A) * (1/3)}$$

$$\text{Ancho} = \sqrt{(117.95) * (1/3)}$$

$$\text{Ancho} = 6.30 \text{ m}$$

Y el lado largo de la fosa será:

$$\text{Largo} = 3 * \sqrt{(A) * (1/3)}$$

$$\text{Largo} = 3 * \sqrt{(117.95) * (1/3)}$$

$$\text{Largo} = 18.80 \text{ m}$$

2.2.7.2 Dimensionamiento de los pozos de absorción

El pozo de absorción consiste en una excavación en el terreno, por lo general de 2.00 a 3.00 m de diámetro.

Todo pozo debe tener una cubierta o losa de hormigón armado de 0.20 m de espesor descansado sobre un brocal o anillo de hormigón. A la cubierta se le deja una tapa de inspección como mínimo de 0.60 * 0.60 m y se conecta a una cañería de ventilación de 4" para la eliminación de gases. Debe sobrepasar el nivel de la techumbre del inmueble y estar protegida con malla de alambre fino que impida el acceso de moscas, cucarachas, mosquitos y otros insectos.

Debido a las pendientes de las cañerías y a la fosa séptica, la losa del pozo se encuentra normalmente a 1.30 m o más, por debajo del nivel de la superficie del terreno.

El pozo absorbente sólo se recomienda en los siguientes casos:

- ✓ Cuando se vacían sólo aguas de lavado, desagües de piscinas o aguas pluviales.
- ✓ Como efluente de fosa séptica.
- ✓ Cuando se dispone de bastante terreno.
- ✓ Como solución transitoria.

Para determinar la profundidad del pozo debe hacerse la prueba de absorción a diferentes profundidades, y generalmente el término medio del coeficiente obtenido, sirve para determinar las características absorbentes del terreno de un sector.

Para efectuar la prueba de absorción, a medida que se va excavando el pozo y a diferentes profundidades, se hacen excavaciones de 0.30 * 0.30 m de base por 0.35 m de profundidad, con el fin de obtener una cifra media. Después de extraer la tierra desprendida se coloca en el fondo una capa de 5 cm de arena gruesa o gravilla; luego se llena con agua y se deja filtrar totalmente. Después se vuelve a llenar, de modo que el agua permanezca en él por lo menos cuatro horas, y de preferencia por la noche, para que el terreno se sature. Posteriormente se ajusta la altura del agua hasta una profundidad de 0.15 m y se determina el tiempo que tarda en bajar 2.5 cm, o velocidad de infiltración, midiendo el descenso después de treinta minutos para terrenos normales o de diez minutos para terrenos arenosos o muy permeables. Si, por ejemplo, el nivel del agua desciende 0.25 m en treinta minutos, la velocidad de filtración es de tres minutos (tiempo que tarda en bajar 2.5 cm). Con esta velocidad de filtración se determina el coeficiente de absorción.

Para calcular la dimensión del pozo no debe considerarse el fondo de la excavación porque se colmata rápidamente, sino la superficie de los taludes bajo la línea de agua, determinada por el nivel de la tubería de llegada. Conocido el coeficiente de absorción, la profundidad del pozo se determina con base en la siguiente fórmula:

$$H = \frac{\text{Área requerida}}{d * \pi}$$

Donde

Área requerida = área requerida para la infiltración (m²)

d = diámetro del pozo (m)

El área requerida está en función de la capacidad de absorción del suelo, y viene de la fórmula:

$$\text{Área requerida} = \frac{Q}{q}$$

Donde

Q = caudal que recibirá el pozo de absorción (lt/día)

q = factor que depende de la capacidad de absorción del suelo (lt/día*m²)

El factor de filtración del suelo está en función de la velocidad que tarda en bajar el agua 2.5 cm en la prueba descrita con anterioridad en esta sección y viene dado por:

$$q = \frac{5}{\sqrt{t}}$$

Donde

t = tiempo en minutos en que tarda en bajar el agua 2.5 cm en la prueba de filtración del suelo

DIMENSIONAMIENTO DE LOS POZOS

Se diseñarán pozos de absorción para cada una de las fosas del proyecto de drenaje sanitario para la aldea Las Minas, en el desarrollo del dimensionamiento de las fosas se trabajó cada una con una población a servir, para encontrar la profundidad de los pozos se trabajará también con el mismo número de personas para cada pozo respectivamente

En la prueba de filtración del suelo los resultados muestran un tiempo promedio de descenso de 2.5 cm de agua en un tiempo de 2 minutos. Entonces el factor “q” es el siguiente:

$$q = \frac{5}{\sqrt{2}} \quad q = 3.54 \text{ Gal/día*ft}^2$$

Convirtiendo el resultado a dimensionales lt/día*m² tenemos el valor de:

$$q = 143.97 \text{ lt/día*m}^2$$

Para la primera fosa séptica se tiene una población a servir de 763 personas, y el sistema de drenaje sanitario fue diseñado con una dotación de 120 lt/hab/día, esto significa que el área de absorción será:

$$\text{Área de absorción} = \frac{(120 \text{ lt/hab/día}) * (763 \text{ hab})}{143.97 \text{ lt/hab*m}^2}$$

$$\text{Área de absorción} = 635.96 \text{ m}^2$$

Se proponen pozos con un diámetro de 3 metros, entonces la profundidad será:

$$H = \frac{635.96}{3\pi} = 67.48 \text{ m}$$

Que es una profundidad demasiado grande, entonces se proponen 3 pozos con un diámetro de 3 metros y una profundidad de:

$$H = \frac{67.48 \text{ m}}{3} = 22.5 \text{ m}$$

Para la segunda fosa séptica se tiene una población a servir de 313 personas, y el sistema de drenaje sanitario fue diseñado con una dotación de 120 lt/hab/día, esto significa que el área de absorción será:

$$\text{Área de absorción} = \frac{(120 \text{ lt/hab/día}) * (313 \text{ hab})}{143.97 \text{ lt/hab} * \text{m}^2}$$

$$\text{Área de absorción} = 260.90 \text{ m}^2$$

Se proponen pozos con un diámetro de 3 metros, entonces la profundidad será:

$$H = \frac{260.90}{3\pi} = 27.70 \text{ m}$$

Que es una profundidad demasiado grande, entonces se proponen 2 pozos con un diámetro de 3 metros y una profundidad de:

$$H = \frac{27.70 \text{ m}}{2} = 14.0 \text{ m}$$

Para la tercera fosa séptica se tiene una población a servir de 442 personas, y el sistema de drenaje sanitario fue diseñado con una dotación de 120 lt/hab/día, esto significa que el área de absorción será:

$$\text{Área de absorción} = \frac{(120 \text{ lt/hab/día}) * (442 \text{ hab})}{143.97 \text{ lt/hab} * \text{m}^2}$$

$$\text{Área de absorción} = 368.41 \text{ m}^2$$

Se proponen pozos con un diámetro de 3 metros, entonces la profundidad será:

$$H = \frac{368.41}{3\pi} = 39.10 \text{ m}$$

Que es una profundidad demasiado grande, entonces se proponen 2 pozos con un diámetro de 3 metros y una profundidad de:

$$H = \frac{39.10 \text{ m}}{2} = 19.55 \text{ m}$$

Para la cuarta fosa séptica se tiene una población a servir de 1024 personas, y el sistema de drenaje sanitario fue diseñado con una dotación de 120 lt/hab/día, esto significa que el área de absorción será:

$$\text{Área de absorción} = \frac{(120 \text{ lt/hab/día}) * (1024 \text{ hab})}{143.97 \text{ lt/hab} * \text{m}^2}$$

$$\text{Área de absorción} = 853.51 \text{ m}^2$$

Se proponen pozos con un diámetro de 3 metros, entonces la profundidad será:

$$H = \frac{853.51}{3\pi} = 90.60 \text{ m}$$

Que es una profundidad demasiado grande, entonces se proponen 4 pozos con un diámetro de 3 metros y una profundidad de:

$$H = \frac{90.60 \text{ m}}{4} = 22.65 \text{ m}$$

2.2.8 Aspectos constructivos

Para la construcción de la obra de drenaje, se efectuarán diferentes tipos de trabajos que son descritos a continuación.

2.2.8.1 Replanteo y marcación del sistema

Consiste en trazar en el campo los datos contenidos en los planos, de acuerdo al diseño establecido. Para el sistema se colocarán trompos en los puntos donde se construirán los pozos de visita, se trazará la línea del colector principal, acometidas domiciliarias y alturas de cortes para la excavación de zanjas; todo el replanteo se realizará utilizando equipo de topografía, estacas, pintura, etc.

2.2.8.2 Excavación de zanja

Cuando ya se tiene el replanteo de la línea central, se tiene que marcar el ancho de la zanja, de acuerdo al diámetro de la tubería diseñada, utilizando estacas, pitas de albañil y cal hidratada.

En el momento de realizarse la excavación se debe procurar mantener el ancho de la zanja. Las paredes de la zanja deben quedar a plomo, la tierra debe alejarse a 0.75 metros de la orilla. Por seguridad debe dejarse tranquilas a cada 5 metros, para evitar derrumbes.

El ancho de la zanja es muy importante para evitar el exceso de excavación y que a la vez permita trabajar dentro de esta, a continuación se presenta una tabla de anchos de zanja, dependiendo del diámetro del tubo y profundidad de la zanja.

Tabla IV. Ancho libre de zanjas, según profundidad y diámetro de tubería
Ancho de la zanja (cm)

Tubo Pulgada	Menos de 1.86 m	Menos de 2.86 m	Menos de 3.86 m	Menos de 5.36 m	Menos de 6.36 m
6	60	65	70	75	80
8	60	65	70	75	80
10	70	70	70	75	80
12	75	75	75	75	80
15	90	90	90	90	90
18	110	110	110	110	110
21	110	110	110	110	110
24	135	135	135	135	135

Fuente: Manual de Amanco S.A. 2005

2.2.8.3 Colocación de tubería

Antes de que se coloque la tubería se debe afinar la zanja para que se ajuste a la pendiente de diseño. Una vez afinada la zanja, se inicia la colocación de la tubería.

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1.00 metro. Cuando la altura de coronamiento de la tubería principal tenga una profundidad mayor de 3.00 metros bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar sobre la principal para recibir las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente. Estos parámetros son dados por las normas del Infom, aunque para este proyecto hay ciertos tramos que no cumplen con este requerimiento, esto nos permite disminuir los volúmenes de excavación, y puesto que en la aldea Las Minas no existe un transporte pesado que pueda perjudicar la tubería y causarle roturas, concluimos que sí podemos disminuir la profundidad de las zanjas para la colocación de tubería sin comprometer el correcto funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario.

Se debe tomar en cuenta que se tiene que mantener el rango de velocidades de diseño, para evitar un mal funcionamiento de la tubería y el sistema en sí. También se debe de tener presente que se podrán conectar nuevas domiciliarias, sí como una futura conexión con otras redes (otros sectores).

2.2.8.4 Construcción de pozos de visita

Una vez marcados los puntos donde se construirán los pozos de visita, se inicia la excavación de acuerdo con la altura establecida para cada pozo.

El tipo de pozo que se va a construir es el típico, cilíndrico en la parte inferior y termina en una parte truncada, amplia para dar paso a un hombre y permitirle realizar mantenimiento.

El piso será de concreto, en el centro un canal, para evitar que los sólidos queden asentados.

Las paredes serán de ladrillo de barro cocido unidos con mortero de sabieta, los ladrillos colocados inicialmente a plomo, hasta alcanzar la parte cilíndrica, luego se empiezan a reducirle número y a colocar forma inclinada para darle la forma troncónica.

Finalmente, las paredes se repellarán y blanquearán construyéndose la tapadera y brocal de concreto armado.

2.2.8.5 Conexión domiciliar

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda a una alcantarilla común. 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 donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben de taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector este funcionando a toda su capacidad.

La conexión domiciliar se hace por medio de la candela (o caja de inspección), construida de mampostería o con tubos de cemento colocados de

forma vertical (candelas), en el cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir con la tubería que desaguará en el colector principal: la tubería entre la candela y el colector principal debe tener un diámetro mínimo de 4" (0.10 m) y debe colocarse con una pendiente mínima del 2%.

2.2.8.6 Prueba de la tubería

Esta operación consiste en el chequeo de instalación de la tubería. Los pasos para efectuar la prueba de tubería son:

1. Se debe colocar un tapón en el ramal de tubería que se revise en la parte baja.
2. Se vierte agua en el punto alto del ramal, hasta que la tubería quede completamente llena.
3. Luego se deben revisar todas las uniones, marcando los anillos donde existan fugas de agua y se realicen inmediatamente las reparaciones.

2.2.8.7 Relleno y compactación

El relleno de las zanjas se debe realizar con la misma tierra que se saco de la excavación. La primera capa colocada sobre el tubo debe ser tierra libre de rocas y terrones. La compactación se debe realizar después de la prueba de la tubería.

La compactación se debe realizar con capas de tierra de aproximadamente veinte centímetros, para que finalmente en la parte superior se dejara una pendiente de bombeo, por el agua de lluvia.

2.2.9 Diseño hidráulico

DATOS:

Densidad de vivienda	6 hab/viv
Tasa incremento	3.5%
Período de diseño	40 años
Factor de caudal medio	0.002
Dotación	120 lts/hab/día
Velocidad mínima	0.6 m/seg
Velocidad máxima	2.5 m/seg

Tabla V. Diseño hidráulico

De	A	COTA INICIAL	COTA FINAL	LONGITUD METROS	PENDIENTE TERRENO	NUMERO DE CASAS ACU.	POBLACION ACTUAL	POBLACION FUTURA	FACTOR DE CAUDAL MEDIO	FACTOR DE HARMOND ACTUAL
1	2	98.51	99.15	35	-1.83	4	24	95	0.002	4.37
2	3R	99.15	98.85	32	0.94	6	36	143	0.002	4.34
22	21	98.55	98.85	41	-0.73	4	24	95	0.002	4.37
21	3R	98.85	98.85	80	0.00	10	60	238	0.002	4.30
3R	4	98.85	97.21	48	3.42	19	114	451	0.002	4.23
4	5	97.21	96.31	50	1.80	22	132	523	0.002	4.21
5	6	96.31	94.75	30	5.20	23	138	546	0.002	4.20
6	7	94.75	94.18	60	0.95	25	150	594	0.002	4.19
7	8	94.18	93.81	60	0.62	28	168	665	0.002	4.17
8	9	93.81	93.5	60	0.52	31	186	736	0.002	4.16
9	10R	93.5	93.51	38	-0.03	33	198	784	0.002	4.15
30	29	93.46	93.88	40	-1.05	4	24	95	0.002	4.37
29	28	93.88	94.18	60	-0.50	8	48	190	0.002	4.32
28	27	94.18	93.5	50	1.36	11	66	261	0.002	4.29
27	10R	93.5	93.51	53	-0.02	14	84	333	0.002	4.26
26	25	94.85	95.54	40	-1.73	9	54	214	0.002	4.31
25	24	95.54	95.65	80	-0.14	15	90	356	0.002	4.26
24	23	95.65	94.91	80	0.93	18	108	428	0.002	4.23
23	10R	94.91	93.51	80	1.75	20	120	475	0.002	4.22
10R	11	93.51	93.36	22	0.68	68	408	1615	0.002	4.02
11	12	93.36	94.14	40	-1.95	69	414	1639	0.002	4.02
12	13	94.14	93.87	40	0.67	71	426	1687	0.002	4.01
13	14	93.87	93.18	80	0.86	77	462	1829	0.002	3.99
14	15F	93.18	93.25	65	-0.11	82	492	1948	0.002	3.98
20	19	98.85	95.16	44	8.39	8	48	190	0.002	4.32
19	16U	95.16	94.48	48	1.42	11	66	261	0.002	4.29
18	17	94.78	94.74	50	0.08	7	42	166	0.002	4.33
17	16U	94.74	94.48	53	0.49	12	72	285	0.002	4.28
16U	15F	94.48	93.25	21	5.86	24	144	570	0.002	4.20
15F	31	93.25	93.18	62	0.11	107	642	2542	0.002	3.92
31	DES.	93.18	87.5	50	11.36	107	642	2542	0.002	3.92

FACTOR DE HARMOND FUTURO	CAUDAL ACTUAL l/s	CAUDAL FUTURO l/s	DIAMETRO PULGADAS	S %	AREA TUBERIA m ²	VELOCIDAD SECCION LLENA	CAPACIDAD LLENA l/s	RELACION q/Q ACTUAL	RELACION v/v ACTUAL
4.25	0.21	0.81	6	3.31	0.018241454	2.2904	41.78	0.00502	0.26
4.20	0.31	1.20	6	2.34	0.018241454	1.9260	35.13	0.00890	0.31
4.25	0.21	0.81	6	3.41	0.018241454	2.3248	42.41	0.00495	0.26
4.12	0.52	1.96	6	1.44	0.018241454	1.5084	27.52	0.01874	0.39
4.00	0.96	3.61	6	1.02	0.018241454	1.2711	23.19	0.04157	0.49
3.96	1.11	4.14	8	0.90	0.032429251	1.4458	46.89	0.02370	0.42
3.95	1.16	4.32	8	1.03	0.032429251	1.5492	50.24	0.02309	0.41
3.93	1.26	4.67	8	0.87	0.032429251	1.4188	46.01	0.02733	0.43
3.91	1.40	5.20	8	0.70	0.032429251	1.2751	41.35	0.03392	0.46
3.88	1.55	5.72	8	0.77	0.032429251	1.3345	43.28	0.03575	0.47
3.87	1.64	6.06	8	0.63	0.032429251	1.2112	39.28	0.04184	0.49
4.25	0.21	0.81	6	3.20	0.018241454	2.2505	41.05	0.00511	0.26
4.16	0.41	1.58	6	1.92	0.018241454	1.7417	31.77	0.01305	0.35
4.10	0.57	2.14	6	1.46	0.018241454	1.5201	27.73	0.02042	0.40
4.06	0.72	2.70	6	1.21	0.018241454	1.3825	25.22	0.02840	0.44
4.14	0.47	1.77	6	1.77	0.018241454	1.6761	30.57	0.01522	0.36
4.05	0.77	2.88	6	1.05	0.018241454	1.2891	23.52	0.03258	0.46
4.01	0.91	3.43	6	0.99	0.018241454	1.2502	22.81	0.04010	0.49
3.99	1.01	3.79	6	1.06	0.018241454	1.2968	23.66	0.04283	0.50
3.66	3.28	11.81	10	0.45	0.050670705	1.1923	60.42	0.05427	0.53
3.65	3.32	11.97	10	0.43	0.050670705	1.1529	58.42	0.05691	0.54
3.64	3.42	12.29	10	0.55	0.050670705	1.3116	66.46	0.05140	0.53
3.62	3.69	13.23	10	0.43	0.050670705	1.1529	58.42	0.06313	0.56
3.59	3.91	14.00	10	0.43	0.050670705	1.1607	58.81	0.06655	0.57
4.16	0.41	1.58	6	8.39	0.018241454	3.6433	66.46	0.00624	0.28
4.10	0.57	2.14	6	1.52	0.018241454	1.5515	28.30	0.02000	0.39
4.18	0.36	1.39	6	2.08	0.018241454	1.8144	33.10	0.01099	0.33
4.09	0.62	2.33	6	1.34	0.018241454	1.4561	26.56	0.02320	0.41
3.94	1.21	4.50	6	0.86	0.018241454	1.1648	21.25	0.05689	0.54
3.50	5.03	17.81	12	0.35	0.072965815	1.1896	86.80	0.05793	0.54
3.50	5.03	17.81	12	0.66	0.072965815	1.6224	118.38	0.04247	0.50

VELOCIDAD v(m/s) ACTUAL	VERIFICAR v ACTUAL	TIRANTE d/D ACTUAL	VERIFICAR d/D ACTUAL	RELACION q/Q FUTURO	RELACION v/V FUTURO	VELOCIDAD v(m/s) FUTURO	VERIFICAR v FUTURO	TIRANTE d/D FUTURO	VERIFICAR d/D FUTURO
0.60	correcto	0.10	correcto	0.0193	0.39	0.90	correcto	0.10	correcto
0.59	correcto	0.10	correcto	0.0341	0.46	0.89	correcto	0.13	correcto
0.60	correcto	0.10	correcto	0.0190	0.39	0.90	correcto	0.10	correcto
0.60	correcto	0.10	correcto	0.0711	0.58	0.87	correcto	0.18	correcto
0.63	correcto	0.14	correcto	0.1556	0.73	0.92	correcto	0.27	correcto
0.60	correcto	0.11	correcto	0.0884	0.62	0.89	correcto	0.20	correcto
0.64	correcto	0.10	correcto	0.0860	0.61	0.95	correcto	0.20	correcto
0.61	correcto	0.11	correcto	0.1016	0.64	0.91	correcto	0.22	correcto
0.60	correcto	0.13	correcto	0.1257	0.68	0.87	correcto	0.24	correcto
0.63	correcto	0.13	correcto	0.1321	0.69	0.92	correcto	0.25	correcto
0.60	correcto	0.14	correcto	0.1543	0.72	0.88	correcto	0.27	correcto
0.60	correcto	0.10	correcto	0.0197	0.39	0.89	correcto	0.10	correcto
0.61	correcto	0.10	correcto	0.0497	0.52	0.90	correcto	0.15	correcto
0.60	correcto	0.10	correcto	0.0773	0.59	0.90	correcto	0.19	correcto
0.61	correcto	0.12	correcto	0.1071	0.65	0.90	correcto	0.22	correcto
0.61	correcto	0.10	correcto	0.0579	0.54	0.91	correcto	0.16	correcto
0.60	correcto	0.12	correcto	0.1226	0.68	0.87	correcto	0.24	correcto
0.61	correcto	0.14	correcto	0.1503	0.72	0.90	correcto	0.26	correcto
0.65	correcto	0.14	correcto	0.1601	0.73	0.95	correcto	0.27	correcto
0.64	correcto	0.16	correcto	0.1955	0.77	0.92	correcto	0.30	correcto
0.62	correcto	0.16	correcto	0.2049	0.79	0.91	correcto	0.31	correcto
0.69	correcto	0.15	correcto	0.1849	0.76	1.00	correcto	0.29	correcto
0.64	correcto	0.17	correcto	0.2264	0.81	0.93	correcto	0.32	correcto
0.66	correcto	0.17	correcto	0.2381	0.82	0.95	correcto	0.33	correcto
1.01	correcto	0.10	correcto	0.0238	0.42	1.52	correcto	0.11	correcto
0.61	correcto	0.10	correcto	0.0758	0.59	0.91	correcto	0.19	correcto
0.60	correcto	0.10	correcto	0.0420	0.49	0.89	correcto	0.14	correcto
0.60	correcto	0.11	correcto	0.0877	0.62	0.90	correcto	0.20	correcto
0.63	correcto	0.16	correcto	0.2117	0.79	0.92	correcto	0.31	correcto
0.65	correcto	0.16	correcto	0.2051	0.79	0.94	correcto	0.31	correcto
0.80	correcto	0.14	correcto	0.1504	0.72	1.17	correcto	0.26	correcto

ALTURA POZO AGUA ARRIBA	COTA INVERT AGUA ARRIBA	ALTURA POZO AGUA ABAJO	COTA INVERT AGUA ABAJO	PENDIENTE TUBERIA	CONDICION PENDIENTE >11%	VOLUMEN EXCAVACION ENTRE POZOS	VELOCIDAD
1.00	97.51	2.80	96.35	3.31	continuar	59.85	0.90
2.85	96.3	3.30	95.55	2.34	continuar	88.56	0.89
1.00	97.55	2.70	96.15	3.41	continuar	68.27	0.90
2.75	96.1	3.90	94.95	1.44	continuar	239.40	0.87
3.95	94.9	2.80	94.41	1.02	continuar	145.80	0.92
2.85	94.36	2.40	93.91	0.90	continuar	118.13	0.89
2.45	93.86	1.20	93.55	1.03	continuar	49.28	0.95
1.25	93.5	1.20	92.98	0.87	continuar	66.15	0.91
1.25	92.93	1.30	92.51	0.70	continuar	68.85	0.87
1.35	92.46	1.50	92	0.77	continuar	76.95	0.92
1.55	91.95	1.80	91.71	0.63	continuar	57.29	0.88
1.00	92.46	2.70	91.18	3.20	continuar	66.60	0.89
2.75	91.13	4.20	89.98	1.92	continuar	187.65	0.90
4.25	89.93	4.30	89.2	1.46	continuar	192.38	0.90
4.35	89.15	5.00	88.51	1.21	continuar	223.00	0.90
1.00	93.85	2.40	93.14	1.77	continuar	61.20	0.91
2.45	93.09	3.40	92.25	1.05	continuar	210.60	0.87
3.45	92.2	3.50	91.41	0.99	continuar	250.20	0.90
3.55	91.36	3.00	90.51	1.06	continuar	235.80	0.95
5.05	88.46	5.00	88.36	0.45	continuar	99.50	0.92
5.05	88.31	6.00	88.14	0.43	continuar	198.90	0.91
6.05	88.09	6.00	87.87	0.55	continuar	216.90	1.00
6.05	87.82	5.70	87.48	0.43	continuar	423.00	0.93
5.75	87.43	6.10	87.15	0.43	continuar	346.61	0.95
1.00	97.85	1.00	94.16	8.39	continuar	39.60	1.52
1.05	94.11	1.10	93.38	1.52	continuar	46.44	0.91
1.00	93.78	2.00	92.74	2.08	continuar	67.50	0.89
2.05	92.69	2.50	91.98	1.34	continuar	108.52	0.90
2.55	91.93	1.50	91.75	0.86	continuar	38.27	0.92
6.15	87.1	6.30	86.88	0.35	continuar	347.36	0.94
6.35	86.83	1.00	86.5	0.66	continuar	165.38	1.17

2.2.10 Presupuesto

Tabla VI. Presupuesto

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
CUADRO DE RESUMEN
FACULTAD DE INGENIERÍA
EPS INGENIERÍA CIVIL
EPESISTA: ROBERTO MARIO GONZÁLEZ DONADO
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO, ALDEA LAS MINAS**

RENLÓN No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
1	Topografía	1592	ML	Q 11.44	Q 18,205.36
2	Preliminares	1592	ML	Q 25.00	Q 39,801.06
3	Excavación	4563.9	M³	Q 94.30	Q 430,393.17
4	Tubería de red de 6"	935	ML	Q 369.26	Q 345,259.45
5	Tubería de red de 8"	298	ML	Q 502.26	Q 149,674.38
6	Tubería de red de 10"	247	ML	Q 727.39	Q 179,665.81
7	Tubería de red de 12"	112	ML	Q 997.66	Q 111,737.93
8	Pozo de visita	31	UNIDAD	Q 9,445.42	Q 292,807.94
9	Conexiones domiciliars	107	UNIDAD	Q 1,951.25	Q 208,783.23
10	Fosa séptica	1	UNIDAD	Q 243,902.53	Q 243,902.53
11	Pozo de absorción	3	UNIDAD	Q 21,871.32	Q 65,613.96

GRAN TOTAL

Q 2,085,844.82

El precio total del proyecto es de: dos millones cuarenta y dos mil ciento dos quetzales con dieciocho centavos.

2.2.11 Evaluación socio-económica

2.2.11.1 V.P.N. (valor presente neto)

El V.P.N. designa una cantidad presente o actual de dinero, este valor se encuentra al comienzo del período inicial. El concepto del valor presente al igual que el de valor futuro, se basan en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

Sobre la escala de tiempo ocurre en el punto cero o en cualquier otro punto desde el cual escogemos medir el tiempo.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

$$\text{V.P.N.} < 0$$

$$\text{V.P.N.} = 0$$

$$\text{V.P.N.} > 0$$

Cuando el V.P.N. < 0 y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable. Cuando el V.P.N. = 0 está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el V.P.N. > 0, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad. Las fórmulas del V.P.N. son:

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

Donde

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

F = Valor de pago único al final del periodo de la operación, o valor de pago futuro

A = Valor de pago uniforme en un periodo 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 = Periodo de tiempo que se pretende dure la operación

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto = Q 2,085,844.82

Costo total de mantenimiento = Q 30,000.00

Como es un proyecto de inversión social la municipalidad absorberá el 50% del costo total del proyecto y la comunidad pagara el otro 50% en un periodo de 5 años en cuotas anuales de Q360.00/anuales por derecho de conexiones domiciliarias. Cuota de mantenimiento de Q120.00/anuales.

$A_1 = Q\ 34,764.08 + Q\ 30,000.00 = Q\ 64,764.08$

$A_2 = Q\ 30,000.00$

$$VPN = -1,042,922.41 + 64,764.08 \left[\frac{(1 + 0.10)^5 - 1}{0.10(1 + 0.10)^5} \right] - 30,000 \left[\frac{(1 + 0.10)^5 - 1}{0.10(1 + 0.10)^5} \right]$$

$VPN = -911,139.20$ Para un interés del 10% anual en un período de 5 años.

$$VPN = -1,042,922.41 + 64,764.08 \left[\frac{(1 + 0.02)^5 - 1}{0.02(1 + 0.02)^5} \right] - 30,000 \left[\frac{(1 + 0.02)^5 - 1}{0.02(1 + 0.02)^5} \right]$$

$VPN = -879,063.33$ Para un interés del 2% anual en un período de 5 años.

2.2.11.2 T.I.R. (tasa interna de retorno)

Es el método más utilizado para comparar alternativas de inversión. Se define como la tasa de descuento que iguala al valor presente de los flujos de efectivo con la inversión inicial en un proyecto. La T.I.R. es la tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, o sea el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos.

Si la T.I.R. es mayor o igual al costo de capital, se acepta el proyecto, de no ser este el caso entonces se rechaza. La fórmula de la T.I.R. es:

$$T.I.R. = V.P.N. \text{ Beneficio} - V.P.N. \text{ Gastos} = 0$$

Se busca un dato que sea menor al dato buscado y otro que sea mayor y así poder interpolar de la manera siguiente:

Tasa 1 V.P.N. +

T.I.R. V.P.N. = 0

Tasa 2 V.P.N. -

$$TIR = I1 + \left[\frac{VPN 1}{VPN 1 + VPN 2} \right] * (I2 - I1)$$

$$TIR = 0.02 + \left[\frac{-879,063.33}{-879,063.33 + (-911,139.20)} \right] * (0.10 - 0.02)$$

$$TIR = 5.93\%$$

Para obtener un análisis más certero a cerca del beneficio y costo del presente proyecto se utilizará la siguiente fórmula:

$\frac{B}{C} > 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es mayor que el costo, entonces sí es rentable el mismo.

$\frac{B}{C} < 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es menor que el costo, entonces no es rentable el mismo.

B = Beneficio del proyecto, lo va a recibir la comunidad donde se construya el mismo, la cantidad asciende a Q 879,063.33

C = Costo o precio real del proyecto. La cantidad es Q 2,085,844.82

$$\frac{B}{C} = \frac{879,063.33}{2,085,844.82} = 0.42 < 1$$

Con lo calculado anteriormente se puede decir que el beneficio a obtener es menor que el costo, por lo tanto se hace mención a que el proyecto no será rentable económicamente hablando.

2.2.12 Estudio de impacto ambiental inicial (EIAI)

2.2.12.1 Marco legal

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

DECRETO NÚMERO 68-86

Artículo 8.- (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93). Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o 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 del Medio Ambiente.

El funcionario que omitiere exigir el estudio de impacto ambiental de conformidad con este artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de impacto ambiental será sancionado con una multa de Q.5,000.00 a Q.100,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

2.2.12.2 Impactos ambientales

Impacto negativo en la ejecución

En el momento de la ejecución del proyecto a desarrollar en la aldea Las Minas, se verán repercusiones por efectos negativos en contra del medio ambiente, dentro de los que se pueden citar:

- La degradación de la calidad del agua superficial debido a erosión durante la construcción o a la descarga excesiva de contaminantes.
- La alteración de las características de las aguas subterráneas debido a la construcción.
- El aumento en la generación de concentraciones de contaminantes visuales y ruidos en el ambiente.

Impacto positivo en la ejecución

Dentro de los impactos positivos de mayor relevancia en la ejecución del proyecto para la aldea Las Minas tenemos:

- El reacomodamiento del terreno en el camino, bajo el cual se encontrará la tubería del drenaje sanitario.
- El tratamiento de focos de contaminación, mediante la eliminación sustancial de aguas superficiales y estancamientos producidos en la aldea Las Minas; que a su vez provocan criaderos de zancudos y enfermedades de tipo gastrointestinal.

Existe gran diferencia entre los impactos positivos y negativos que se verán influenciados en la ejecución de los proyectos, siendo los primeros los predominantes brindando beneficio común que conllevan los mismos. De manera que el enfoque ambiental debe brindarse con el fin de obtener un equilibrio entre el desarrollo y el medio ambiente que nos rodea.

2.2.12.3 Plan de gestión ambiental

Los impactos potenciales que las directrices del Banco Mundial consideran tener presentes para una evaluación del sistema de drenaje, tratamiento, reúso y disposición de aguas servidas, son las siguientes:

- Perturbación del curso de canales, hábitat de plantas y animales acuáticos.
- Alteraciones en el balance de las aguas superficiales.
- Degradación de vecindades por donde atraviesan las aguas servidas o que reciben el flujo.
- Deterioro de aguas blancas que reciben el efluente de aguas servidas.
- Riesgos a la salud en la vecindad del curso de las aguas servidas.
- Contaminación del suelo en los sitios de aplicación.
- Suelos y cultivos: contaminación con patógenos y sustancias químicas.
- Aguas subterráneas: contaminación por patógenos y nitrógeno.
- Falla en la conducción y recepción de las aguas residuales.
- Malos olores.
- Criaderos de fauna nociva. (ratas, cucarachas, zancudos).
- Molestias y riesgos a la salud pública.

2.2.12.4 Medidas de mitigación

2.2.12.4.1 En construcción

- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente.
- En el momento de iniciar la construcción, señalizar el área.
- Repoblar con árboles nativos de la región, las áreas libres.
- Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas.
- Utilizar rutas alternas al centro de la población.
- Enterrar las bolsas (envases de cemento y cal) en vez de quemarlas.
- Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza.
- Después de cada jornada de trabajo, limpiar el área (recoger: estacas de madera, tablas con clavos, restos de mezcla, pedazos de hierro etc.)
- Cuando sea posible, limitar el mover tierra solo durante la estación seca.
- Compactar la tierra removida.
- Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores.
- Garantizar uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, mascarillas, cascos).
- Diseñar drenaje para la evacuación de las aguas servidas con materiales compatibles con el medio ambiente.
- Incluir botiquín de primeros auxilios.

2.2.12.4.2 En operación

- Establecer plan de monitoreo ambiental.
- Capacitación permanente y continua a operadores del sistema.
- Mantenimiento preventivo.

CONCLUSIONES

- 1) El sistema constructivo utilizado en el edificio escolar es de mampostería reforzada, este diseño realiza un análisis de techos, muros, columnas y cimentación, todos estos elementos son afectados directamente por las cargas aplicadas a la estructura. Para este diseño se contemplaron los lineamientos que brinda el Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas, el cual proporciona especificaciones técnicas para estructuras de mampostería como la descrita en este documento, y además se están respetando las recomendaciones del Ministerio de Educación en cuanto al espacio mínimo por alumno para un desarrollo óptimo de actividades escolares.
- 2) El costo total del proyecto para la escuela en la aldea Paso Bueno es de Q 1,197,335.05, se debe mencionar que el beneficio será mayor al costo de la obra, por lo que su ejecución es viable.
- 3) El proyecto de alcantarillado sanitario es un proyecto que tiene una longitud lineal de 1,592 m. Se decidió la utilización de tubería de PVC norma 3034, por las razones siguientes: facilidad y rapidez en su instalación, permite que la ejecución del proyecto se realice en un menor tiempo, el transporte y manipulación de la tubería no requiere de equipo especial, por lo que el costo es más barato, respecto a la manipulación de la tubería de concreto.
- 4) El costo para el proyecto de alcantarillado sanitario es de Q 2,085,844.82 y cabe mencionar que el proyecto no es viable económicamente hablando, puesto que, la inversión del mismo es bastante alta y la población a la que se va a dar el servicio es pequeña. También al realizar

la relación de beneficio económico entre el costo da como resultado 0.42 que es menor que 1, lo cual indica que el proyecto no será rentable económicamente hablando, pero queda justificada su ejecución debido al gran beneficio que recibirán las personas de la aldea Las Minas.

- 5) El diseño del sistema de alcantarillado sanitario contempla las consideraciones dadas por el Instituto de Fomento Municipal, el cual brinda lineamientos técnicos para el correcto funcionamiento de los drenajes como el diseñado en este documento; es necesario mencionar que se han utilizado pendientes menores al 2% en algunos ramales para reducir el costo del sistema y facilitar su construcción, ya que de haberse mantenido una pendiente mínima del 2% en la tubería, la altura de los últimos pozos de visita hubiera sido de aproximadamente 13 metros.
- 6) En el proyecto de drenaje sanitario habrán 4 fosas sépticas, una a construirse conjuntamente con el resto del proyecto y las otras a construirse dentro de 5, 15 y 25 años respectivamente, esto debido a que si se optara por la construcción de una sola fosa, el tamaño de esta sería tan grande que complicaría su construcción y aumentaría el costo. Además, no le daría a las aguas residuales un tratamiento adecuado, puesto que quedarían acumuladas en la fosa por un período de 40 años. Cada una de las fosas contará con sus respectivos pozos de absorción, los cuales recibirán las aguas sin lodos, los cuales quedarán atrapados en las fosas, la primera fosa tendrá 3 pozos, la segunda 2 pozos, la tercera 2 pozos y la cuarta 4 pozos, esto a causa de la gran cantidad de aguas residuales provenientes de las viviendas. Con el sistema de fosas sépticas y pozos de absorción se da un tratamiento primario a las aguas residuales, disminuyendo los niveles de contaminación en el ambiente.

RECOMENDACIONES

- 1) Que la comunidad beneficiada con proyecto de drenaje sanitario, conforme un comité encargado de aplicar técnicas que permitan conservar el alcantarillado en buenas condiciones físicas y de funcionamiento, con el propósito de alcanzar la duración esperada de acuerdo con la vida útil para la cual fue diseñada.
- 2) Utilizar mano de obra local para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, para la generación de empleos en la comunidad y para que los pobladores del sector tomen conciencia del buen uso y mantenimiento del sistema de alcantarillado.
- 3) Se sugiere capacitar a la población de la aldea Las Minas, sobre aspectos de saneamiento ambiental, y al mismo tiempo la operación y el mantenimiento del sistema de drenaje sanitario, como la revisión de los pozos de visita, chequeo de calles donde pasa la tubería principal, fosas, etc.
- 4) En el caso de las fosas sépticas y los pozos de absorción se debe realizar un mantenimiento cada año, en el que se debe destapar la fosa y los pozos y sacar lo que se acumuló en el período de uso para que estos no colapsen.
- 5) Para el edificio escolar, la dirección de la escuela debe realizar inspecciones periódicas y capacite a los estudiantes sobre el buen uso de las instalaciones, para que la estructura cuente con un mayor tiempo de vida útil y esta se encuentre en óptimas condiciones.

- 6) Cerciorarse que durante la ejecución de los proyectos, se cumpla con las disposiciones establecidas para los impactos positivos y negativos, las medidas de mitigación tanto en construcción como en operación adoptada proporcionan la seguridad necesaria a trabajadores y habitantes, así como, al medio ambiente.

- 7) La utilización del equipo adecuado para construcción (guantes, calzado, mascarillas, etc.) por parte de todas las personas involucradas en la ejecución de los proyectos, para evitar percances en la vida y salud de los trabajadores al momento de construir las obras.

- 8) Ejecutar los proyectos en corto plazo, de no ser así, será necesario una adecuación de los precios de los materiales, y en el caso del sistema de alcantarillado sanitario, deberá revisarse el diseño hidráulico tanto de la red de recolección como de los pozos y fosas, y si el estudio lo amerita, readecuar todo el sistema a la nueva población existente.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas. Normas de planificación y construcción para casos proyectados. Guatemala 2008.
- 2) Instituto de Fomento Municipal. Normas generales para el diseño de alcantarillado sanitario. Guatemala 2008.
- 3) Masonry Institute of América. Reinforced masonry engineering handbook, clay and concrete masonry, sixth edition. Washington DC 2010.
- 4) Melini Salguero, Guillermo. Apuntes del curso de Ingeniería Sanitaria 2. Facultad de Ingeniería, USAC. Guatemala 2009.
- 5) Organización Panamericana de la Salud. Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques imhoff, lagunas de estabilización y pozos de absorción. Lima 2005.
- 6) Vásquez, Luis Alberto. Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el asentamiento Monja Blanca del municipio de Villa Canales, departamento de Villa Canales. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, USAC. Guatemala 2004.

ANEXOS

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE LA ALDEA LAS MINAS, JUTIAPA, JUTIAPA

RESULTADOS DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS

**PLANOS DE LA ESCUELA EN ALDEA PASO BUENO Y DRENAJE EN
ALDEA LAS MINAS**

Tabla VII. LIBRETA TOPOGRÁFICA

PROYECTO: Drenaje sanitario para la aldea Las Minas

MUNICIPIO: Jutiapa

DEPARTAMENTO: Jutiapa

ESTACIÓN	PUNTO OBSERVADO	AZIMUT			DISTANCIA	COTA DEL TERRENO (COTA ESTACIÓN)
		°	'	"		
0	1	92	6	2	50	100
1	2	103	40	15	35	98.51
2	3	103	40	15	32	99.15
3	4	103	40	15	48	98.85
4	5	103	40	15	50	97.21
5	6	90	3	0	30	96.31
6	7	90	3	0	60	94.75
7	8	91	0	15	60	94.18
8	9	71	4	15	60	93.81
9	10	63	50	0	38	93.50
10	11	41	26	45	22	93.51
11	12	35	13	35	40	93.36
12	13	35	13	35	40	94.14
13	14	38	14	45	80	93.87
14	15	40	25	49	61	93.18
15	16	70	12	9	21	93.25
3	21	352	7	40	80	98.85
21	22	52	47	0	41	98.55
10	23	164	7	25	80	93.51
23	24	171	2	0	80	94.91
24	25	171	2	0	80	95.65
25	26	185	32	15	40	95.54
10	27	79	40	27	53	93.51
27	28	80	9	50	50	93.50
28	29	72	30	25	60	94.18
29	30	72	30	25	40	93.88
16	17	97	46	56	53	94.48
17	18	95	53	14	50	94.74
16	19	57	33	6	48	94.48
19	20	65	58	26	44	95.16
15	31	319	25	25	62	93.25
31	DESCARGA	272	55	43	50	93.18
DESCARGA						87.50



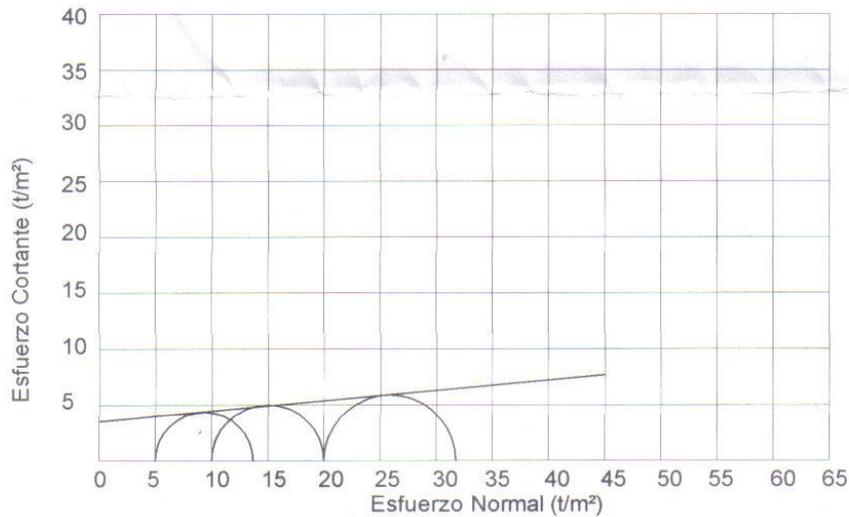
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 128

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 026 S.S. O.T.: 26,450
 INTERESADO: Roberto Mario González Donado
 PROYECTO: EPS-Diseño de Edificio para escuela
 UBICACIÓN: Aldea Paso Bueno, Cantón Valencia, Jutiapa Fecha: 20 de enero de 2009.
 pozo: 1 Profundidad: 1.50 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 5.28^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 3.50 \text{ T/m}^2$
--	--

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arcilla orgánica color café oscuro
 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)	8.70	10.09	11.74
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	3.5	6.5	8.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.43	1.43	1.43
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.80	1.80	1.80
HUMEDAD (%H)	23.9	23.9	23.9

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Omar E. Medrano M.
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 1288

INFORME No. 027 S.S.

O.T. No. 26,450

Interesado: Roberto Mario González Donado
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
 Proyecto: EPS-Diseño de Edificio para escuela
 Ubicación: Aldea Paso Bueno, Cantón Valencia, Jutiapa
 Fecha: 20 de enero de 2010

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
1 1/2"	38.10	100.00
3/4"	19	100.00
4	4.75	98.52
10	2	96.03
40	0.425	90.30
200	0.075	70.23

% de Grava: 1.48
 % de Arena: 28.29
 % de finos: 70.23



Descripción del suelo: Arcilla orgánica color café oscuro
 Clasificación: S.C.U.: CL P.R.A.: A-7-6
 Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.
 Inga. Telma Maricela Cano Morales
 DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 12882

INFORME No. 028 S. S.

O.T.: 26,450

Interesado: Roberto Mario González Donado
Proyecto: EPS-Diseño de Edificio para escuela
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Aldea Paso Bueno, Cantón Valencia, Jutiapa
FECHA: 20 de enero de 2010

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	46.0	21.2	CL	Arcilla orgánica color café oscuro

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

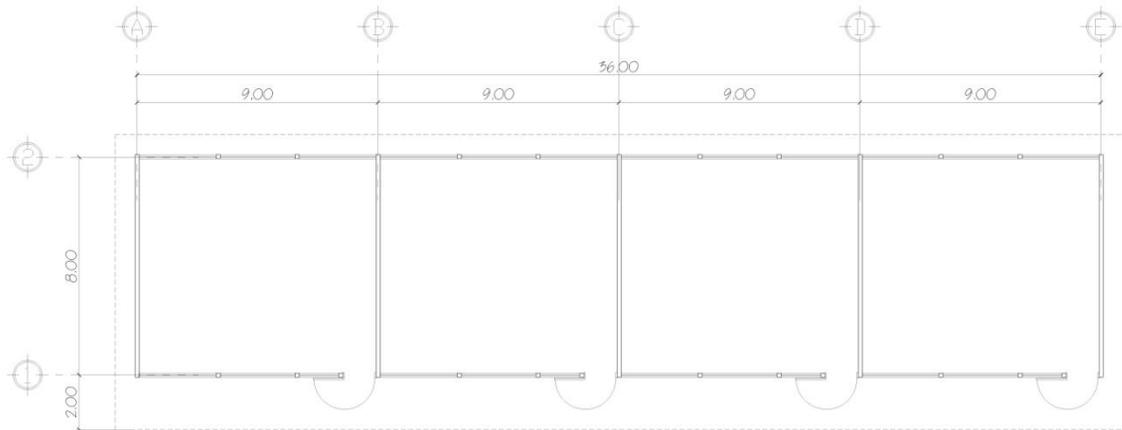
Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

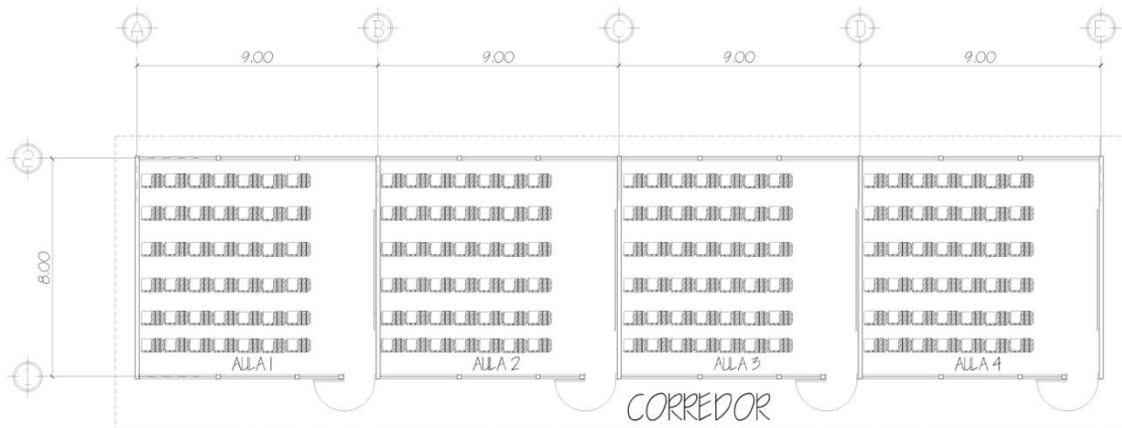


PLANTA GENERAL

CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA ALDEA PASO BUENO

ESCALA 1/75

NOTA:
TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS
EN METROS

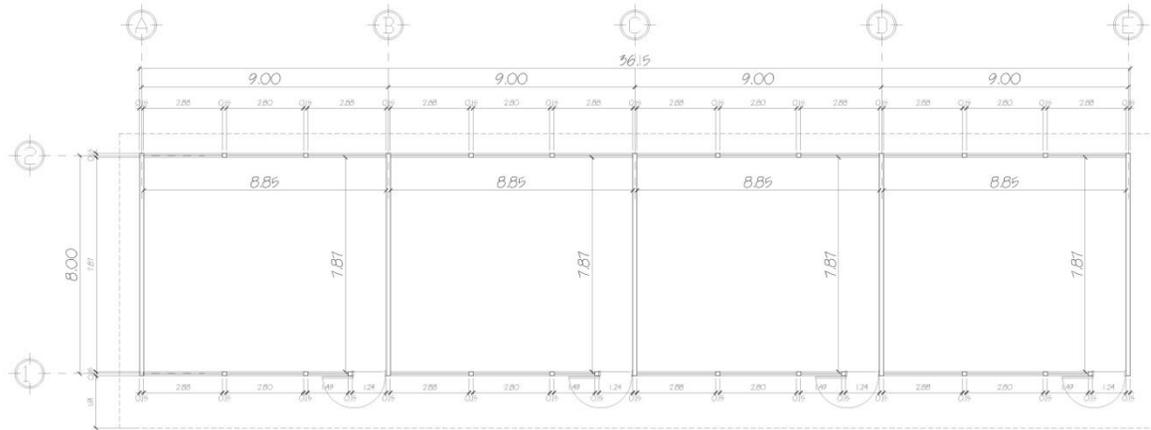


PLANTA AMUEBLADA

CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA ALDEA PASO BUENO

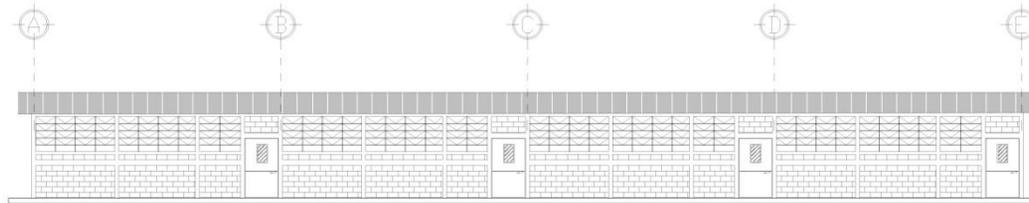
ESCALA 1/75

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE JIQUIPÁ		ESCALA	INDICIA
		PROYECTO	FECHA
ESCUELA EDUCACIÓN PRIMARIA ALDEA PASO BUENO, CANTÓN VALENCIA, JIQUIPÁ		ESCALA	INDICIA
PLANTA GENERAL Y AMUEBLADA		FECHA	2010
DISEÑO ROBERTO IBARRO GONZALEZ PONVEDO		PLANO N.º	1 / 8
DISEÑO ROBERTO IBARRO GONZALEZ PONVEDO			
Ing. Manuel Alfredo Arellano Ochoa		Alcalde Municipal	



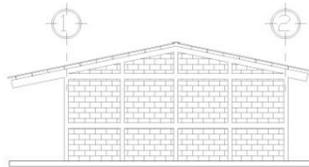
PLANTA ACOTADA

CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA ALDEA PASO BUENO ESCALA 1/75



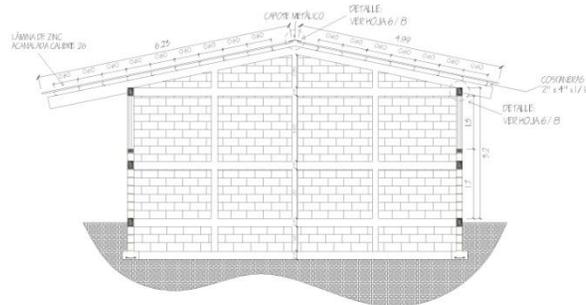
ELEVACIÓN FRONTAL

CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA ALDEA PASO BUENO ESCALA 1/75



ELEVACIÓN LATERAL

CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA ALDEA PASO BUENO ESCALA 1/75

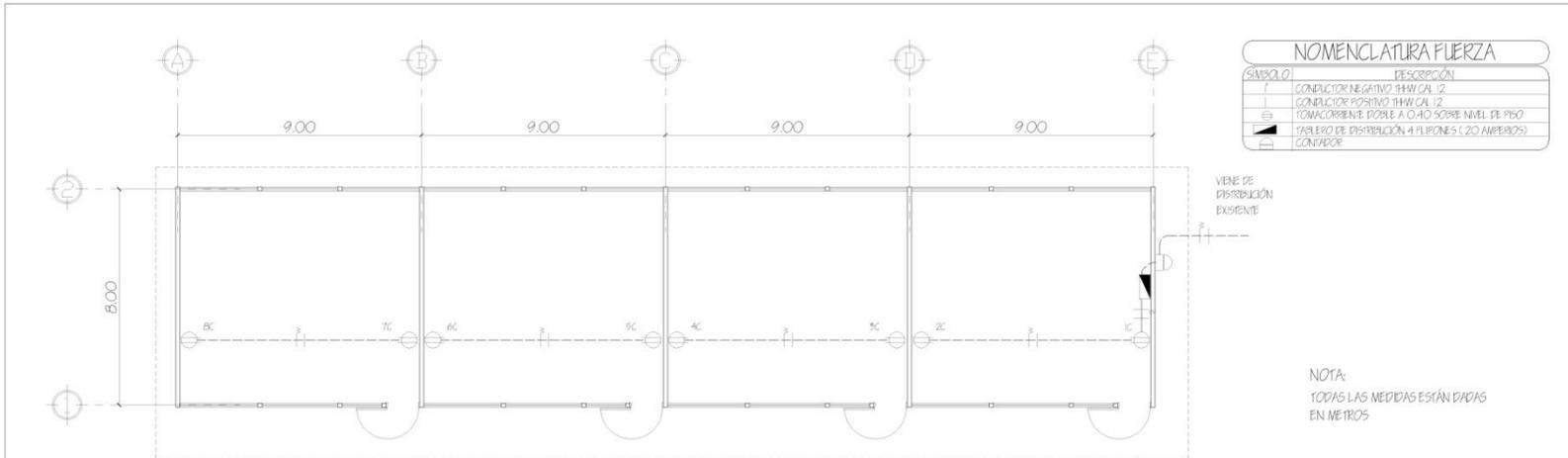


SECCIÓN X-X

CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA ALDEA PASO BUENO ESCALA 3/5

NOTA:
TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS
EN METROS

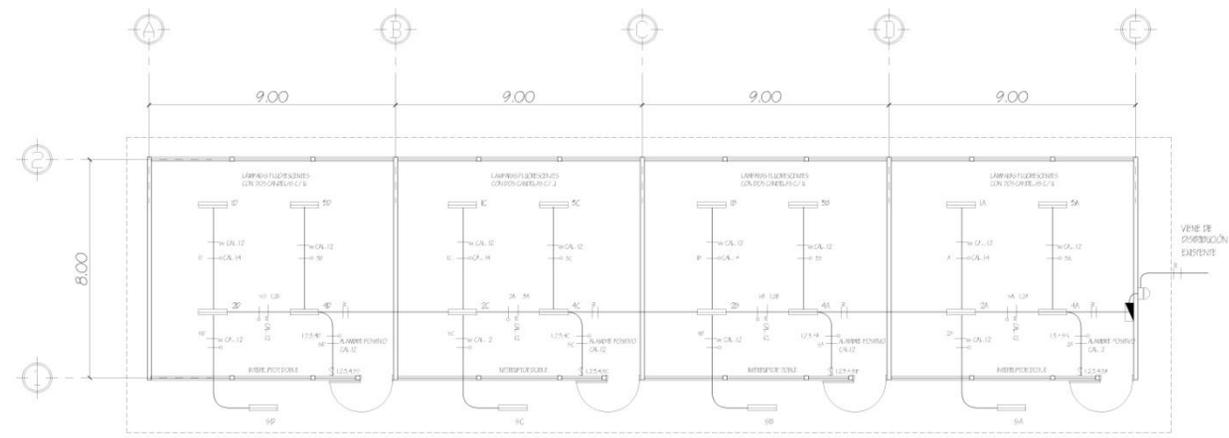
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE JUMPA		ESCALA:	INCRUSA
		FECHA:	2010
PROYECTO: ESCUELA EDUCACIÓN PRIMARIA ALDEA PASO BUENO, CANTÓN VALENCIA, JUMPA		PLANO N.º:	2 / 8
DISEÑO: ROBERTO IVARRO GONZÁLEZ RONDO	SERVIDO: ROBERTO IVARRO GONZÁLEZ RONDO		
Ing. Manuel Wladimir Arellano Gómez		Arq. Víctor Manuel	



NOMENCLATURA FUERZA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
— —	CONDUCTOR NEGATIVO 1/4W CAL 12
— —	CONDUCTOR POSITIVO 1/4W CAL 12
⊕	TOMACORRIENTE DOBLE A 0.40 SOBRE NIVEL DE PISO
⊖	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4 FILIPONES (20 AMPERIOS)
⊞	CONTADOR

NOTA:
TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN METROS

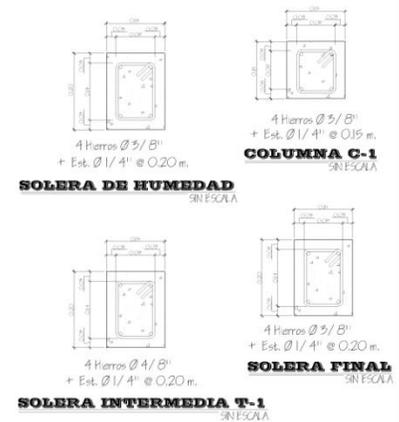
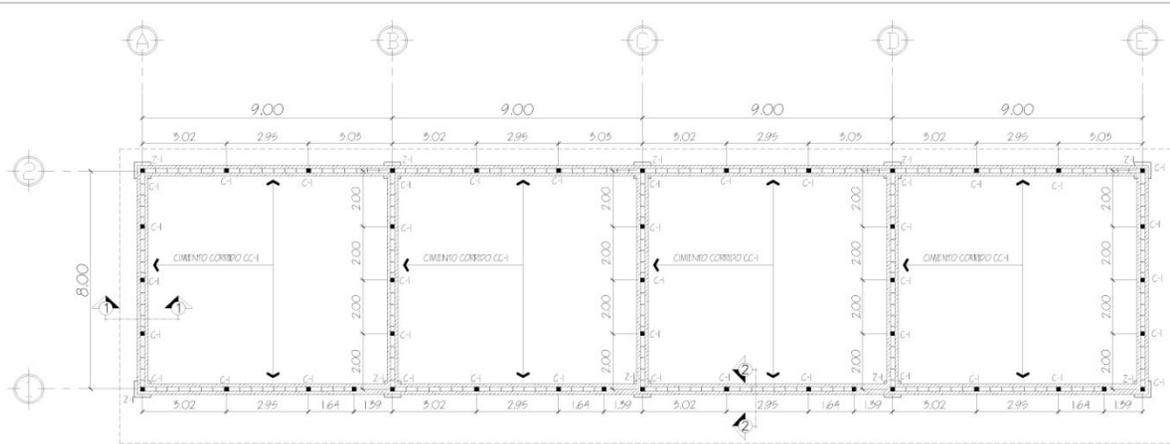
PLANTA DE FUERZA
CONSTRUCCIÓN ESCUELA PRIMARIA ALDEA PASO BUENO ESCALA: 1/75



NOMENCLATURA ELECTRICIDAD	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
⊞	LAMPARA FLUORESCENTE 2 x 40 W
— —	CONDUCTOR NEGATIVO 1/4W CAL 12
— —	CONDUCTOR POSITIVO 1/4W CAL 12
⊞	CONDUCTOR POSITIVO 1/4W CAL 14
⊞	INTERRUPTOR DOBLE A 1.50 SOBRE NIVEL DE PISO
⊞	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4 FILIPONES (20 AMPERIOS)
⊞	CONTADOR

PLANTA DE ILUMINACIÓN
CONSTRUCCIÓN ESCUELA PRIMARIA ALDEA PASO BUENO ESCALA: 1/75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE JUMPA		ESCALA:	INICIAL
		FECHA:	2010
PROYECTO:		ESUELA EDUCACIÓN PRIMARIA ALDEA PASO BUENO, CANTÓN VALENCIA, JUMPA	PLANO No.:
CONTENIDO:		PLANTA DE ILUMINACIÓN Y FUERZA	3 / 8
DISEÑO:	ROBERTO ANIBO GONZÁLEZ DONDO	SEÑALA:	ROBERTO ANIBO GONZÁLEZ DONDO
Ing. Manuel Wladimir Arellano Córdova		Arquitecto Municipal	

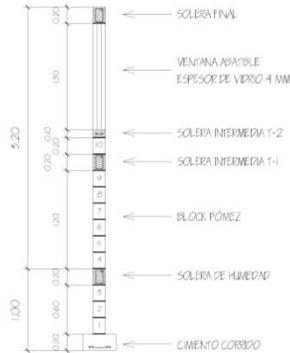


PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS

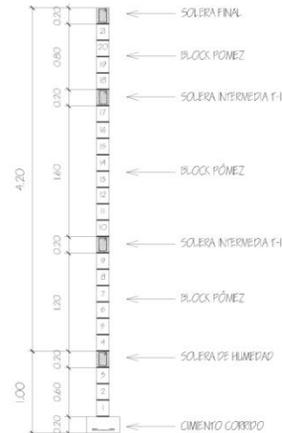
CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA ALDEA PASO BUENO

ESCALA 1:75

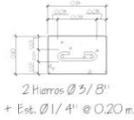
NOTA:
TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS
EN METROS



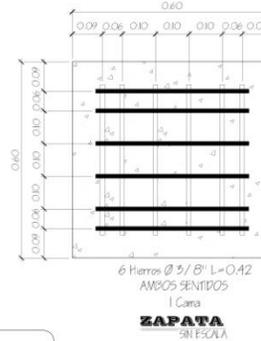
CORTE DE MURO 2-2
ESCALA 1:25



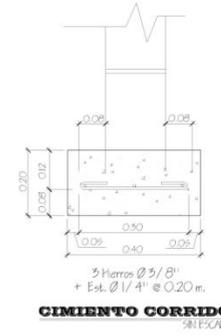
CORTE DE MURO 1-1
ESCALA 1:25



SOLERA INTERMEDIA T-2
ESCALA 1:25



ZAPATA
ESCALA 1:25



CIMENTO CORRIDO
ESCALA 1:25

NOTAS

EL CONCRETO PARA TODOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEBERÁ CUMPLIR CON LA PROPORCIÓN 1:2:2 (9/8 SACOS DE CEMENTO 0.55 M³ DE ARENA Y 0.55 M³ DE PIEDRA Y 227 LITROS DE AGUA. ESTO ESTOPIRÁ 1 M³ DE CONCRETO. REQUERIDO COMO 2 CANTEROS DE CEMENTO, 5.5 CANTEROS DE ARENA Y 5.5 CANTEROS DE PIEDRA. LOS CANTEROS DE 5 GALONES PUEEN 1 M³ DE CONCRETO Y 200 LITROS DE RESIDUA MINIMA F=200 kg/m³. EL CEMENTO SERÁ TIPO PORTLAND Y DEBERÁ CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES PARA CEMENTO PORTLAND ASTM C-150.

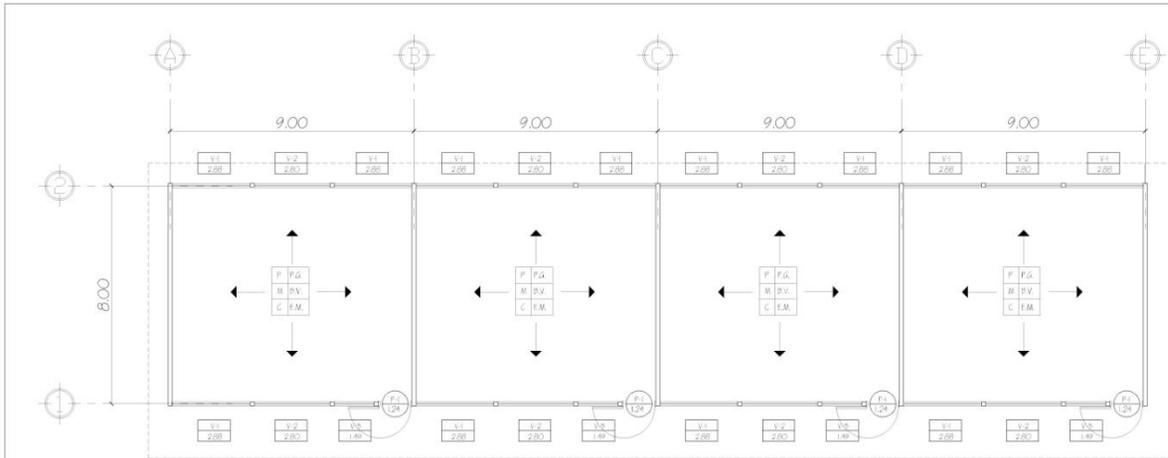
EL AGUARRAMBA DEBERÁ SER LIMPIA Y LIBRE DE CANTERAS RESIDUALES DE AZÚCAR, ACIDOS, SALES Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVAS AL CONCRETO O AL ACERO DE REFUERZO.

LOS ALICATADOS DEBEN SER LIMPIOS Y LIBRES DE IMPUREZAS Y MADERA, ORGANICA Y DEBERÁN CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES ESTABLECIDAS PARA ALICATADOS UTILIZADOS EN CONCRETO ASTM C-55. EL PAVIMENTO FINAL DEL ALICATADO SERÁ 1" FINA CIMENTACIÓN, Y 5/4" FINA SOLERA COLUMNAS Y VIGAS.

COMO UNIFORME DE MANUTENCIÓN SE UTILIZARÁ EL BLOCC CON UNA RESISTENCIA MINIMA F=85 kg/cm². EL MORTERO PARA LOS ALICATOS DE MUROS SERÁ DE UNA PROPORCIÓN 1:5 (6.5 SACOS DE CEMENTO, 0.55 M³ DE ARENA O 2 CANTEROS DE CEMENTO Y 6.5 CANTEROS DE ARENA CON CANTEROS DE 5 GALONES FINA 1 M³ DE CONCRETO).

EL ACERO DE REFUERZO DEBERÁ CUMPLIR CON ESPECIFICACIONES DE VIGAS CORRIDORAS Y USAR FINA REQUERIDO DEL CONCRETO ASTM A-66.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE JUMPA		PROYECTO:	ESCALA:
		ESCUELA EDUCACIÓN PRIMARIA ALDEA PASO BUENO, CANTÓN VILENCIA, JUMPA	INICIAL 2010
COMITENTE: PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS		DISEÑO: ROBERTO ANIBO GONZÁLEZ DOMÍNGO	DIBUJO: ROBERTO ANIBO GONZÁLEZ DOMÍNGO
		PLANO No. 4	8
Ing. Manuel Alfredo Perdomo Obispo		Noélio Rangel	



NOTA:
TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS
EN METROS

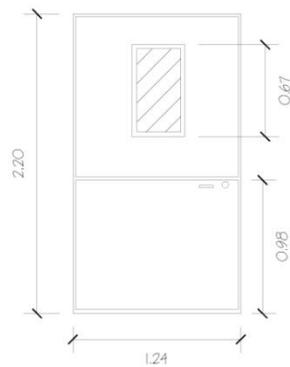
NOMENCLATURA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
P	TIPO DE ACABADO EN PISO
V	TIPO DE ACABADO EN MURO
C	TIPO DE ACABADO EN CIELO
V	TIPO DE VENTANA
---	ANCHO DE VENTANA
P-1	TIPO DE PUERTA (METÁLICA)
1.24	ANCHO DE PUERTA
P.G.	PISO DE GRANITO
S.V.	BLOQUE VESTIDO DEZADO
E.M.	ESTRUCTURA METÁLICA

PLANTA DE ACABADOS

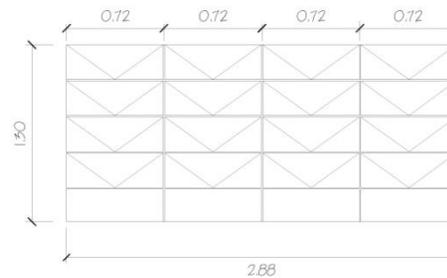
CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA ALDEA PASO BUENO

ESCALA 1:75



DETALLE DE PUERTA

EN ESCALA



DETALLE DE VENTANA

EN ESCALA

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES	MATERIAL
V-1	1.70	9.00	12	2.88 1.50 METAL + VIDRIO
V-2	1.70	9.00	8	2.88 1.50 METAL + VIDRIO
V-3	1.70	9.00	4	1.44 1.50 METAL + VIDRIO
TOTAL			24	

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES	MATERIAL
P-1	1.24	2.20	4	METAL + VIDRIO
TOTAL			4	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE JIJUPA			
PROYECTO:	ESUELA EDUCACION PRIMARIA ALDEA PASO BUENO, CAMION VALENCA, JIJUPA.	ESCALA:	INDICADA TEMA: 2010
CONTENIDO:	PLANTA DE ACABADOS	PLANO No.:	5
DISENYO:	ROBERTO ANZO GONZALEZ DOMINGO	REVISOR:	ROBERTO ANZO GONZALEZ DOMINGO
In: Manuel Rivas Arredondo/Obispo		Fecha: Noche/Manana	

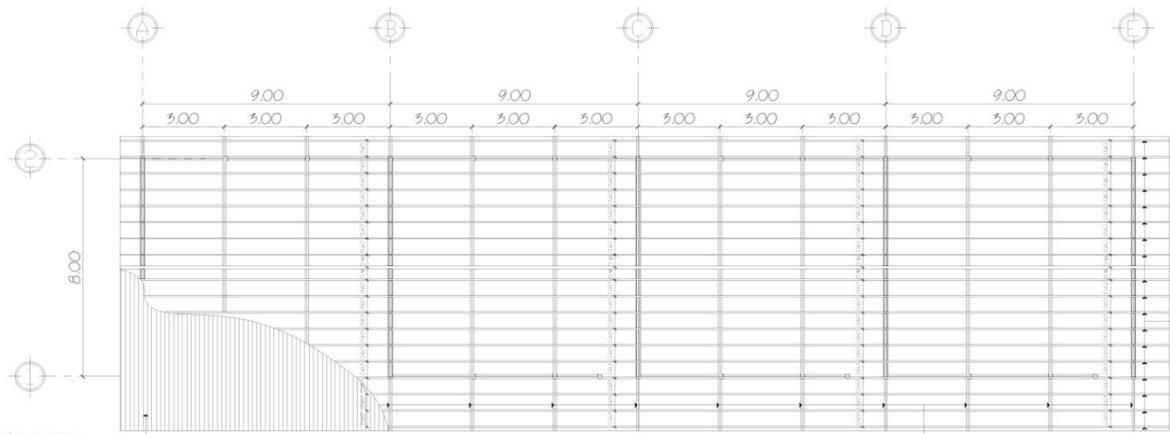
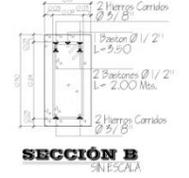


LÁMINA DE ZINC
ACANALADA CALIBRE 26

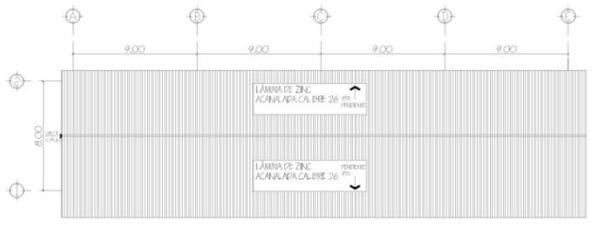
PLANTA DE TECHOS

CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA ALDEA PASO BUENO

ESCALA 1:75



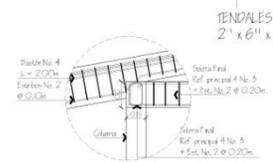
CAPOTE METÁLICO
COSTANERAS
2" x 4" x 1/16"



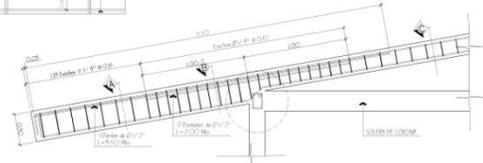
DETALLE DE TECHOS

CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA ALDEA PASO BUENO

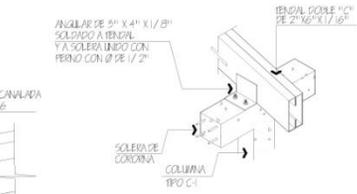
ESCALA 1:50



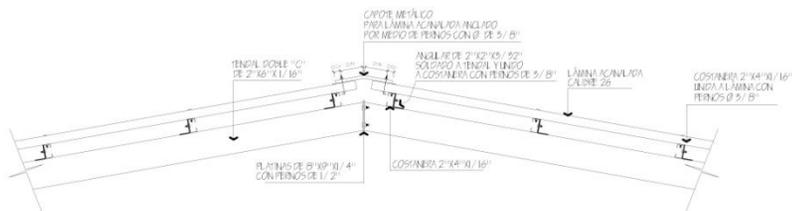
DETALLE DE SOLERA DE MOJINETE



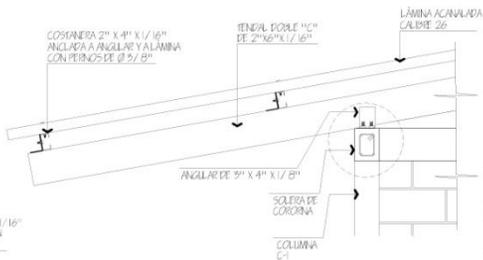
DETALLE DE SOLERA DE MOJINETE



DETALLE ANCLAJE TENDAL A SOLERA



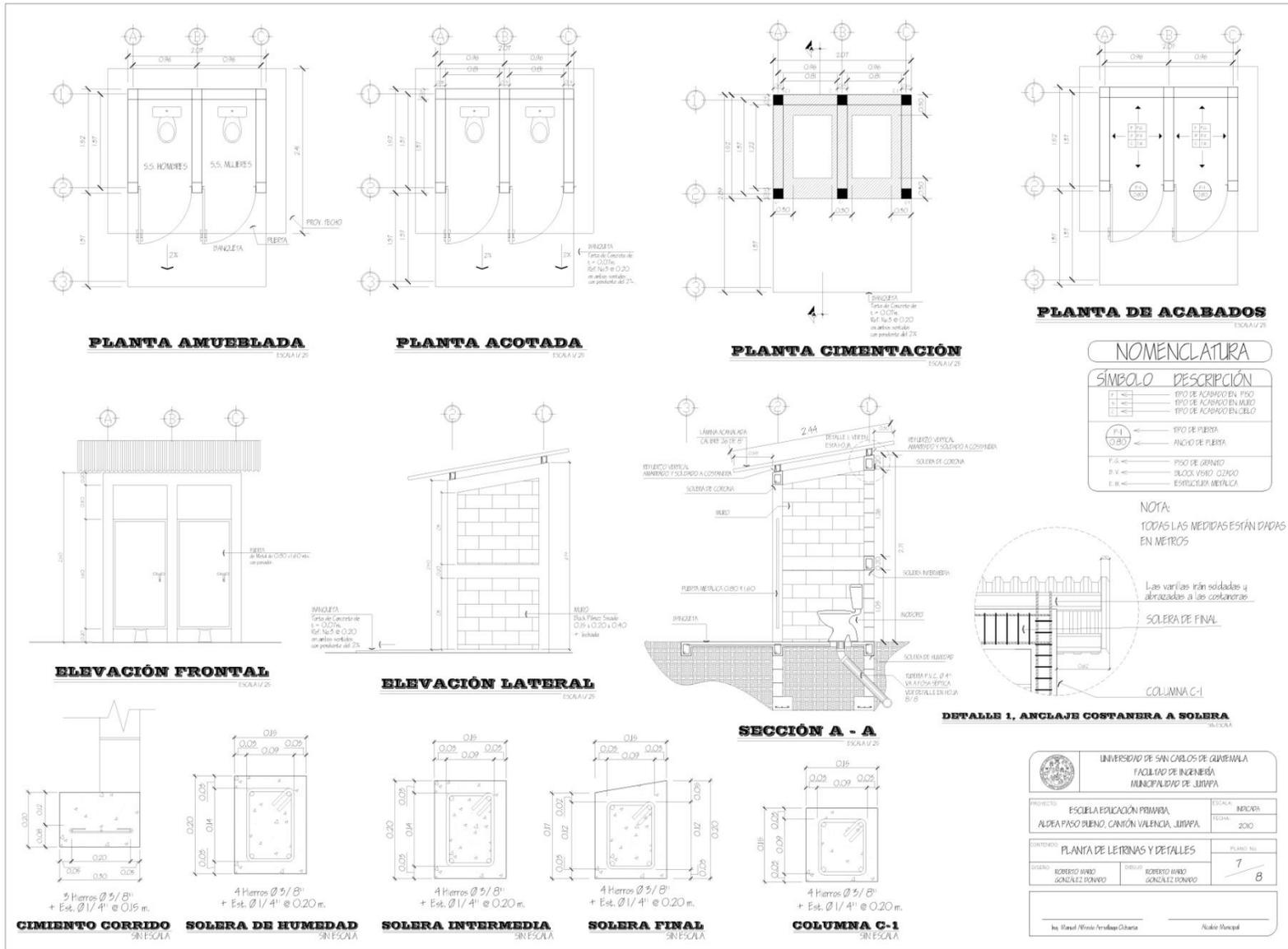
DETALLE TECHO METÁLICO



DETALLE ANCLAJE TENDAL A SOLERA

NOTA:
TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS
EN METROS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE JUMPA		ESCALA	MICRO
		PROYECTO	ESUELA EDUCACION PRIMARIA ALDEA PASO BUENO, CANTON VALENCIA, JUMPA.
CONTENIDO		PLANO NO.	
DESIGNADO	ROBERTO WILVO GONZALEZ DONATO	DISEÑADO	ROBERTO WILVO GONZALEZ DONATO
			6/8
Ing. Manuel Alfredo Arredondo Gilman		Arquitecto Municipal	



NOMENCLATURA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
TI	TIPO DE ACABADO EN PISO
TI	TIPO DE ACABADO EN MURO
TI	TIPO DE ACABADO EN CIELO
PI	TIPO DE PUERTA
PI	ANCHO DE PUERTA
F.G.	FISO DE GRANITO
P.V.	BLOCK VISO CIZADO
E.B.	ESTRUCTURA METÁLICA

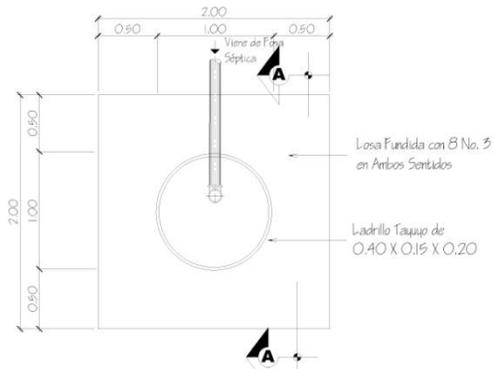
NOTA:
 TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN METROS

Las varillas irán soldadas y abrazadas a las costaneras.

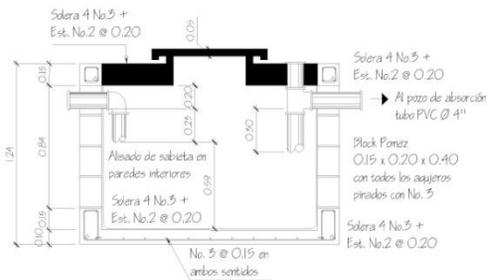
SOLERA DE FINAL

COLUMNA C-1

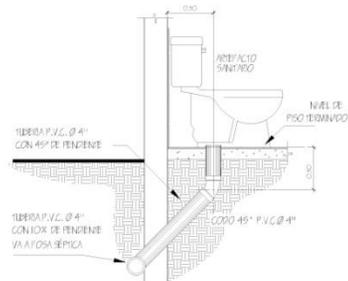
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE JUMPA			
PROYECTO:	ESUELA EDUCACIÓN PRIMARIA ALDEA PASO BUENO, CANTÓN VALENCIA, JUMPA	ESCALA:	INDICIA
FECHA:	2010		
CONTENIDO:	PLANTA DE LETRINAS Y DETALLES	PLANO No.:	7/8
DISEÑO:	ROBERTO HANCO GONZALEZ PONDO	DIBUJO:	ROBERTO HANCO GONZALEZ PONDO
In: Manuel Antonio Aranda Ochoa		Alcalde Municipal	



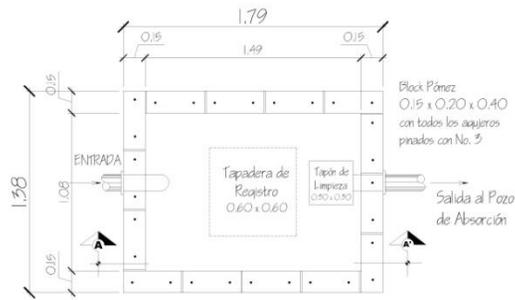
PLANTA POZO DE ABSORCIÓN



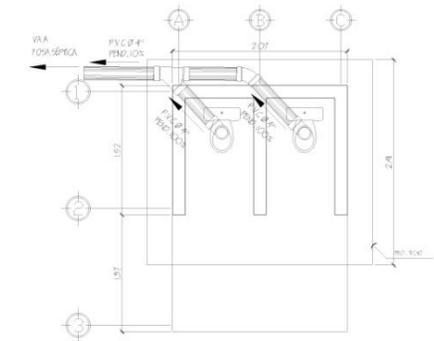
SECCIÓN A-A' FOSA SÉPTICA



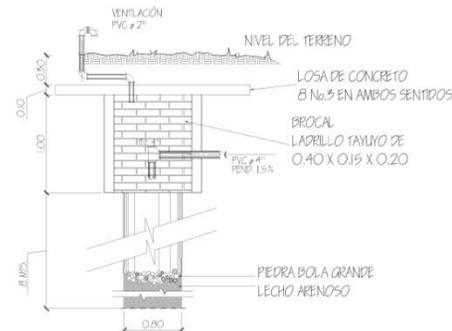
COLOCACIÓN DE TUBERÍA EN RETRETE



PLANTA FOSA SÉPTICA



PLANTA INSTALACIÓN DE DRENAJES



SECCIÓN A-A' POZO DE ABSORCIÓN

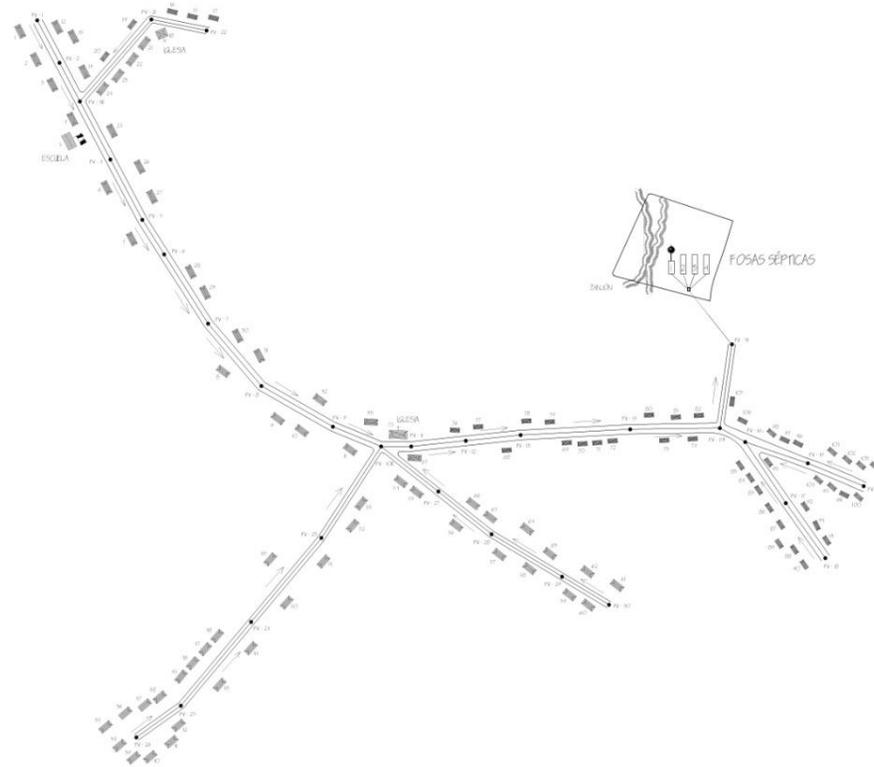
SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	INDICA TUBERÍA DE TUBERÍA INDEPENDIENTE DE TUBERÍA
	INDICA TUBERÍA DE P.V.C. Ø INDICADO
	REDUCTOR DE 45° A 45°
	SECIÓN TERMINAL DE P.V.C. Ø INDICADO
	CODO 45° DE P.V.C. Ø INDICADO
	TUBERÍA DE P.V.C. Ø INDICADO

NOTA:
TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN METROS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- TODA LA TUBERÍA A UTILIZAR SERÁ DE P.V.C. CONFORME A DIÁMETRO ESPECIFICADO EN CADA TRAMO
- POR NINGÚN MOTIVO PODRÁN QUEDAR TUBERÍAS FUNDIDAS EN CUALQUIER COLUMNA
- LAS ACOMODADAS PARA RETRETES DEBERÁN SITUARSE A 0.30 MTS DEL E.E. DEL ACCESORIO HACIA LA PARED

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE JIJUPÁ	
PROYECTO	ESCUOLA EDUCACIÓN PRIMARIA ALDEA PASO BUENO, CANTÓN VALENCIA, JIJUPÁ	ESCALA	INDICADA FECHA: 2010
CONTENIDO	DETALLES DE FOSA Y POZO + DRENAJES	PLANO NO.	8
DISEÑO	ROBERTO RAMO GONZÁLEZ PONDO	DIRECCIÓN	ROBERTO RAMO GONZÁLEZ PONDO
Ing. Ramon Alberto Arredondo Ochoa		Núcleo Municipal	



NOTA:
 FOSA 1 A CONSTRUIRSE AL MOMENTO DE EJECUTARSE EL PROYECTO
 FOSA 2 A CONSTRUIRSE DESPUÉS DE 5 AÑOS
 FOSA 3 A CONSTRUIRSE DESPUÉS DE 15 AÑOS
 FOSA 4 A CONSTRUIRSE DESPUÉS DE 25 AÑOS

PLANTA GENERAL

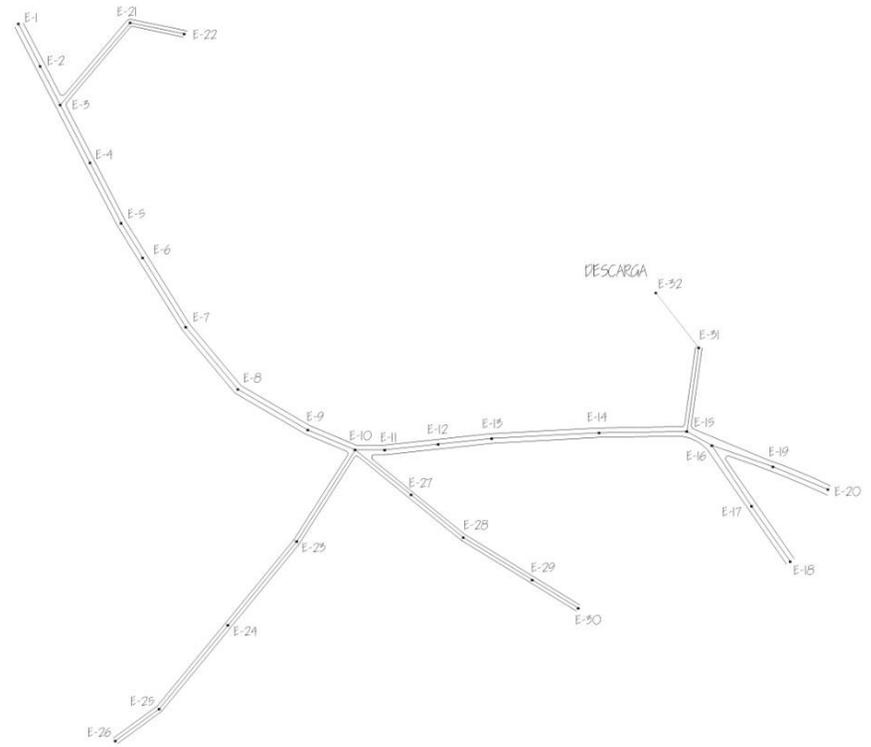
DRENAJE SANITARIO ALDEA LAS MINAS

ESCALA 1:500

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE JUTIAPA		ESCALA	IMPRESA
		PROYECTO	FECHA
DRENAJE SANITARIO, ALDEA LAS MINAS, JUTIAPA			2010
CONTENIDO		PLANTA GENERAL	
PROYECTO	REVISADO	FOLIO	
ROBERTO WARD GONZALEZ DOMPO	ROBERTO WARD GONZALEZ DOMPO	1 / 9	
Ing. Manuel Alfredo Arellano Ochoa		Alcalde Municipal	



BANCO DE MARCA E-0



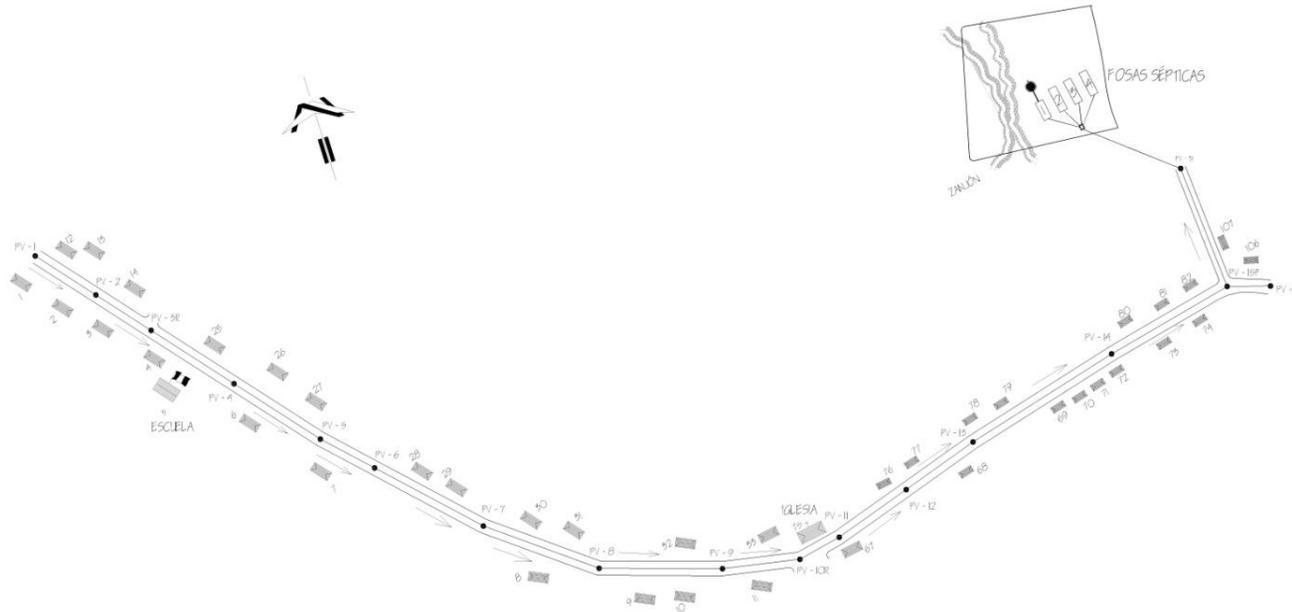
ESTACION	PIALO OBSERVADO	#	1	11	PROVINCIA	COTA DEL TERMINO (COTTA ESTACION)	COTA DEL SIGUIENTE (COTTA P. OR)
0	1	92	6	2	BO	100	98.51
1	2	109	40	5	55	98.51	99.15
2	5	109	40	5	52	99.15	98.85
3	4	109	40	5	48	98.85	97.21
4	5	109	40	5	50	97.21	96.51
5	6	90	5	0	50	96.51	94.75
6	7	90	5	0	60	94.75	94.18
7	8	91	0	15	60	94.18	95.81
8	9	71	4	15	60	95.81	95.50
9	10	65	50	0	58	95.50	95.51
10	11	4	26	48	22	95.51	95.56
11	12	58	15	55	40	95.56	94.14
12	15	58	15	55	40	94.14	95.87
13	14	58	14	48	80	95.87	95.18
14	15	40	25	49	61	95.18	95.25
15	16	70	12	9	21	95.25	94.45
5	21	55	7	40	80	98.85	98.55
3	22	59	47	0	4	98.55	98.85
10	23	84	1	25	80	98.51	94.8
23	24	17	2	0	80	94.8	95.65
24	25	17	2	0	80	95.65	95.54
25	26	85	52	5	40	95.54	94.88
10	27	79	40	27	55	95.51	95.50
27	28	80	9	50	80	95.50	94.18
28	29	72	50	25	60	94.18	95.85
29	30	72	50	25	40	95.85	95.46
16	17	97	46	56	55	94.48	94.74
17	18	95	55	14	50	94.74	94.75
16	19	57	55	6	48	94.48	95.16
19	20	65	58	26	44	95.16	98.85
18	31	59	25	25	62	95.25	95.18
31	DESCARGA	272	99	45	50	95.18	87.80

PLANTA TOPOGRÁFICA

DRENAJE SANITARIO ALDEAS LAS MINAS

ESCALA 1:1500

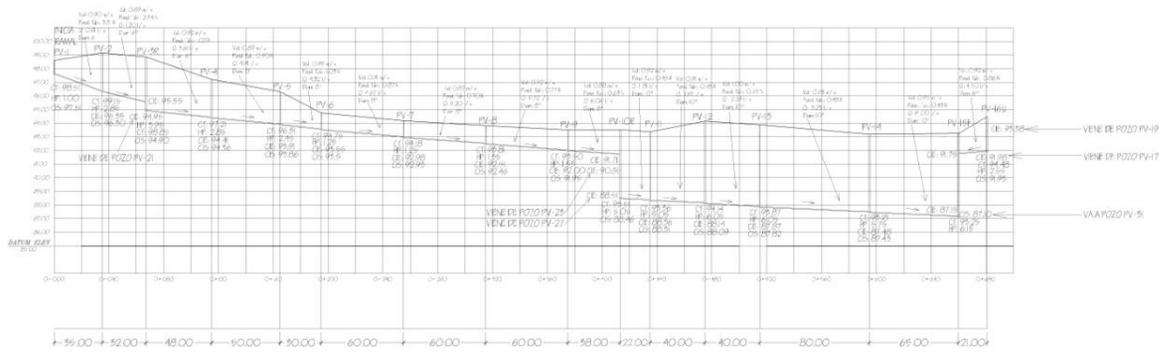
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE JIBIPA	
PROYECTO:	ESCALA:
DRENAJE SANITARIO ALDEAS LAS MINAS, JIBIPA	1:1500
FECHA:	2000
CONTENIDO: PLANTA TOPOGRÁFICA	
DISEÑO:	PLANO: No.
ROBERTO WARD GONZALEZ BONHO	2 / 9
Ing. Manuel Alfredo Amador Ochoa Alcalde Municipal	



PLANTA PV-1 A PV-16U

DRENAJE SANITARIO ALDEA LAS MINAS

ESCALA 1:1000



PERFIL PV-1 A PV-16U

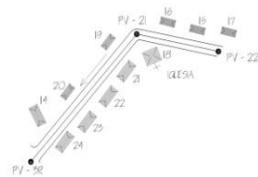
DRENAJE SANITARIO ALDEA LAS MINAS

ESCALA HORIZONTAL 1:1500
ESCALA VERTICAL 1:150

REFERENCIAS	
	POZO DE VISITA EN PLANTA
	TRAMO TUBERIA EN PLANTA
	TUBERIA EN PERFIL
	DIRECCION DE FLUJO
	INDICA NUMERO DE POZO
	VIVIENDA FAMILIAR
	COTA DEL TERRENO
	ALTURA DE POZO DE VISITA
	COTA INVERT DE ENTRADA
	COTA INVERT DE SALIDA
	POZO DE VISITA EN PERFIL

TUBERIA PVC NORMA ASTM 3034, LA ALTURA LOS DE POZOS, LAS COTAS Y LAS DISTANCIAS ESTAN DADAS EN METROS Y LOS DIAMETROS DE LA TUBERIA EN PULGADAS

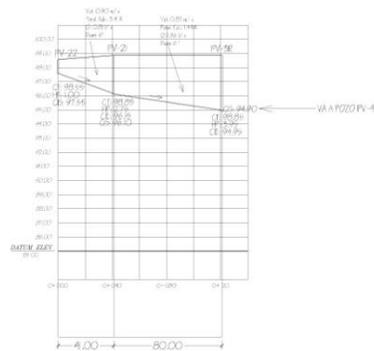
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE JUTIAPA		ESCALA	IMPRESA
		PROYECTO	FECHA
DRENAJE SANITARIO, ALDEA LAS MINAS, JUTIAPA			2010
CONTENIDO		PLANTA - PERFIL	PLANO No.
ELABORADO	REVISADO		3
ROBERTO VARGAS GONZALEZ DOMPO	ROBERTO VARGAS GONZALEZ DOMPO		9
Ingeniero Municipal		Autor Municipal	



PLANTA PV-22 A PV-3R

DRENAJE SANITARIO ALDEALAS MINAS

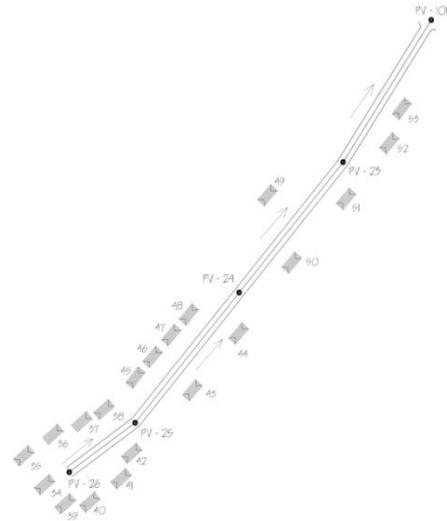
ESCALA 1:1000



PERFIL PV-22 A PV-3R

DRENAJE SANITARIO ALDEALAS MINAS

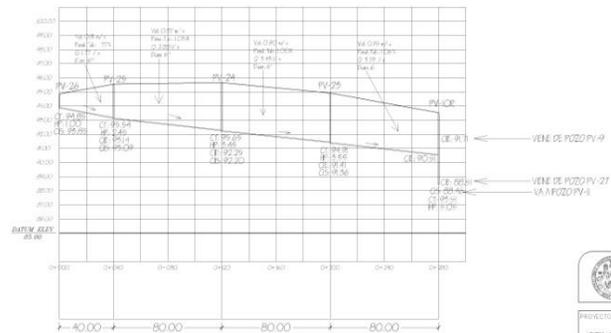
ESCALA HORIZONTAL 1:1500
ESCALA VERTICAL 1:150



PLANTA PV-26 A PV-10R

DRENAJE SANITARIO ALDEALAS MINAS

ESCALA 1:1000



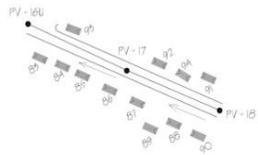
PERFIL PV-26 A PV-10R

DRENAJE SANITARIO ALDEALAS MINAS

ESCALA HORIZONTAL 1:1500
ESCALA VERTICAL 1:150

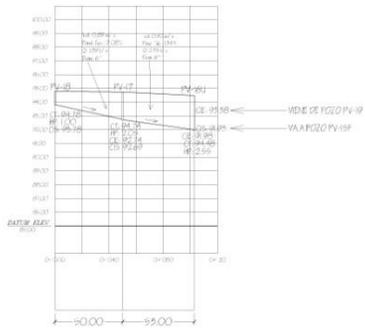
REFERENCIAS	
	POZO DE VISITA EN PLANTA
	TRAMO TUBERÍA EN PLANTA
	TUBERÍA EN PERFIL
	DIRECCION DE FLUJO
	PV INDICA NÚMERO DE POZO
	VIVIENDA FAMILIAR
	CT COTA DEL TERRENO
	HP ALTURA DE POZO DE VISITA
	CIE COTA INVERT DE ENTRADA
	CIS COTA INVERT DE SALIDA
	POZO DE VISITA EN PERFIL
TUBERÍA PVC NORMA ASTM 3054. LA ALTURA LOS DE POZOS LAS COTAS Y LAS DISTANCIAS ESTÁN DADAS EN METROS Y LOS DIÁMETROS DE LA TUBERÍA EN PULGADAS.	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE JUTIAPA		ESCALA:	INDICIA:
		PROYECTO:	FECHA:
DRENAJE SANITARIO, ALDEALAS MINAS, JUTIAPA		ESCALA:	INDICIA:
CONTENIDO:		PLANO No.	
DIENES:	DISEÑADO:	REVISADO:	
ROBERTO URBIO GONZALEZ BARRIO	ROBERTO URBIO GONZALEZ BARRIO		
		4	9
Ing. Manuel Ribero Amador Ochoa		Alcalde Municipal	



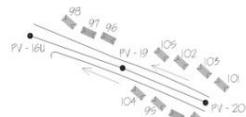
PLANTA PV-13 A PV-16

DRENAJE SANITARIO ALDEA LAS MINAS ESCALA 1:1000



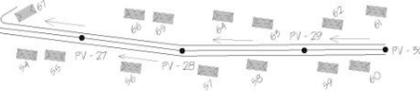
PERFIL PV-13 A PV-16

DRENAJE SANITARIO ALDEA LAS MINAS ESCALA HORIZONTAL 1:1500 ESCALA VERTICAL 1:150



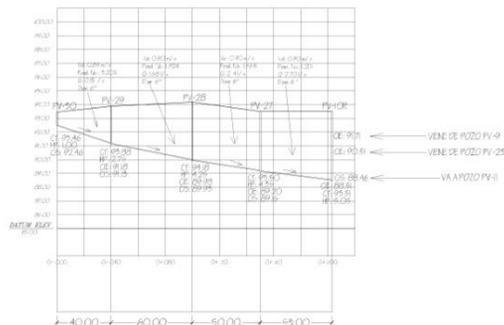
PLANTA PV-20 A PV-16

DRENAJE SANITARIO ALDEA LAS MINAS ESCALA 1:1000



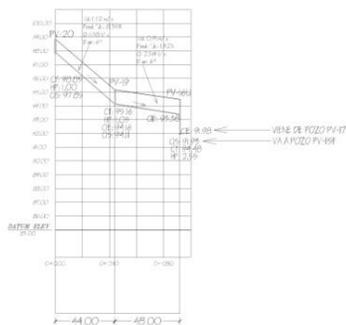
PLANTA PV-30 A PV-10R

DRENAJE SANITARIO ALDEA LAS MINAS ESCALA 1:1000



PERFIL PV-30 A PV-10R

DRENAJE SANITARIO ALDEA LAS MINAS ESCALA HORIZONTAL 1:1500 ESCALA VERTICAL 1:150



PERFIL PV-20 A PV-16

DRENAJE SANITARIO ALDEA LAS MINAS ESCALA HORIZONTAL 1:1500 ESCALA VERTICAL 1:150



PLANTA PV-15F A PV-31

DRENAJE SANITARIO ALDEA LAS MINAS ESCALA 1:1000



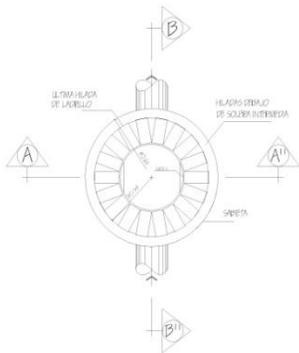
PERFIL PV-15F A PV-31

DRENAJE SANITARIO ALDEA LAS MINAS ESCALA HORIZONTAL 1:1500 ESCALA VERTICAL 1:150

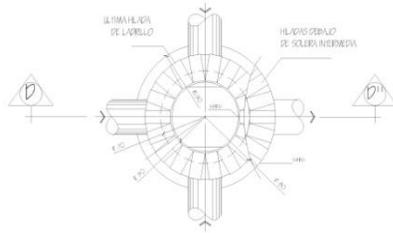
REFERENCIAS	
●	POZO DE VISTA EN PLANTA
○	TRAMO TUBERÍA EN PLANTA
—	TUBERÍA EN PERFIL
→	DIRECCION DE FLUJO
PV	INDICA NUMERO DE POZO
—	VIVIENDA FAMILIAR
CT	COTA DEL TERRENO
HP	ALTURA DE POZO DE VISTA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
↑	POZO DE VISTA EN PERFIL

TUBERÍA PVC NORMA ASIM 5054, LA ALTURA LOS DE POZOS, LAS COTAS Y LAS DISTANCIAS ESTÁN DADAS EN METROS Y LOS DIÁMETROS DE LA TUBERÍA EN PULGADAS

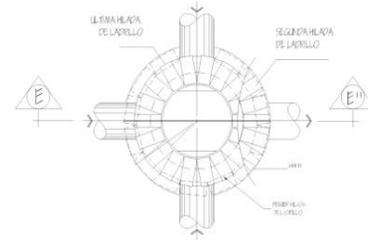
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE JIQUIPÁ			
PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO, ALDEA LAS MINAS, JIQUIPÁ	ESCALA:	INDICADA
FECHA:	2000	FECHA:	2000
CONTENIDO:	PLANTA - PERFIL	PLANO:	5
ELABORÓ:	ROBERTO MENDO GONZALEZ DOMERO	REVISÓ:	ROBERTO MENDO GONZALEZ DOMERO
Ing. Manuel Alfredo Amador Obispo		Alcalde Municipal	



POZO DE VISITA
SIN ESCALA



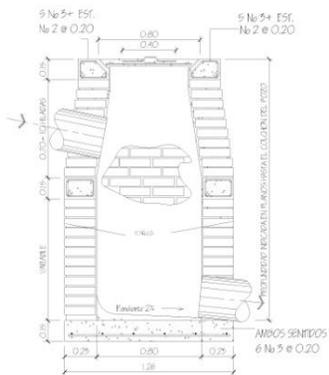
POZO DE VISITA
SIN ESCALA



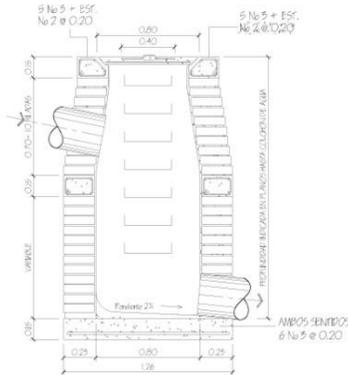
POZO DE VISITA
SIN ESCALA



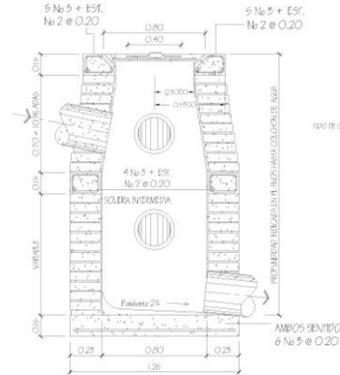
ESCALÓN
SIN ESCALA



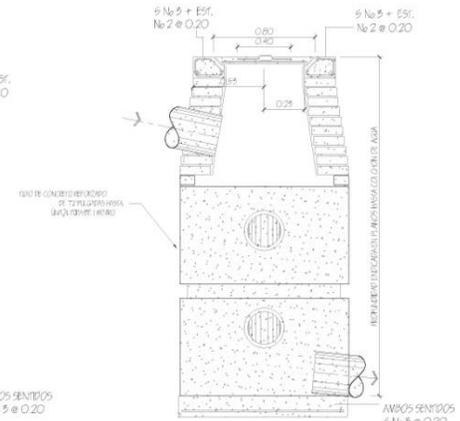
SECCIÓN A - A'
SIN ESCALA



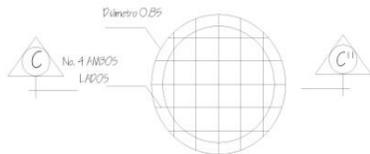
SECCIÓN B - B'
SIN ESCALA



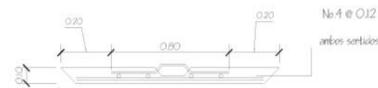
SECCIÓN D - D'
SIN ESCALA



SECCIÓN E - E'
SIN ESCALA

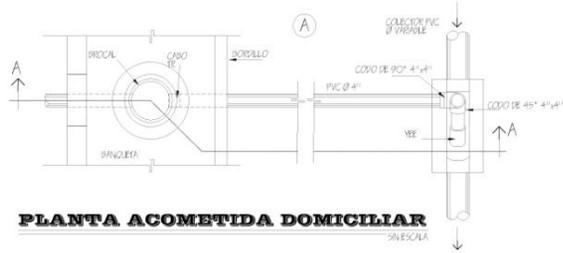


PLANTA TAPADERA PV.
SIN ESCALA

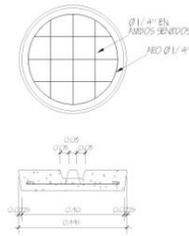


SECCIÓN C - C'
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE JUTIAPA		ESCALA:
		INDICIA: FECHA: 200
PROYECTO: DISEÑO SANITARIO, ALDEA LAS MINAS, JUTIAPA		PLANO No:
CONTENIDO: DETALLES DE POZO DE VISITA		6 / 9
DISEÑADO: ROBERTO WARD GONZALEZ BARRIO	VERIFICADO: ROBERTO WARD GONZALEZ BARRIO	
Ing. Municipal Roberto Armando Obispo		Alcalde Municipal



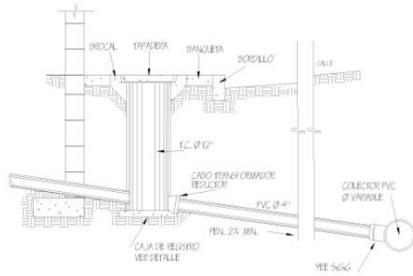
PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR
SIN ESCALA



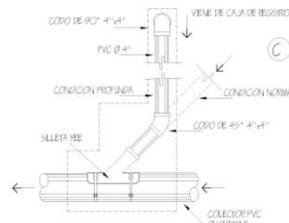
DETALLE DE TAPADERA
SIN ESCALA



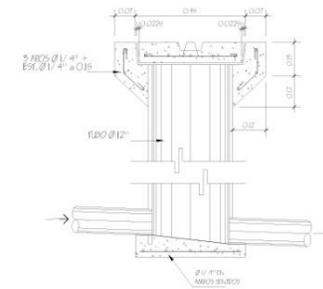
PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR
SIN ESCALA



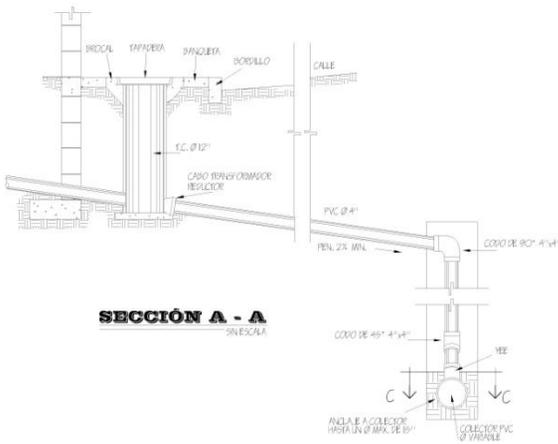
SECCIÓN B - B
SIN ESCALA



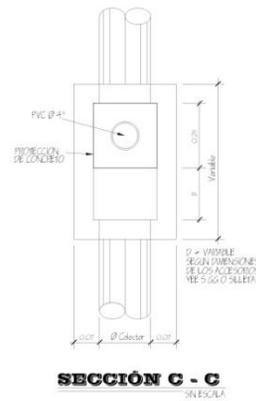
DETALLE
SIN ESCALA



DETALLE DE CANDELA DOMICILIAR
SIN ESCALA



SECCIÓN A - A
SIN ESCALA



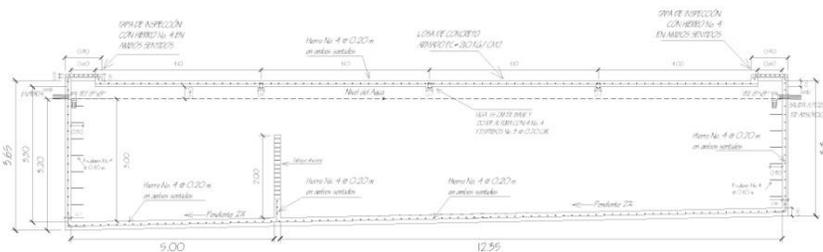
SECCIÓN C - C
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE JUTIPEA		ESCALA:	INCPER
		PROYECTO:	FECHA:
DRENAJE SANITARIO, ALDEAS LAS MUVAS, JUTIPEA		2010	
CONTENIDO: DETALLES DE ACOMETIDA DOMICILIAR		PLANO No:	
DISEÑO: ROBERTO MARIO GONZALEZ DOMINGO	DIBUJO: ROBERTO MARIO GONZALEZ DOMINGO	8	9
Ing. Manuel Wilson Amador Ochoa		Alvaro Humpal	



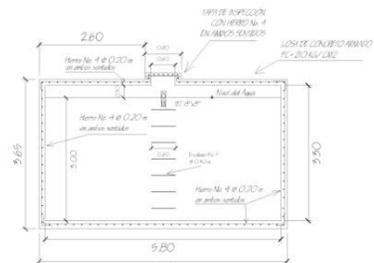
PLANTA POZO FOSA SÉPTICA

ESCALA 1/19



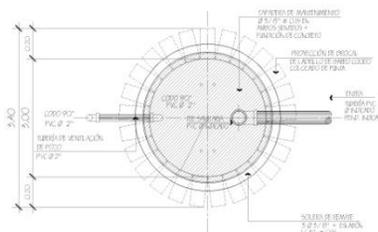
SECCIÓN DE FOSA A - A'

ESCALA 1/19



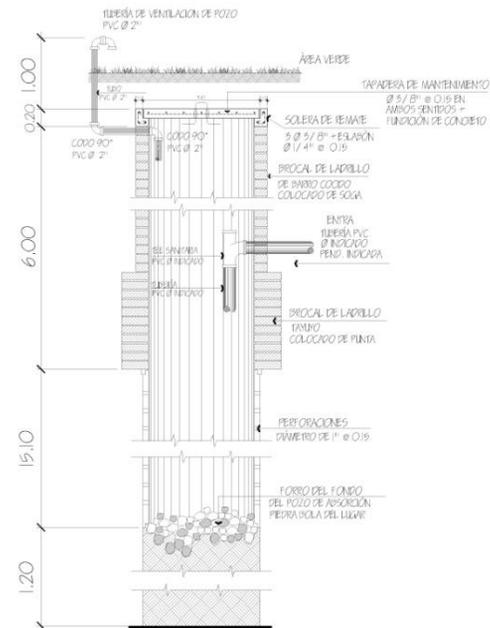
SECCIÓN DE FOSA B - B'

ESCALA 1/19



PLANTA POZO DE ABSORCIÓN

ESCALA 1/19



SECCIÓN POZO DE ABSORCIÓN

ESCALA 1/19

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE JUTIPEA		ESCALA:
		INPC/PA
PROYECTO:	DESARROLLO SANITARIO, ALDEA LAS MARIAS, JUTIPEA	FECHA:
		2010
CONTENIDO:	FOSA SÉPTICA Y POZO DE ABSORCIÓN	PLANO No.:
DISEÑO:	ROBERTO MARIO GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ	9
VALIDACIÓN:	ROBERTO MARIO GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ	9
Ing. Manuel Ríos de Amézquita Obispo		Alcalde Municipal