



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

“DISEÑO DE PAVIMENTO Y DRENAJE BARRIO LOS CIPRESALES; Y LÍNEA DE
CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA PANIMACAC, MUNICIPIO DE SAN JUAN
COMALAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO”

Boris Iván Ortiz López
Asesorado por Ing. Luís Alfaro Véliz

Guatemala, Marzo de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“DISEÑO DE PAVIMENTO Y DRENAJE BARRIO LOS CIPRESALES; Y
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA PANIMACAC,
MUNICIPIO DE SAN JUAN COMALAPA, DEPARTAMENTO DE
CHIMALTENANGO”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

BORIS IVÁN ORTIZ LÓPEZ

ASESORADO POR ING. LUÍS ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Oswaldo Escobar
EXAMINADOR:	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR:	Ing. Luís Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivonne 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 DE PAVIMENTO Y DRENAJE BARRIO LOS CIPRESALES; Y
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA PANIMACAC,
MUNICIPIO DE SAN JUAN COMALAPA, DEPARTAMENTO DE
CHIMALTENANGO”**,

tema que me fuera asignado por la dirección de Escuela de Ingeniería Civil con fecha 1 de Junio de 2005.

Boris Iván Ortiz López

AGRADECIMIENTOS

A:

DIOS

Por brindarme la fuerza para poder concluir esta meta, al El le debo todo.

MIS PADRES

Por su apoyo, amor, comprensión y consejo incondicional en todo momento de mi vida.

MI HERMANO

Por apoyo y cariño brindado en todo momento.

MI PRIMA

Alma Lizeth Rodríguez por su cariño y apoyo incondicional en todo momento.

ING. OSCAR ARGUETA

Por toda la ayuda brindada para poder culminar mi carrera

ING. LUIS ALFARO

Por toda la ayuda para poder finalizar con éxito este trabajo

**COLEGIO SALESIANO
DON BOSCO**

Por haberme proporcionado las bases para llegar hasta aquí.

**UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

Por permitir el convertirme en profesional

ACTO QUE DEDICO

A:

MIS PADRES

Juan Francisco Ortiz Archila
Josefina López Rodríguez de Ortiz

MI HERMANO

Juan Francisco Ortiz López

MIS SOBRINOS

Alejandro Y Dieguito

MIS AMIGOS

De ayer, hoy y siempre: Lenin, Víctor, Pablo,
José Luís, Leonel, Juan Pablo, Paolo, Mario,
Alfredo, Maria Andreé, Lisa y Allan.

MI TÍA

Ana Maria

ING. OSCAR ARGUETA

ING. LUIS ALFARO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTADO DE ABREVIATURAS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
1. MONOGRAFÍA	1
1.1. Generalidades.....	1
1.1.1. Ubicación Geográfica	1
1.1.2. Límites y Colindancias.....	3
1.1.3. Flora y Fauna.....	3
1.1.4. Suelo.....	4
1.1.5. Situación Socio-económica.....	5
1.1.5.1. Fuentes de Empleo.....	5
1.1.5.2. Nivel de Ingreso Familiar.....	5
1.1.5.3. Nivel de Pobreza.....	5
1.1.5.4. Demografía.....	5
1.1.5.5. Pertenencia Étnica.....	8
1.1.6. Servicio Públicos.....	8
1.1.6.1. Educación.....	8
1.1.6.2. Comunicación.....	10
1.1.6.3. Salud.....	11
1.1.6.4. Agua Potable y Disposición de Excretas y Basura.....	13
1.1.6.5. Transporte.....	14

2. DISEÑO DEL PAVIMENTO Y DRENAJE LOS CIPRESALES.....	15
2.1. Descripción del proyecto.....	15
2.2. Levantamiento Topográfico	15
2.2.1. Levantamiento Planimétrico	15
2.2.2. Levantamiento Altimétrico.....	16
2.3. Sistema de drenaje a Utilizar	16
2.4. Pozo de Filtración.	16
2.4.1. Procedimiento Para Pruebas de Filtración.....	17
2.4.2. Cálculo de Pozo de Filtración.....	19
2.4.3. Consideraciones de Construcción.....	20
2.5. Fosa Séptica.....	21
2.5.1. Funciones de las Fosas Sépticas.....	21
2.5.1.1. Eliminación de Sólidos.....	21
2.5.1.2. Tratamiento Biológico.....	22
2.5.1.3. Almacenamiento de cieno y natas.....	22
2.5.2. Localización.....	22
2.5.3. Efluente.....	23
2.5.4. Tubo de Entrada.....	24
2.5.5. Tubo de Salida.....	24
2.5.6. Dimensión.....	24
2.5.7. Generalidades.....	27
2.6. Estudio de Suelos	27
2.6.1. Análisis Granulométrico	27
2.6.2. Límites de Consistencia de Atterberg	31
2.6.2.1. Plasticidad.....	31
2.6.2.2. Límite Líquido.....	32
2.6.2.3. Límite Plástico	32
2.6.2.4. Índice de Plasticidad	32
2.6.3. Densidad Máxima y Humedad Óptima.....	33

2.6.4. Equivalente de Arena	37
2.6.5. Ensayo de Valor Soporte del Suelo	38
2.6.6. Análisis de los Resultados.....	40
2.7. Diseño del Pavimento	40
2.7.1. Definición de Pavimento	40
2.7.2. Descripción del Tipo de Pavimento a Utilizar	41
2.7.3. Calculo de Curvas Horizontales	42
2.7.3.1. Ejemplo de Calculo de una Curva Horizontal	43
2.7.4. Calculo de Curvas Verticales	44
2.7.4.1. Ejemplo de Calculo de una Curva Vertical.....	46
2.7.5. Dimensión del Pavimento.....	47
2.7.6. Cálculo de Cuneta.....	50
2.8. Maquinaria y Equipo a Utilizar.....	53
2.8.1. Compresores de Aire.....	53
2.8.2. Herramientas para Excavación.....	53
2.8.3. Herramientas para Perforación.....	53
2.8.4. Montacargas de Horquilla.....	53
2.8.5. Plumas Portátiles.....	53
2.8.6. Tractor.....	54
2.8.7. Tractor de Oruga.....	54
2.8.8. Trailas y Motor-Trailas.....	54
2.8.9. Moto Niveladoras.....	54
2.8.10. Compactadoras.....	55
2.8.11. Cargador Frontal.....	55
2.8.12. Retroexcavadora.....	55
2.8.13. Compactadota Pata de Cabra.....	55
2.8.14. Maquinaria para Acarreo de Materiales de Construcción.....	55

3. DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA PANIMACAC.....	57
3.1. Descripción del proyecto.....	57
3.2. Levantamiento Topográfico	57
3.2.1. Levantamiento Planimétrico	57
3.2.2. Levantamiento Altimétrico.....	58
3.3. Período de Diseño	58
3.4. Población para el Período de Diseño.....	59
3.4.1. Estimación de la Población por el Método Aritmético.....	59
3.4.2. Estimación de la Población por el Método Geométrico.....	60
3.5. Aforo de la fuente.....	60
3.6. Calidad del Agua	61
3.6.1. Análisis del Agua.....	61
3.6.1.1. Análisis Físico-Químico.....	62
3.6.1.2. Examen Bacteriológico.....	62
3.6.2. Análisis de los Resultados.....	62
3.7. Dotación.....	63
3.8. Caudal Medio	63
3.9. Línea de Conducción.....	64
3.9.1. Formula de Diseño.....	64
3.9.2. Diseño de la Línea de Conducción.....	65
3.10. Tanque de Distribución.....	69
3.10.1. Partes de un Tanque de Distribución.....	70
3.10.1.1. Deposito Principal.....	70
3.10.1.2. Caja de Válvulas de Entrada.....	70
3.10.1.3. Caja de Válvulas de Salida.....	70
3.10.1.4. Dispositivo de Desagüe y Rebalse.....	71
3.10.1.5. Ventilación.....	71
3.10.2. Volumen del Tanque de Distribución.....	71

3.10.3. Análisis del Muro del Tanque de Distribución.....	72
3.11. Captación.....	74
3.11.1. Componentes de la Captación.....	74
3.11.1.1. Filtro de Piedra.....	74
3.11.1.2. Caja de Captación.....	75
3.11.1.3. Dispositivo de Desagüe y Rebalse.....	75
3.11.1.4. Contracunetas.....	75
4. PRESUPUESTOS GENERALES DE LOS PROYECTOS.....	77
4.1. Análisis de costos.....	77
4.2. Costo Directo.....	79
4.3. Costo Indirecto.....	79
CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES.....	83
BIBLIOGRAFÍA.....	85
ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa de la Republica de Guatemala.....	1
2. Mapa del Municipio de San Juan Comalapa.....	2
3. Elementos De Curva Circular.....	42
4. Elementos De Curva Vertical.....	45
5. Resultados del programa Hcanales.....	52
6. Muro de Tanque de Distribución.....	72
7. Presiones pasivas en muro de tanque.....	73
8. Presiones activas en muro de tanque.....	73
9. Diagrama de áreas.....	73
10. Planta general Barrio Los Cipresales.....	111
11. Planta-Perfil Barrio Los Cipresales.....	112
12. Detalles pavimento Barrio Los Cipresales.....	113
13. Detalles fosa séptica Barrio Los Cipresales.....	114
14. Pozo de absorción Barrio Los Cipresales.....	115
15. Planta pozo de absorción Barrio Los Cipresales.....	116
16. Planta General Panimacac.....	117
17. Planta – Perfil 0+000 a 0+700 Panimacac.....	118
18. Planta – Perfil 0+660 a 1+360 Panimacac.....	119
19. Planta – Perfil 1+320 a 2+040 Panimacac.....	120
20. Planta – Perfil 2+000 a 2+596.59 Panimacac.....	121
21. Tanque de Distribución Panimacac.....	122
22. Perfil Tanque de Distribución Panimacac.....	123
23. Captación Panimacac.....	124

24. Paso aéreo Panimacac.....	125
-------------------------------	-----

TABLAS

I. Población Área Urbana San Juan Comalapa.....	6
II. Población Área Urbana/Rural San Juan Comalapa.....	6
III. Población Área Rural San Juan Comalapa.....	7
IV. Establecimientos Educativos a Cargo del Mineduc.....	8
V. Distancia de la Cabecera Municipal a las Aldeas y Caseríos.....	10
VI. Establecimientos para la atención de salud en el municipio.....	11
VII. Principales causas de consulta por enfermedad en el municipio de San Juan Comalapa.....	11
VIII. Principales causas de mortalidad en el municipio de San Juan Comalapa.....	12
IX. Otros datos de interés en salud en el municipio de San Juan Comalapa....	12
X. Agua Potable y Disposición de Excretas y Basura Área Urbana.....	13
XI. Agua Potable y Disposición de Excretas y Basura Área Rural.....	13
XII. Requisitos de absorción para residencias individuales.....	18
XIII. Contribución de aguas residuales por persona.....	25
XIV. Tiempos de retención.....	26
XV. Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos.....	26
XVI. Clasificación de Suelo Según % de C.B.R.	39
XVII. Valores de K Según Tipo de Curva.....	46
XVIII. Categoría de cargas por eje.....	49
XIX. Efectos de sub-base no tratado sobre los valores K.....	49
XX. Tipos de suelos de sub-rasante y valor aproximados de K.....	49
XXI. ADTT permisible, carga por eje categoría 1.....	50

XXII. Precipitación Estación Balanyá.....	50
XXIII. Aforo de Fuente	61
XXIV. Diámetros Internos Para Una Tubería de 250 psi.	67
XXV. Renglones de trabajo pavimento y drenaje Barrio Los Cipresales.....	77
XXVI. Resumen de integración de costos de pavimento y drenaje Barrio Los Cipresales.....	78
XXVII. Renglones de trabajo de la línea de conducción de agua potable de la Aldea Panimacac.....	78
XXVIII. Resumen de integración de costos de la línea de conducción de agua potable de la aldea Panimacac.....	79

LISTADO DE ABREVIATURAS

Km (kms)	Kilómetro (s)
M (mts)	Metro (s)
V	Velocidad de flujo a sección llena (m/seg.)
D	Diámetro de la sección circular (pulgadas)
S	Pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)
n	Coefficiente de rugosidad de Manning,
Pf	Población futura en fecha de estimación
Pa	Población actual
r	Tasa de incremento de población
m	Años de estimación
Hab	Habitantes
Seg	Segundo (s)
M ³	Metro(s) Cúbico(s)
Cu	Coefficiente de uniformidad
PI	Punto de intersección
PC	Punto donde comienza la curva circular simple
PT	Punto en donde termina la curva circular simple
?	Delta
G	Grado de curvatura
R	Radio
ST	Subtangente
CM	Cuerda máxima
PCV	Punto en donde comienza la curva vertical

PTV	Punto en donde termina la curva vertical
PSV	Punto cualquiera sobre la curva vertical
k	Variación de longitud por unidad de pendiente (parámetro)
F	Flecha, en metros
Zo	Elevación del PCV, en metros
Zx	Elevación de un PSV, en metros
tL	Población del censo posterior
tE	Población del censo anterior
tm	Fecha deseada
tl	Fecha del censo posterior
ti	Fecha de censo anterior
Dot	Dotación
Qm	Caudal medio
hf	Perdida de carga en metros
Long	Longitud de tubería en metros
C	Coeficiente de fricción (depende del material)
D	Diámetro Interno de la Tubería en pulgadas
Long	Longitud de tubería en metros
Q	Caudal en lts/seg
INE	Instituto Nacional de Estadística

GLOSARIO

Aforo	Consiste en la medición de flujos. Este flujo puede ser de líquido -/aguas de un río o líquido que circula por una conducción artificial cerrada o abierta/- o de otro tipo.
Agua potable	Aquella que no transmite enfermedades y está libre de concentraciones dañinas.
Aguas negras	El agua que se desecha después de haber servido para un fin, pueden ser: domésticas, comerciales e industriales.
Ángulo	Porción de plano determinada por dos semirrectas con origen común. Las semirrectas que lo forman se llaman lados del ángulo y el punto común, vértice.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde 0° a 360°.
Bacteria	Nombre que reciben los organismos unicelulares y microscópicos, que carecen de núcleo diferenciado y se reproducen por división celular sencilla.

Balasto	Es el material selecto que se coloca sobre la sub-rasante terminada de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir, que consta de material fino y grueso con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura.
Carretera	Vía de comunicación que por lo general mantiene la autoridad gubernamental o regional para el paso de vehículos, personas o animales. Las carreteras se pueden clasificar en varias categorías y según la importancia de los centros de población que comunican.
Caudal	Cantidad de Agua que emana o corre
Censo	Lista oficial de los habitantes de un pueblo o estado, con indicación de sus condiciones sociales, económicas, etc.
Compactación	Operación de aumentar la firmeza de un suelo, aumentando la densidad del material que lo compone por apisonamiento.
Cuneta	Zanja en los lados de un camino, para recibir las aguas llovedizas. Su sección transversal es variable, siendo comúnmente de forma triangular, trapezoidal y cuadrada.

Densidad	Relación entre la masa y el volumen de una sustancia; o entre la masa de una sustancia y la masa de un volumen igual de otra sustancia tomada como patrón.
Diámetro	Línea recta que pasa por el centro y dos puntos cualesquiera de la circunferencia del círculo o de la superficie de la esfera.
Distancia	Espacio o tiempo que media entre dos cosas o sucesos.
Excavación	Se refieren a desmontes, zanjas, hoyos, pozos o galerías subterráneas construidas cuidadosamente, ajustándose la línea y pendiente señaladas.
Flujo	Movimiento de las cosas líquidas o fluidas. Derrame o evacuación cuantiosa al exterior de un líquido.
Hermético	Que cierra una abertura de modo que no deja pasar el aire ni otra materia gaseosa.
Infiltración	Introducir gradualmente un líquido en los poros o intersticios de un cuerpo sólido.
Presión	Fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie.

PVC	Siglas con que se designa el policloruro de vinilo, $(CH_2 - CHCl)_n$, polímero sintético de adición que se obtiene por polimerización del cloruro de vinilo. Su masa molecular relativa puede llegar a ser de 1.500.000. El cloruro de vinilo, $CH_2 = CHCl$, es la materia prima para la preparación del PVC.
Radio	Segmento rectilíneo comprendido entre el centro de un círculo o una esfera y cualquier punto de la circunferencia del círculo o de la superficie de la esfera.
Rasante	Línea de una calle o camino considerada en su inclinación respecto del plano horizontal.
Suelo	Conjunto de partícula minerales, producto de la desintegración mecánica o de la descomposición química de rocas preexistentes.
Topografía	Representación de los elementos naturales y humanos de la superficie terrestre. Esta ciencia determina los procedimientos que se siguen para poder representar esos elementos en los mapas y cartas geográficas.
Tubería	Tubo empleado para transportar de un punto a otros líquidos, sólidos fragmentados o mezclas de líquidos y sólidos.

Válvulas

Dispositivo mecánico empleado para controlar el flujo de un gas o un líquido, o —en el caso de una válvula de retención— para hacer que el flujo sólo se produzca en un sentido.

RESUMEN

El presente trabajo de Graduación contiene en forma detallada el procedimiento que se llevó a cabo para el desarrollo de los proyectos de drenaje y pavimentación de la calle principal del Barrio Los Cipresales y la línea de conducción de agua potable, de la aldea Panimacac, del municipio de San Juan Comalapa del departamento de Chimaltenango.

El mismo contiene la monografía de dicho lugar en la que se presenta información sobre aspectos naturales, socio-culturales y de servicios públicos del municipio. Se presenta información general respecto el diseño de pavimento a utilizar en el proyecto, se detalla la información requerida para el diseño de un sistema de drenaje sanitario, el cual será individual para cada vivienda y se realiza un ejemplo, tanto del cálculo de la fosa séptica como de los pozos de infiltración a utilizar.

Además, contiene información general acerca una línea de conducción de agua potable, se describe paso a paso el procedimiento para el cálculo de dicha línea de conducción, asimismo, se presenta información sobre las partes que componen tanto del tanque de almacenamiento como de la captación de la fuente y el procedimiento de calculo del volumen del primero.

También, se tiene la integración de los presupuestos de cada proyecto

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es resultado del Ejercicio Profesional Supervisado prestado a la Municipalidad de San Juan Comalapa, departamento de Chimaltenango, como un aporte de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Consiste en el diseño del pavimento y drenaje Barrio Los Cipresales y línea de conducción de agua potable de la aldea Panimacac.

Actualmente, la cabecera municipal de San Juan Comalapa cuenta solamente con una entrada y salida a la misma, por lo cual se produce un serio problema de congestionamiento, con la pavimentación del Barrio Los Cipresales, se tendrá una salida alterna que conecta el centro de la cabecera municipal con la carretera que se dirige hacia el municipio de Zaragoza y a la carretera CA-1 y, a su vez, dado que esta salida alterna cuenta con viviendas a sus orillas, se construirá el sistema de drenaje sanitario, para bienestar de la población.

También, se pretende mejorar la calidad de vida de los habitantes de la aldea Panimacac proporcionándoles una nueva línea de conducción de agua potable, con lo cual se mejorará este servicio, dado que la actual línea de conducción no es funcional.

En el capítulo I se presenta una breve monografía del municipio de San Juan Comalapa, en el capítulo II se presenta una investigación bibliográfica y desarrollo del proyecto de pavimentación y drenaje del Barrio Los Cipresales, en el capítulo III se presenta una investigación y desarrollo del proyecto de la línea de conducción de agua potable de la aldea Panimacac y en el capítulo IV se presentan los presupuestos generales de cada proyecto.

OBJETIVOS

? **General**

Contribuir al mejoramiento del nivel de vida tanto de la población de la cabecera municipal como de la Aldea Panimacac, presentando los diseños mas adecuados para los proyectos asignados, tanto en su funcionamiento como en lo económico, para que se pueda llevar acabo la pronta ejecución de estos.

? **Específicos**

1. Diseñar un sistema de drenaje adecuado para evitar los problemas sanitarios en el Barrio Los Cipresales.
2. Diseñar el pavimento rígido del Barrio Los Cipresales para proporcionarle una salida alterna a la cabecera municipal de San Juan Comalapa.
3. Diseñar una línea de conducción de agua potable para mejorar el servicio con el que actualmente cuenta la Aldea de Panimacac.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN COMALAPA

1.1 Generalidades

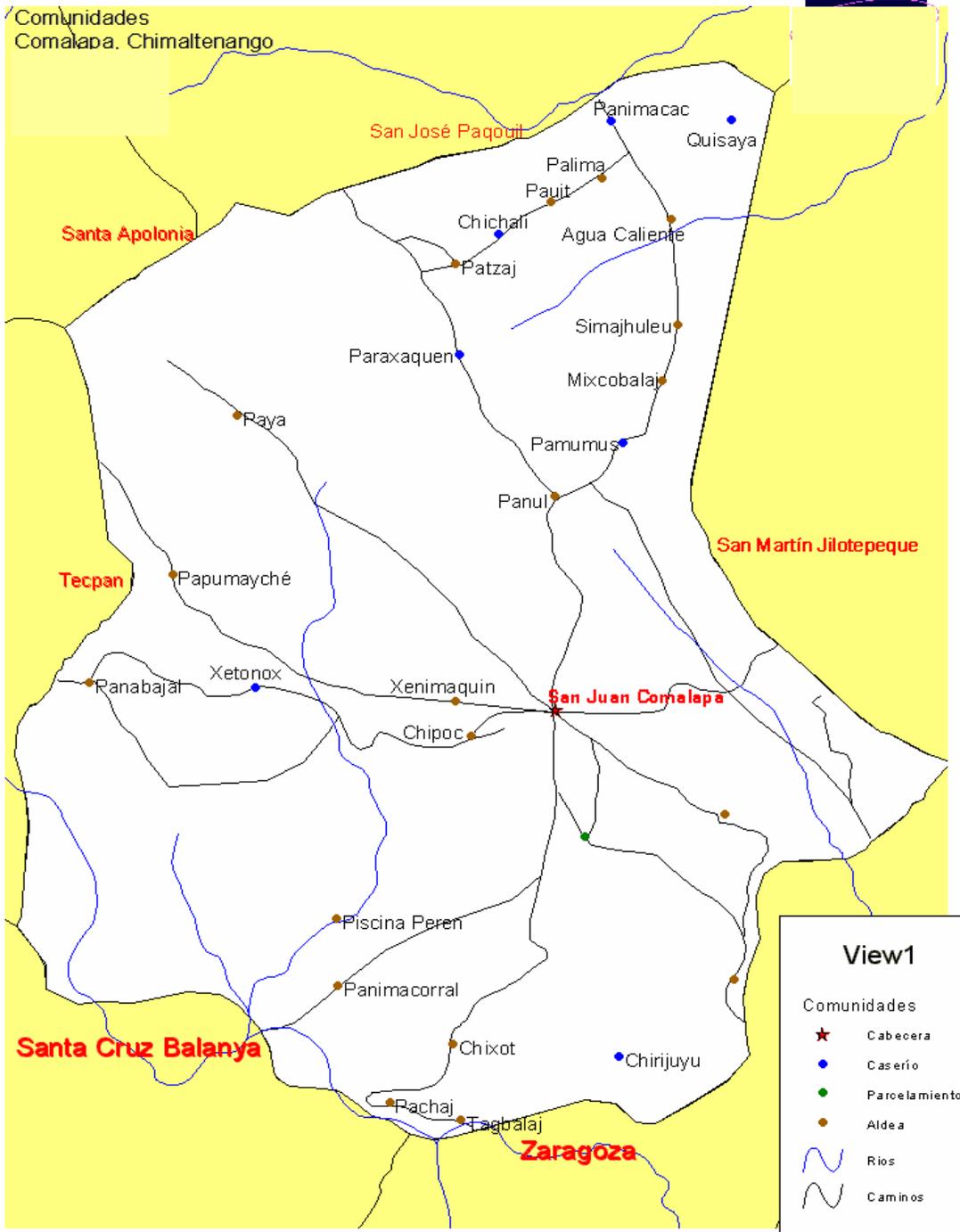
1.1.1 Ubicación geográfica

San Juan Comalapa está ubicado al nor-occidente del departamento de Chimaltenango a 28 kilómetros de la cabecera departamental y a 82 kilómetros de la ciudad capital. Extensión territorial 76 Km². Altura sobre el nivel del mar Aproximadamente 2,150 metros. Clima Templado.

Figura 1. Mapa de la República de Guatemala



Figura 2. Mapa del Municipio de San Juan Comalapa



1.1.2 Limites y colindancias

Al norte con San José Poaquil y San Martín Jilotepeque. Al Sur con Zaragoza, Santa Cruz Balanyá y Chimaltenango. Al Este con San Martín Jilotepeque. Al Oeste con Tecpán Guatemala, Santa Apolonia y San José Poaquil.

Todos los municipios limítrofes pertenecen al departamento de Chimaltenango.

1.1.3 Flora y fauna

Bosques: Comalapa cuenta con una de diversidad de bosques como son: coníferas, latifoliadas y mixtas.

Flora: Se denomina así al conjunto de plantas de un país. La flora de San Juan Comalapa es muy rica ya que cuenta con grandes extensiones de bosque con plantaciones como pino, encino, ciprés, palo blanco entre otros, cuenta con flores como gladiolas, crisantemos, claveles, rosas, margaritas entre otras, plantas medicinales como pericón, ruda, romero entre otras.

Fauna: Se le denomina al conjunto de animales que pueblan una región determinada y que se encuentra distribuida en base a factores fundamentales que son el clima y la vegetación. La fauna siempre a constituido un medio de subsistencia de primordial importancia para el hombre de San Juan Comalapa pero los modos de utilizarla han variado enormemente, hace alguno años el factor fundamental para poder vivir fue la caza, la fauna se fue acabando hasta desaparecer y fue substituida por el pastoreo, hoy día la cacería es una diversión y un deporte y solo es utilizada para la adquisición de pieles.

Para mayor conocimiento se enumeran las diferentes especies de animales existentes: el conejo la ardilla el gato monte, coyotes, tigrillos, armados, zorros, venados, chocoyos, tecolotes, quetzalitos, guarda barrancos, aves cantoras palomas, torcaza y otras

1.1.4 Suelo

La topografía es generalmente accidentada registrando alternativamente elevaciones onduladas profundos barrancos y planicies, se encuentra en las tierras altas volcánicas. Desde el punto de vista geológico, comprende especialmente al terciario volcánico, en donde se incluyen rocas volcánicas sin dividir y en algunos casos depósitos volcánicos del cuaternario.

Se han involucrado en esta región algunas tierras sobre material intrusivos, principalmente granitos y dioritas; lo anterior se da como consecuencia de las evidencias encontradas en similitud de condiciones de cada una de las regiones.

El material geológico, se conforma de rocas volcánicas sin dividir, predominantemente Mioplioceno, incluye todos los suelos colados de lava, material lahàrico y sedimentarios volcánicos del periodo terciario. En cuanto a la génesis de los suelos son desarrollados sobre ceniza volcánica a elevaciones altas. Los suelos son de color café, pseudo alpinos de textura franco arcilloso para los suelos superficiales, siendo ligeramente ácidos y de un espesor que varia. Los sub-suelos son de textura franco arcillosa, ligeramente ácidos, color café rojizo, que llegan hasta un metro de profundidad y más. Estos suelos no contienen cuarzo en esta región la mayor parte de las tierras están cubiertas por cultivos agrícolas anuales y permanentes y tierra forestales de producción. Los suelos identificados son: arenoso, humífero y limoso.

1.1.5 Situación socio-económica

1.1.5.1 Fuentes de empleo:

Fuentes permanentes de empleo no existen en el municipio. La mayoría de las personas se dedican a la producción agrícola familiar y artesanal. En términos porcentuales las actividades se presentan así: al comercio, agricultura 60%, artesanía 20%, comercio 20%.

1.1.5.2 Nivel de Ingreso Familiar:

Las actividades que generan ingresos en el municipio son principalmente la agricultura, artesanía y comercio.

Agricultura	30%
Artesanía	30%
Comercio	20%
Otros	20%

En el municipio no se cuenta con fuentes de empleo suficientes, como alternativa recurren a emigrar a la Ciudad Capital y sobre todo fuera del país.

1.1.5.3 Nivel de pobreza:

El porcentaje de pobreza en el municipio es de 57.21% y el porcentaje de pobreza extrema es de 9.77 % (Estudio realizado por el Centro de Salud del Municipio)

1.1.5.4 Demografía

Censo poblacional, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), del departamento de Chimaltenango, donde observamos que San Juan Comalapa es el quinto municipio más poblado, después de Chimaltenango (cabecera departamental), Tecpán, San Martín Jilotepeque y Patzún con 35,441 habitantes y 7,856 viviendas

Los siguientes datos fueron proporcionados por el Centro de Salud de San Juan Comalapa, aunque no coincidan plenamente con los del INE son absolutamente fiables dado que están extraídos de la visita diaria a las comunidades.

Tabla I. Población área urbana San Juan Comalapa

Categoría	Nombre	Nº habitantes
CABECERA MUNICIPAL	SAN JUAN COMALAPA	20,047

Total habitantes Área Urbana: 20,047

Tabla II. Población área urbana/rural San Juan Comalapa

Categoría	Nombre	Nº de habitantes
Caserío	Chuacaña	97
Caserío	Chuaquixali	107
Caserío	Chuasij	896
Caserío	Manzanillo	788
Colonia	Las Victorias	620
Caserío	Las Tomas	421
Caserío	Paxan	383
Caserío	Paxot	258
Barrio	Tzanjuyú	368
Colonia	San Juan	201
Caserío	Xetuneyché	236

Total habitantes Área Urbana/Rural: 4,375

Tabla III. Población área rural San Juan Comalapa

Categoría	Nombre	Nº de habitantes
Caserío	Agua Caliente	931
Caserío	Chichali	329
Caserío	Chirijuyu	149
Caserío	Chimiya	124
Parcelamiento	Cojoljuyu	886
Aldea	Pachitur	253
Caserío	San Juan Palima	449
Caserío	Pamumus	753
Aldea	Panabajal	3,509
Caserío	Panicuy	149
Aldea	Panimacac	298
Aldea	Paquixic	1,066
Aldea	Paraxaj	470
Caserío	Paraxaquen	69
Aldea	Patzaj	982
Caserío	Pavit	413
Caserío	Payá	274
Caserío	Quisaya	364
Aldea	Simajhuleu	1,986
Aldea	Xenimaquin	513
Caserío	Xetonox	512
Aldea	Xiquin Sanahi	651

Total habitantes Área Rural: 15,021

Habitantes De San Juan Comalapa	
Área	Habitantes
<i>Urbana</i>	20,047
<i>Periurbana</i>	4,375
<i>Rural</i>	15,021
Total	39,443

1.1.5.5 Pertenencia Étnica:

En cuanto a la pertenencia étnica, en San Juan Comalapa un 93% de la población es maya kaqchikel y un 7% es ladina o no indígena.

1.1.6 Servicios públicos

1.1.6.1 Educación

Tabla IV. Establecimientos educativos a cargo del Mineduc

Lugar	Pain	Párvulos	Preprimaria Bilingüe	Primaria	Básico	Diversificado
Agua Caliente				X		
Xiquin Sanahí			X	X	X	
Simajhuleu			X	X	X	
Panimacac			X	X		
Patzaj	X	X	X	X	X	
Pavit			X	X		
Quisayá			X	X		

Continuación

Lugar	Pain	Párvulos	Preprimaria Bilingüe	Primaria	Básico	Diversificado
Xenimaquin			X	X		
Pachitur			X	X		
Panabajal		X	X	X	X	
Payá	X		X	X		
Pamumus			X	X		
Cantonal			X	X		
Chichalí			X	X		
Palima			X	X		
Xetonox			X	X		
Cojol Juyú	X	X		X		
Paquixic				X		
Paraxaj				X		
Panicux				X		
Panimab'ey				X		
Las Tomas		X		X		
Comalapa		X		X	X	X

Además de estos centros educativos, en Paraxaquen funciona una escuela del Programa Nacional de Autogestión Educativa -PRONADE- a la que asisten aproximadamente 35 alumnos.

Población Escolar: número de estudiantes matriculados en establecimientos a cargo del Mineduc

Continuación

CICLO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
PAIN	92	96	188
PÁRVULOS	105	130	235
PREPRIMARIA BILINGÜE	202	192	394
PRIMARIA	2,891	2,651	5,542
BÁSICO	608	509	1,117
DIVERSIFICADO	101	76	177
TOTAL	3,999 (52.25%)	3,654(47.75%)	7,653

1.1.6.2 Comunicación

De la cabecera municipal a la cabecera departamental 28 Kilómetros de carretera asfaltada; de la cabecera municipal a la ciudad capital es de 82 Kilómetros carretera asfaltada totalmente.

Tabla V. Distancia de la cabecera municipal a las aldeas y caseríos.

Aldeas	Distancia Km.	Caseríos	Distancia Km.
Panabajal	7	Panimacac	18
Xetonox	7	Quisaya	14
Simajhuleu	12	Pavit	11
Paquixic	7	Chichali	11
Agua Caliente	14	Palima	13
Patzaj	9	Manzanillo	1
Cojol Juyù	2	Payà	8
Pamumus	5	Panicuy	13
Xiquin Sanahì	7	Chimiyà	2
Xenimaquin	4	Paraxaquèn	6
Paraxaj	11		
Pachitur	6		

Además en la cabecera municipal se cuentan con los servicios de telecomunicaciones, teléfonos, correo, Internet y cable.

1.1.6.3 Salud

Tabla VI. Establecimientos para la atención de salud en el municipio.

TIPO DE ESTABLECIMIENTO	NÚMERO	UBICACIÓN
Centro de Salud Tipo "B"	1	San Juan Comalapa
Puesto de Salud	7	Paraxaj, Pamumus, Panabajal, Patzaj Xiquín Sanahí, Paquixic Simajhuleu
Unidad mínima de Salud	2	Las Victorias, Pachitur

Tabla VII. Principales causas de consulta por enfermedad en el municipio de San Juan Comalapa

Enfermedad	Nº de casos	Porcentaje
Anemia	1,059	8.57%
Enfermedad de la piel	927	7.49%
Enfermedad péptica	860	6.95%
Amebiasis	617	4.97%
Parasitosis intestinal	406	3.28%
Cefalea	348	2.81%
Desnutrición	260	2.11%
Infección del tracto urinario	153	1.24%
Dolor muscular	94	0.76%
Neuralgia	70	0.56%
Resto de causas	7,580	61.26%
Total	12,374	100%

Tabla VIII. Principales causas de mortalidad en el municipio de San Juan Comalapa

Enfermedad	Porcentaje
bronconeumonía	25.51%
Senilidad	12.25%
Diabetes	5.10%
Etilismo crónico	4.59%
Diarrea	4.59%
Úlcera gástrica	4.09%
Deshidratación	3.57%
Sepsis neonatal	3.06%
Muerte súbita	3.06%
Desnutrición	2.55%
Resto de causas	31.63%
Total	100%

Tabla IX. Otros datos de interés en salud en el municipio de San Juan Comalapa

Total nacimientos año 2002	1,090
Mortalidad infantil (número de muertes, año 2002)	44
Tasa de mortalidad infantil	4.04%
Número de Vigilantes de la Salud	172
Número de Comadronas Adiestradas (CAT)	66

1.1.6.4 Agua potable y disposición de excretas y basura

Tabla X. Agua potable y disposición de excretas y basura área urbana

SERVICIO	Nº de viviendas
Nº viviendas con acceso a agua	3,622
Nº viviendas con letrina y/o inodoro	6,630
Nº viviendas con servicio de alcantarillado	3,259

CARENCIA DE SERVICIOS	Nº de viviendas
Nº viviendas sin acceso a agua	4,199
Nº viviendas sin letrina y/o inodoro	1,191
Nº viviendas sin servicio de alcantarillado	4,562

Área Rural

Tabla XI. Agua potable y disposición de excretas y basura área rural

Forma de abastecimiento	Nº de viviendas
Chorro propio	1,945
Chorro comunitario	371
Pozo propio	592
Pozo comunitario	751
Río	87
Otros	112

Disposición de excretas

Forma de disposición	Nº de viviendas
Con letrina / inodoro	3,136
Otro medio inadecuado	570

Disposición de basuras

Modo de disposición	Nº de viviendas
Adecuado	2,669
Inadecuado	1,046

1.1.6.5 Transporte

El transporte terrestre cuenta con servicio de buses extra-urbanos, a partir de las 3:00 horas comienza el movimiento comercial cada 30 minutos los buses que tiene salida hacia la capital y cada media hora ingresan de la capital. La carretera de acceso principal al municipio esta asfaltada y beneficia a todo el municipio, cuenta con 4 empresas de autobuses los cuales son: Rutas Figueroa, Rutas San Juan, Rutas Maya, Rutas Corona.

2. DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SISTEMA DE DRENAJE BARRIO LOS CIPRESALES

2.1 Descripción del proyecto

En el presente capítulo se desarrollan los proyectos de pavimentación y drenaje sanitario. En lo referente al drenaje sanitario se presenta el diseño y el tratamiento de aguas negras por medio de fosas sépticas y pozos de absorción. Asimismo, con respecto a la pavimentación se presentan las propiedades con las que debe cumplir el suelo y el método de diseño de curvas horizontales como verticales.

2.2 Levantamiento topográfico

La realización de un levantamiento topográfico es la base de todo diseño, ya que por medio de este se pueden obtener la descripción y delineación detallada tanto en planta como en elevación de una línea seleccionada preliminarmente.

2.2.1 Levantamiento planimétrico

El levantamiento planimétrico consiste en el conjunto de trabajos que son necesarios para la obtención de todos los datos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra y que toma un punto de referencia, para su orientación, el norte magnético generalmente. En el levantamiento planimétrico del proyecto se utilizó el método de deflexiones simples, el cual consiste en fijar el aparato en una estación previamente seleccionada, colocar el limbo de este en $0^{\circ}00'00''$, hacer la observación hacia la siguiente estación.

Luego se posiciona el aparato en la estación observada, en posición II (vuelta de campana) se observa la estación anterior, luego se regresa a posición I, el aparato se coloca en $0^{\circ}00'00''$, y se procede a ver la siguiente estación.

2.2.2 Levantamiento altimétrico

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existente entre puntos de un terreno, para ello es necesario medir distancias verticales ya sea directa o indirectamente, a todo este procedimiento se le llama nivelación.

2.3 Sistema de drenaje a utilizar

Dada la cantidad de habitantes a servir, y a que no existe el espacio suficiente para construir un sistema de tratamiento apropiado para esta cantidad de personas, se construirán pozos de absorción y fosas sépticas individuales para cada vivienda.

2.4 Pozo de filtración

El pozo de filtración es un pozo cubierto, cuyo revestimiento esta diseñado para permitir que el agua negra tratada se filtre dentro del suelo vecino. Los pozos de filtración, jamás deben de usarse donde exista posibilidad de contaminar aguas subterráneas

Es importante que la capacidad del pozo de filtración se calcule sobre pruebas de filtración ejecutadas. Los estratos de subsuelo en donde los coeficientes de filtración excedan de 30 minutos por cada 2.5 cm no deben incluirse en el cálculo del área de absorción

2.4.1 Procedimiento para pruebas de filtración

Las pruebas de filtración ayudan a determinar la aceptabilidad del sitio y establecen las dimensiones de diseño del sistema subterráneo de eliminación.

- a) Excave o perfore un pozo de dimensiones horizontales de 10 a 30 cm y lados verticales, hasta la profundidad propuesta, con objeto de acortar el tiempo, el trabajo y el volumen de agua requerido para la prueba.
- b) Rasque cuidadosamente el fondo y las paredes del agujero con el filo de un cuchillo o un instrumento punzo cortante, para remover cualquier superficie de suelo remodelado y proporcionar una interfase natural del suelo en la cual pueda filtrarse el agua. Retire todo el material suelto del agujero, agregue 5 cm de arena gruesa o grava fina para proteger el fondo contra socavaciones y sedimentos
- c) En el transcurso de la prueba llene cuidadosamente el agujero con agua limpia a una profundidad mínima de 30 cm sobre la grava. En la mayoría de los suelos es necesario rellenar el agujero, añadiendo una reserva de agua, para mantener el agua en el agujero durante 4 horas cuando menos y preferentemente durante la noche.

- d) Determine la tasa de filtración 24 horas después que el agua ha sido colocada por primera vez en el agujero. Este procedimiento es para asegurar que el suelo ha tenido amplia oportunidad de expandirse y acercarse a la condición en la que se encontrará en durante la estación mas húmeda del año.
- e) Las mediciones de la tasa de filtración deben ejecutarse al día siguiente de aplicar el procedimiento descrito anteriormente.
- f) Si el agua no permanece en el agujero después del periodo nocturno de expansión, añada agua limpia hasta que la profundidad del agua quede aproximadamente a 15 cm sobre la grava. Desde un punto de referencia fijo, mida el descenso del nivel de agua a intervalos de 30 minutos aproximadamente, durante 4 horas, añadiendo 15 cm sobre la grava cuando se necesario, el descenso que ocurre durante el periodo final de 30 minutos se usa para calcular la tasa de filtración.

Tabla XII. Requisitos de absorción para residencias individuales

Tasa de Filtración (Tiempo requerido para que el agua baje 2.5 cm, en minutos)	Área de absorción requerida en metros cuadrados por dormitorio
1 o menos	6.5
2	7.9
3	9.3
4	10.7
5	11.6
10	15.3
15	17.7
30	23.2
45	27.9
60	30.7

2.4.2 Cálculo de pozo de infiltración

En este proyecto se tiene una tasa de infiltración de 2.5 cm en 15 minutos y un promedio de 5 habitantes por vivienda. De acuerdo con la tabla XII se requerirá un área de absorción de $5 * 17.7 = 88.5 \text{ m}^2$

Sea h = profundidad del pozo en metros

D_p = Diámetro del pozo en metros

Tenemos:

$$p \times D_p \times h = 88.5 \text{ m}^2$$

$$D_p = 2.00 \text{ metros}$$

$$3.14 \times 2.00 \times h = 88.5 \text{ m}^2$$

Despejando h

Profundidad del pozo = 14 metros.

Dada la profundidad del pozo, se puede incrementar el número de pozos, de la siguiente manera.

$$2 \times 3.14 \times 2 \times h = 88.5 \text{ m}^2$$

Profundidad de cada pozo = 7 metros.

Los pozos de infiltración deben de estar separados por una distancia igual a tres veces el diámetro del pozo mayor, para pozos mayores de 6 m de profundidad, el espacio mínimo entre pozos deberá de ser de 6 m.

2.4.3 Consideraciones de construcción

El Suelo es susceptible a sufrir daño durante la excavación. El excavar en suelos húmedos debe evitarse, en lo posible. Los dientes cortadores en equipo mecánico deben mantenerse afilados. Los pozos hechos con barreno de cuchara deben rimarse a un diámetro mayor que el del cucharón. Todo material suelto debe retirarse de la excavación.

Los pozos deben de ser llenados con grava limpia a una profundidad de 30 cm arriba del fondo del pozo, para proporcionar una cimentación sana para el recubrimiento lateral. Los materiales preferentes para el revestimiento son ladrillos de arcilla o concreto, adoquines o anillos. Los ladrillos o adoquines deben colocarse normalmente, para formar una pared de 10 cm.

Las líneas de conexión deben ser de un material resistente semejante al usado en la conexión de la casa a la fosa séptica.

Si se usan pozos múltiples, o si en las eventuales reparaciones se añaden pozos al sistema existente, deben conectarse en serie.

Los pozos de filtración abandonados deben de llenarse con tierra o roca.

2.5 Fosa séptica

Una fosa séptica es un receptáculo estanco, diseñado y construido para recibir la descarga de aguas negras del alcantarillado de una vivienda, separar los sólidos de los líquidos, digerir la materia orgánica y almacenar sólidos digeridos durante un periodo de retención y permitir a los líquidos clarificados sean descargados para su eliminación final.

2.5.1 Funciones de las fosas sépticas

Los desperdicios líquidos del hogar no tratados (aguas negras), rápidamente atascarían hasta las formaciones más porosas de grava. La fosa condiciona al agua negra para que puedan filtrarse más fácilmente en el subsuelo. Por tanto, la función más importante de una fosa séptica es proporcionar protección a la capacidad absorbente del suelo.

Tres funciones tienen lugar dentro de la fosa para proporcionar esta protección:

2.5.1.1 Eliminación de sólidos

El atascamiento del suelo con el efluente de la fosa varía directamente con la cantidad de sólidos suspendidos en el líquido. A medida que el agua negra procedente del alcantarillado de la vivienda entra en la fosa séptica, su velocidad del flujo se reduce de tal forma que los sólidos mayores se hunden al fondo o suben a la superficie. Estos sólidos se retienen en el depósito y el efluente clarificado es descargado.

2.5.1.2 Tratamiento biológico

Los sólidos o líquidos en la fosa son sometidos a descomposición por procesos naturales y bacteriológicos. Las bacterias presentes son de la variedad llamada anaerobia que prosperan en la ausencia de oxígeno libre. Esta descomposición o tratamiento de aguas negras en condiciones anaerobias es llamada séptica, de aquí el nombre de la fosa. El agua negra que ha sido sujeta a tal tratamiento causa menos atascamientos que el agua negra no tratada que contenga la misma cantidad de sólidos en suspensión.

2.5.1.3 Almacenamiento de cieno y natas

Cieno es una acumulación de sólidos en el fondo de la fosa, mientras que las natas son un conjunto, parcialmente sumergido, de sólidos flotantes que pueden formarse en la superficie del líquido dentro de la fosa.

Cieno y natas, en un menor grado, serán digeridas y compactadas a un menor volumen. Sin embargo, por eficiente que sea el proceso, siempre permanecerá un residuo sólido de material inerte. Debe de haber espacio en la fosa para almacenar este residuo durante el intervalo entre limpiezas, de otra forma, el cieno y las natas podrían ser expulsados finalmente del depósito y podrían obstruir el sistema de eliminación.

2.5.2 Localización

Las fosa sépticas deben localizarse donde no puedan provocar contaminación del algún pozo, manantial u otra fuente de abastecimiento de agua. Las fosas no deben de estar a menos de 15 m de cualquier fuente de abastecimiento de agua, mayores distancias son preferibles donde sea posible.

La fosa séptica no debe localizarse a menos de 1.5 m de cualquier edificio, ya que pueden ocurrir daños estructurales durante la construcción o las filtraciones pueden llegar al sótano. La fosa no debe localizarse en zonas pantanosas ni en áreas sujetas a inundaciones. Debe considerarse la localización desde el punto de vista de limpieza y mantenimiento.

2.5.3 Efluente

Contrariamente a la creencia popular, las fosas sépticas no efectúan en alto grado la eliminación de bacterias. Aunque las aguas negras experimentan tratamiento al pasar por la fosa, eso no significa que se eliminen agentes infecciosos, por lo tanto, el efluente de una fosa séptica no pueden considerarse potable. El líquido que se descarga de la fosa séptica, en cierto aspecto es peor que el que entra, es séptico y maloliente. Esto sin embargo no demerita la función de la fosa.

El tratamiento posterior del efluente, incluyendo la eliminación de agentes patógenos, se efectúa al filtrarse a través del suelo. Las bacterias productoras de enfermedades morirán, con el tiempo, en el medio ambiente desfavorable que ofrece el suelo. Además, las bacterias son también eliminadas por ciertas fuerzas físicas durante la filtración. Esta combinación de factores da por resultado una eventual purificación del efluente de aguas negras.

2.5.4 Tubo de entrada

La plantilla del tubo de entrada debe penetrar en la fosa, cuando menos 7.5 cm arriba del nivel del líquido para permitir una elevación momentánea del nivel del líquido durante la descarga de aguas.

2.5.5 Tubo de salida

Es importante que el dispositivo de salida penetre lo suficiente, bajo el nivel del líquido, en la fosa séptica, para proporcionar un balance entre el volumen de almacenamiento del cieno y de las natas, de otra forma se pierde parte de la ventaja de capacidad.

2.5.6 Dimensión

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.

Para el cálculo del volumen útil de la fosa séptica se recomienda el siguiente criterio

$$Vu = 1000 + Nc * (C * T + K * Lf)$$

Donde:

Vu = Volumen útil de la fosa séptica.

Nc = Número de contribuyentes.

C = Contribución de aguas residuales por contribuyente.

T = Tiempo de retención.

K = Tasa de acumulación de lodo digerido en días, equivalente al tiempo de acumulación de lodo fresco.

Lf = Contribución de lodo fresco.

Tabla XIII. Contribución de aguas residuales por persona

Predio	Unidades	Contribución de aguas residuales C y lodo fresco Lf (L/día)	
		C	Lf
Ocupantes permanentes			
Residencia			
Clase alta	persona	160	1
Clase media	persona	130	1
Clase baja	persona	100	1
Hotel (excepto lavandería y cocina)	persona	100	1
Alojamiento provisional	persona	80	1
Ocupantes temporales			
Fábrica en general	persona	70	0.3
Oficinas temporales	persona	50	0.2
Edificios públicos o comerciales	persona	50	0.2
Escuelas	persona	50	0.2
Bares	persona	6	0.1
Restaurantes	comida	25	0.01
Cines, teatros o locales de corta permanencia	local	2	0.02
Baños Públicos	tasa sanitaria	480	4

Tabla XIV. Tiempos de retención

Contribución diaria (L)	Tiempo de retención	
	días	horas
Hasta 1,500	1	24
de 1,501 a 3,000	0.92	22
de 3,001 a 4,500	0.83	20
4,501 a 6,000	0.75	18
6,001 a 7,500	0.67	16
7,501 a 9,000	0.58	14
mas de 9,001	0.5	12

Tabla XV. Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos

Intervalo de limpieza (años)	Valores de K por intervalo de temperatura ambiente (t) en °C		
	t = 10	10 = t 20	t = 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

En el diseño de las fosas utilizadas en el Barrio los Cipresales se utilizaron los siguientes valores:

$N_c = 5$ personas

$C = 100$ lts/hab/día

$T = 1$ (24 horas)

$K = 145$ (un intervalo de limpieza de 3 años a una temperatura ambiente entre 10 y 20 °C)

$L_f = 1$ lts/hab/día

$$V_u = 1000 + 5 * (100 * 1 + 145 * 1) = 2225 \text{ lts} = 2.225 \text{ m}^3$$

Se tomó una altura útil de 1.80 m, un longitud de 1.65 m y un ancho de 0.80 m (tomando en cuenta longitud = 2 * ancho).

2.5.7 Generalidades

El relleno de tierra alrededor de las fosas sépticas debe hacerse en capas delgadas, compactadas cuidadosamente de forma tal que no induzcan deformaciones sobre la fosa. El asentamiento del relleno puede hacerse usando agua, tomando en cuenta que el material es humedecido completamente del fondo hacia arriba y que la fosa es llenada con agua, en primer lugar para evitar flotación. Deben proporcionarse accesos adecuados a cada compartimiento del depósito para inspección y limpieza.

2.6 Estudio de suelos

2.6.1 Análisis granulométrico

Se denomina distribución granulométrica de un suelo a la división del mismo en diferentes fracciones, seleccionadas por el tamaño de sus partículas componentes; las partículas de cada fracción se caracteriza porque su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo, en forma correlativa para las distintas fracciones de tal modo que el máximo de una fracción es el mínimo de la que le sigue correlativamente.

Los suelos gruesos con amplia gama de tamaños (bien graduado) se compactan mejor, para una misma energía de compactación, que los suelos muy uniformes (mal graduado). Esto sin duda es cierto, pues sobre todo con vibrador, las partículas más chicas pueden acomodarse en los huecos entre las partículas más grandes, adquiriendo el contenido una mayor compacidad.

Una mejor forma de representar la composición granulométrica de un suelo es por medio de la curva granulométrica. Los distintos tamaños de los granos se dibujan en escala logarítmica en las abscisas y los porcentajes en peso de los granos de suelos más finos de un tamaño determinado, en escala natural en las ordenadas.

La forma de la curva nos indica la relación entre los tamaños de los diferentes granos del suelo. Una curva empinada indica que los granos son casi todos del mismo tamaño, es un suelo uniforme. Una curva suave indica graves variaciones en el tamaño, es un suelo de buena graduación. Las inflexiones en la curva indican que el suelo está compuesto de dos o más suelos uniformes, es un suelo de graduación incompleja.

Una curva empinada en la sección que corresponde a la arena y que se hace larga y aplanada en la sección de los finos indica que el suelo se formó originalmente por meteorización mecánica y luego se alteró químicamente.

El Coeficiente de Uniformidad nos indica la variación del tamaño de las partículas de suelo.

$$Cu = D 60 / D 10$$

Donde:

Cu = Coeficiente de uniformidad

D 60 = Diámetro máximo del 60%

D 10 = Diámetro máximo del 10%

Coeficiente de graduación, que indica una medida de la forma de la curva entre D 10 y D 60.

$$Cg = (D 30)^2 / D 10 * D 60$$

Donde:

Cg = Coeficiente de graduación

D 30 = Diámetro máximo del 30%

D 10 = Diámetro máximo del 10%

D 60 = Diámetro máximo del 60%

Todo el análisis granulométrico deberá ser hecho por vía húmeda según lo descrito en AASHTO T 27 la cual describe el siguiente procedimiento:

- i. Se seca la muestra en la estufa
- ii. Se pesa la muestra después de enfriada y se registra el peso con aproximación de gramos.
- iii. Se machacan los terrones del material con el rodillo, haciéndola rodar sobre una superficie limpia y llana. Se pulveriza el material lo más posible.
- iv. Se lleva la muestra al juego de cedazos (los más gruesos arriba y los finos abajo, ordenadamente) con la cazoleta en la parte de abajo. Se coloca la tapa en la parte alta y se sacude el conjunto vigorosamente con un movimiento rotativo horizontal (depende de la cantidad de material fino que tenga la muestra pero no deberá ser menor de 15 minutos para los suelos de grano mas fino).
- v. Las muestras grandes que contengan muchas piedras gruesas deben pasarse primero a través del juego de cribas portable. El número y tamaño de las cribas que se deben usar, depende del suelo que se este ensayando y del propósito del ensayo. Es a veces permisible omitir algunos tamaños intermedios.

- vi. Se pasa el material de mayor tamaño al platillo de la balanza y se pesa, se mide la partícula de mayor tamaño y se coloca en un recipiente separado, conservándolo hasta terminar el ensayo.
- vii. Se repite el procedimiento con los sucesivos tamices más pequeños. Las partículas sueltas que quedan retenidas en los alambres de las cribas no deben forzarse a pasar a través de ellas, se deben quitar con la mano e incluirlas con su fracción, antes de pesar. Los tamices más finos deben invertirse sobre un recipiente y se procede a limpiarlos cepillándolos.

Con lavado:

Procedimiento:

- i. Se hace exactamente lo mismo para los primeros tres incisos.
- ii. Luego se pone la muestra en un recipiente, y se llena con agua suficiente para cubrir el material. Se deja empapar hasta que todo el material quede disgregado. Esto puede requerir de 2 a 12 horas.
- iii. Se resuelve la muestra concienzudamente con los dedos, luego se vierte el agua sucia con cuidado sin arrastrar ninguna de las partículas visibles de fondo del recipiente.
- iv. Añadir agua limpia y repetir el proceso hasta que el agua de lavar permanezca limpia. Las piedras más grandes se lavan una a una y se ponen al lado de una bandeja o recipiente separado.
- v. Secar a la estufa la muestra y volver a pesar.
- vi. Hacer un análisis con tamices de la muestra lavada.

- vii. La diferencia de peso entre la muestra original secada a la estufa y la muestra lavada (también secada a la estufa) se añade al peso del material retenido en la cazoleta, para determinar el peso del suelo que pasa por el tamiz No. 200.

2.6.2 Límites de consistencia de Atterberg

Las propiedades plásticas de los suelos arcillosos o limosos pueden ser estudiadas aproximadamente por medio de pruebas simples. Las más usuales se denominan límites de consistencia o de Atterberg.

Los cambios de estado se producen gradualmente y los límites fijados arbitrariamente entre ellos se denominan: Límite líquido, límite plástico y límite de contracción. El primero fija el cambio entre el estado líquido y el estado plástico; el segundo entre el plástico y el semisólido. Finalmente el cambio entre los estados semisólidos.

2.6.2.1 Plasticidad

La plasticidad es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse, hasta cierto límite, sin romperse. Por medio de ella se mide el comportamiento de los suelos en todas las épocas. Para conocer la plasticidad de un suelo se hace uso de los límites de Atterberg, quien por medio de ellos separó los cuatro estados de consistencia de los suelos coherentes.

Los mencionados límites son: *Límite Líquido (L. L.)*, *Límite Plástico (L. P.)* y *Límite de Contracción (L. C.)*, y mediante ellos se puede dar una idea del tipo de suelo en estudio.

Todos los límites de consistencia se determinan empleando suelo que pase la malla No. 40. La diferencia entre los valores del Límite Líquido (L.L.) y del Límite Plástico (L.P.) da el llamado Índice Plástico (I.P.) del suelo .

2.6.2.2 Límite líquido

El Límite Líquido se define como el contenido de humedad expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado Líquido al Plástico. Los suelos plásticos tienen en el Límite Líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte, pero definida, y según Atterberg es de 25 g/cm.². La cohesión en el Límite Líquido es prácticamente nula.

2.6.2.3 Límite plástico

El límite plástico (L.P.) se define como el contenido de humedad, expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para la cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un plástico.

Cuando no se puede determinar el Límite Plástico de un suelo se dice que es no Plástico (N. P.), y en este caso el Índice Plástico se dice que es igual a cero.

2.6.2.4 Índice de plasticidad

Se denomina Índice de Plasticidad o Índice Plástico (I. P.) a la diferencia numérica entre los límites líquido y plástico, e indica el margen de humedad dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo definen los ensayos.

Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la cantidad y tipo de arcilla del suelo; sin embargo, el índice plástico depende generalmente de la cantidad de arcilla del suelo.

2.6.3 Densidad máxima y humedad óptima

Se entiende por compactación todo proceso que aumente el peso volumétrico de un material granular. En general, es conveniente compactar un suelo para incrementar su resistencia al esfuerzo cortante, reducir su compresibilidad y hacerlo mas impermeable.

El acomodo de las partículas, en un suelo que se ha tratado de mejorar, no sólo depende de las características del dispositivo que se usó para compactarlo, sino fundamentalmente de la humedad que tenía el material. Si las partículas están secas, la fricción intergranular opone una resistencia mayor al desplazamiento relativo de ellas, que si se encuentra lubricada por una película de agua; por el contrario, si la masa tienen una humedad elevada, el agua llena vacíos que podrían ser ocupados por partículas en un arreglo mas denso. Esto es cierto en suelos que tienen alto porcentaje de finos y no en las arenas gruesas y gravas. Por lo tanto, dado un proceso de compactación, para cada material existente un contenido de agua con el que se obtienen el máximo peso volumétrico.

Para carreteras en Guatemala se utiliza generalmente el Proctor Modificado, según AASHTO T-180; éste sirve para calcular la humedad óptima de compactación, que ocurre cuando alcanza su máxima compactación. Esta norma describe el siguiente procedimiento:

- i. De la muestra ya preparada y que ha pasado por la malla No. 4 se toman aproximadamente 2.5 kgs. Se ponen en la charola y se deja secar al aire en caso de que esté muy húmeda.
- ii. Se desmoronan los terrones del material, utilizando la pieza de madera de sección cuadrada.
- iii. Se esparce agua en cantidad tal que la humedad resulte un poco menor del 10% y si el material es arenoso es conveniente ponerle una humedad menor. Puede utilizarse un atomizador.
- iv. Se revuelve perfectamente el material tratando que el agua agregada se distribuya uniformemente.
- v. Usando el cucharón, se vacía en el cilindro Proctor, previamente armado con su extensión, material suficiente para obtener una capa floja de aproximadamente un tercio de la altura del cilindro.
- vi. Esta capa se compacta mediante 20 golpes del pisón, procurando repartirlos en toda la superficie y usando la guía metálica para que la altura de la caída sea la misma. Los golpes de pisón se dan levantando este hasta el nivel superior de la guía y dejándolo caer libremente.
- vii. Se vuelve a vaciar el material en el cilindro para tener una segunda capa que agregada a la primera, de una altura de aproximadamente dos terceras partes de la altura del cilindro, compactándola del mismo modo que la primera.
- viii. En idéntica forma, se procede con la tercera capa, procurando que una vez compactado el material, la superficie este 1 ó 2 cms. arriba del ensamble en la extensión.
- ix. Al terminar la compactación de las tres capas, con una espátula de cuchillo, se recorre el perímetro interior de la extensión, enrasando la muestra al nivel superior del cilindro y rebanado el material sobrante con una espátula de cuchillo.

- x. Se limpia exteriormente el cilindro y se pesa con la muestra compactada en el platillo de la báscula, aproximando la lectura hasta los 5 grs. El peso obtenido se anota en el registro de calculo en la columna peso cilindro + tierra.
- xi. En una cápsula de porcelana, se toma una porción de la muestra compactada, aproximadamente 100 g. y se pesa al 0. 1g. en la balanza de torsión, anotando este valor en la columna tara + muestra húmeda.
- xii. Se desarma el cilindro Proctor, con el objeto de extraer fácilmente el material, devolviéndolo a la charola.
- xiii. El material se desmenuza, picándolo con una espátula de abanico y cuando esta bien desmoronado se le agrega agua en cantidad suficiente para aumentar el contenido de humedad de un 2% a un 5% aproximadamente, dependiendo del tipo de material. Se repiten los pasos anteriores para así obtener un nuevo punto de la gráfica. Se repite varias veces incrementando en cada ensayo el contenido de agua.
- xiv. Todas las cápsulas que contienen las muestras húmedas de cada ensayo, se colocan dentro de un horno a 110 C durante un mínimo de 18 horas. transcurrido este lapso se retiran del horno, dejándolas enfriar dentro de un secador y se pesan, registrando el valor en la columna tara + muestra seca, registrando del renglón correspondiente.
- xv. Siguiendo las instrucciones que aparecen en el registro de cálculo, se encuentran los valores necesarios para construir la gráfica Pesos Volumétricos Secos – Contenido de Agua.

Con la correcta compactación obtenemos ventajas tales como:

Mayor capacidad de carga: Con la compactación artificial del suelo aumenta la densidad del mismo, con la consecuente disminución del porcentaje de espacios porosos. Debido a ello se obtiene una mejor distribución de fuerzas dentro de la estructura de los granos, con el consiguiente aumento de la resistencia al corte y una mayor capacidad de carga del suelo

Disminución de la permeabilidad: La permeabilidad de un suelo depende esencialmente de la distribución granulométrica del suelo y de su densidad. Un suelo bien compactado impide casi totalmente el paso del agua.

El ensayo de compactación Proctor consiste en tomar una cantidad de suelo, pasarlo por el tamiz No. 4, añadirle agua y compactarlo en un molde cilíndrico en tres capas con veinte golpes por capa con un martillo de compactación. Luego de compactar la muestra, ésta es removida del molde y demolida nuevamente para obtener pequeñas porciones de suelo, que servirán para determinar el contenido de su humedad en ese momento. Se añade más agua a la muestra, hasta obtener una muestra más húmeda y homogénea y se hace nuevamente el proceso de compactación. Esto se repite sucesivamente para obtener datos para la curva de densidad seca, contra contenido de humedad.

2.6.4 Equivalente de arena

Se realiza con el fin de conocer el porcentaje relativo de finos-plásticos que contienen los suelos. Se lleva a cabo principalmente cuando se trata de materiales que se usarán para base, sub-base o en banco de préstamos. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 176 la cual describe el siguiente procedimiento

- i. Preparar un galón de agua y agregar 88 cc de la solución básica, la cual contiene cloruro de calcio con formaldehído y glicerina.
- ii. Depositar la solución en la probeta hasta una altura de 4"
- iii. Tomar 500 gr. De material y pasarlo por el tamiz # 4, de esta muestra se toman 100g para la prueba total.
- iv. Introducir los 100g dentro de la probeta junto con la solución y dejar reposar durante 10 minutos; golpeando con la mano el fondo la probeta para desalojar el aire.
- v. Luego de transcurridos los 10 minutos, tapar la probeta con el tapón de hule y agitarlos durante 90 ciclos (un ciclo consiste en llevar la probeta ida y vuelta, con un movimiento horizontal de 8" de recorrido, de izquierda a derecha).
- vi. Cuando se han terminado los 90 ciclos, se asienta la probeta y se le introduce la cánula de metal, haciendo que esta tenga un movimiento rotativo vertical para separar los finos. La cantidad de solución agregada será hasta que llegue a las 15" de graduación de la probeta.
- vii. Cerrar la llave de la solución y tomar el tiempo que toma a los finos descender. Reposar durante 20 minutos la probeta.
- viii. Tomar la lectura de caída de los en períodos de 2 minutos para arcillas y 1 minuto para arenas, hasta llegar a los 20 minutos.

- ix. La lectura de arcilla es la que se toma a los 20 minutos, del nivel superior de la suspensión de arcillas se estima 0.1 de pulgada.
- x. Introducir el pie hasta que se asienta sobre la arena y se toma la altura que queda del material depositado entre el fondo de la probeta y la parte inferior del pie. Esta es la lectura de arena.
- xi. El equivalente de arena (E.A.) es:

$$E. A. = \frac{\text{Lectura de arena}}{\text{Lectura de arilla}} * 100$$
- xii. El porcentaje aceptable de EA es: para bases 30% como mínimo y para sub-bases 25% como mínimo.

2.6.5 Ensayo de valor soporte del suelo

El valor relativo de soporte de un suelo (C.B.R.) es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y humedad, y se expresa como el tanto por ciento de la carga necesaria para introducir un pistón de sección circular en una muestra de suelo, respecto a la precisa para que el mismo pistón penetre a la misma profundidad de una muestra tipo de piedra triturada.

El CBR ó Razón Soporta de California (California Bearing Ratio) es quizás, el método de evaluación de subrasantes más extensamente empelado en el diseño de pavimentos.

El CBR es una medida comparativa de la resistencia del suelo en condiciones controladas de densidad y humedad. Es utilizado con curvas empíricas en el diseño de pavimentos flexibles. El ensayo es efectuado en una muestra de 6 pulgadas de diámetro y 5 pulgadas de espesor (de suelo inalterado ó compactado en el laboratorio).

Antes de la prueba, la muestra es inundada, con el objeto de simular a las condiciones más desfavorables de humedad que pudieran ocupar ó de ocurrir en el campo. Seguidamente, se hace penetrar en la muestra, un pistón de 1.95 pulgadas de diámetro, a velocidad controlada, anotando las lecturas de carga correspondiente a diferentes profundidades de penetración.

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga a una penetración dada}}{\text{Carga estándar a la misma penetración}} = x 100$$

De la ecuación se puede ver que el número CBR, es un porcentaje de la carga unitaria patrón. En la práctica el símbolo de (%) se quita y la relación se presenta simplemente por el número entero.

Con el resultado del C.B.R. de esta prueba se puede clasificar el suelo usando la siguiente tabla, que indica el empleo que puede dársele al material en lo que al C.B.R. se refiere.

Tabla XVI. Clasificación de suelo según porcentaje de C.B.R.

C.B.R.	CLASIFICACIÓN
0 a 5	subrasante muy mala
5 a 10	subrasante mala
10 a 20	subrasante regular a buena
20 a 30	subrasante muy buena
30 a 50	sub-base buena
50 a 80	base buena
80 a 100	base muy buena

2.6.6 Análisis de los resultados

Clasificación SCU: SM P.R.A.: A – 2 – 4 Arena pómez color beige

Límites de Atterberg: Es una material no plástico

Densidad Máxima: 85.7 lb/pie³ a una Humedad Optima: 21.4%

CBR al 88.49% de Compactación = 60.6%

2.7 Diseño del pavimento

2.7.1 Definición de pavimento

Es una estructura cuya función fundamental es distribuir suficientemente las cargas concentradas de las ruedas de los vehículos, de manera que el suelo subyacente pueda soportarlas sin falla o deformación excesiva. Las condiciones que debe reunir un pavimento son una superficie lisa, no resbaladiza, que resista la intemperie y finalmente debe proteger al suelo de la pérdida de sus propiedades, por efecto del sol, las lluvias y el frío.

Atendiendo a la forma de cómo se distribuyen las cargas sobre la subrasante, se definen dos tipos de pavimento; los pavimentos rígidos, que están formados por losas de concreto, los que debido a su consistencia y alto módulo de elasticidad, utilizan la acción de viga para distribuir la carga en un área de suelo relativamente grande. En este tipo de pavimento, la mayor parte de capacidad estructural es proporcionada por la losa de concreto. Además existen los pavimentos flexible, los que están constituidos por asfaltos, y en los cuales, la carpeta de rodadura produce una mínima distribución de cargas, las cuales se distribuyen por el contacto de partícula a partícula en todo el espesor del pavimento.

Además de esta clasificación, existe el pavimento de adoquín, que por la forma de cómo se distribuyen las cargas en las capas inferiores a la superficie de rodadura, se le considera un pavimento semiflexible.

2.7.2 Descripción del tipo de pavimento a utilizar

El tipo de pavimento a utilizar en el proyecto es pavimento rígido.

Los factores que afectan al espesor de un pavimento rígido son principalmente el nivel de carga que ha de soportar (número y tipo de vehículos), el módulo de reacción del suelo de apoyo a las propiedades mecánicas del concreto.

Los pavimentos rígidos están constituidos generalmente por las dos capas siguientes:

Base: es una capa relativamente delgada de materiales seleccionados o especificados de un espesor prescrito, colocado entre la subrasante y el pavimento rígido para los propósitos de mejorar el drenaje, reducir el daño por los cambios de temperatura, prevenir el bombeo del pavimento o controlar la humedad del suelo para subrasantes de altos cambio volumétricos.

Losa: es una capa de concreto hidráulico la cual constituye el elemento fundamental del pavimento. Por naturaleza del concreto hidráulico es necesario interrumpir la continuidad del pavimento por medio de juntas, cuyo espaciamiento es un punto muy importante para el diseño de los pavimentos rígidos. Las juntas sirven para disminuir los esfuerzos provocados por la dilatación de la losa.

PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
PC	Punto donde comienza la curva circular simple
PT	Punto en donde termina la curva circular simple
O	Centro de la curva circular
?	Ángulo de deflexión de la tangente
Ac	Ángulo central de la curva circular
G	Grado de curvatura
R	Radio
ST	Subtangente
E	External
M	Ordenada media
C	Cuerda
CM	Cuerda máxima
LC	Longitud de curva

2.7.3.1 Ejemplo de calculo de una curva horizontal

Tomaremos la estación E-2 la cual tiene su PI en 0+063.04,

Delta: diferencia de Azimut, ángulo entre 2 rectas

$$? = \text{Azimut 2} - \text{Azimut 1}$$

$$? = 182^{\circ}3'00'' - 127^{\circ}32'00'' = 54^{\circ}31'00''$$

Se tomará un Radio = 27.28 metros

Grado de Curvatura: el ángulo central subtendido por una cuerda de 100 pies, depende del delta, la velocidad de diseño y el tipo de curva

$$G = 1145.9156 / R$$

$$G = 1145.9156 / 27.28$$

$$G = 42^{\circ}$$

$$\text{Longitud de Curva (LC)} = (? * 20) / G$$

$$LC = (54^{\circ}31'00'' * 20) / 42^{\circ}$$

$$LC = 25.96 \text{ metros}$$

$$\text{Subtangente (ST)} = R * \tan (\theta/2)$$

$$\text{ST} = 27.28 * \tan (54^{\circ}31'00''/2)$$

$$\text{ST} = 14.06 \text{ metros}$$

$$\text{PC} = \text{PI} - \text{ST}$$

$$\text{PC} = 0+063.04 - 14.06 = 0+048.88$$

$$\text{PT} = \text{PC} + \text{LC}$$

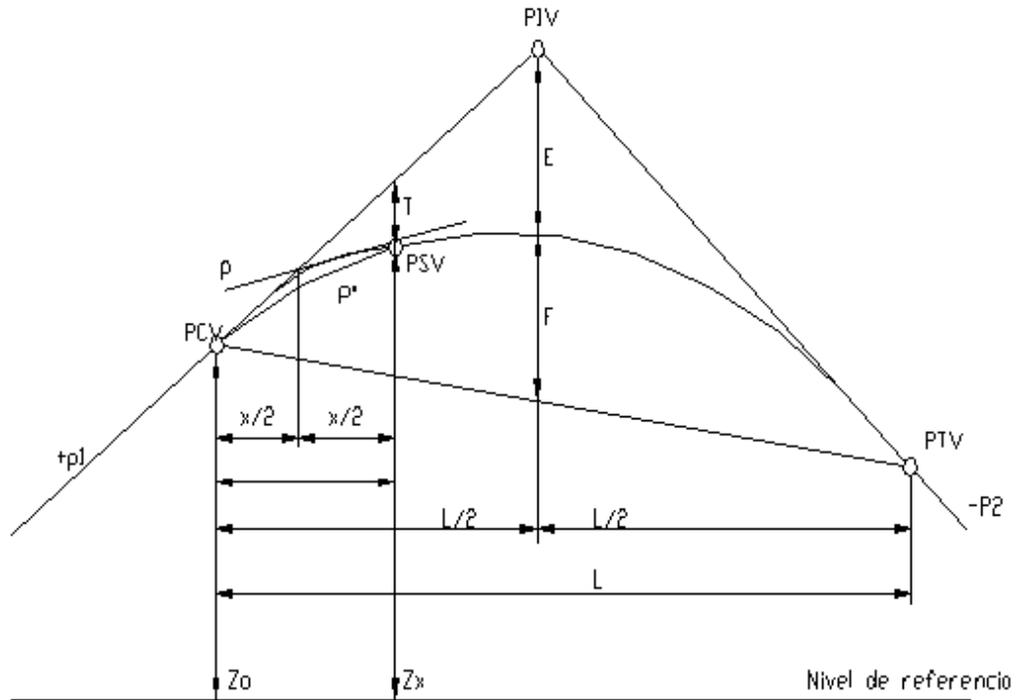
$$\text{PT} = 0+048.88 + 25.96 = 0+074.84$$

2.7.4 Cálculo de curvas verticales

La finalidad de estas curvas es suavizar los cambios en el movimiento vertical, puesto que a través de su longitud se efectúa un paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida, proporcionando de esta forma una operación segura y confortable, además de una agradable apariencia y características adecuadas para un buen drenaje.

La que se utiliza en el Departamento de Carreteras de la Dirección General de Caminos es la parabólica simple, debido a la facilidad de su cálculo a su gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación.

Figura 4. Elementos de curva vertical



- PIV = Punto de intersección de las tangentes verticales
- PCV = Punto en donde comienza la curva vertical
- PTV = Punto en donde termina la curva vertical
- PSV = Punto cualquiera sobre la curva vertical
- p_1 = Pendiente de la tangente de entrada, en m/m
- p_2 = Pendiente de la tangente de salida, en m/m
- a = Diferencia algebraica de pendientes
- L = Longitud de la curva vertical, en metros
- k = Variación de longitud por unidad de pendiente (parámetro)
- x = Distancia del PCV a un PSV, en metros
- p = Pendiente en un PSV, en m/m
- p' = Pendiente de una cuerda, en m/m
- E = Externa, en metros
- F = Flecha, en metros
- T = Desviación de un PSV a la tangente de entrada, en metros
- Z_0 = Elevación del PCV, en metros
- Z_x = Elevación de un PSV, en metros

Las especificaciones de la Dirección General de Caminos, tienen tabulados los valores para las longitudes mínimas de curvas verticales para distancias de visibilidad de parada, en función de la diferencia algebraica de pendientes o de la velocidad de diseño y son las siguientes:

Tabla XVII. Valores de K según tipo de curva

VELOCIDAD Km./h	Cóncava K	Convexa K
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60
110	43	81
120	50	100

$$L = K * \text{Dif. Algebraica de pendientes}$$

Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas según su forma, la corrección máxima por curva vertical está dada por:

$$OM = \frac{(P2 - P1)}{800} * L$$

2.7.4.1 Ejemplo de Cálculo de una Curva Vertical

Tomaremos la curva No 2, la cual tiene su PIV = 0+192, es cóncava y la velocidad de diseño es de 30 a.m./h, lo que da por resultado un valor K = 4 (ver tabla).

La pendiente de entrada es de -10.28% y la de salida es de -3.57% por lo cual tenemos una diferencia de pendientes de:

$$\text{Dif, de Pendientes} = (-3.57\%) - (-10.28\%) = 6.70\%$$

La longitud de curva vertical es:

$$L = 4 * 6.70 = 26.80 \text{ metros}$$

$$\text{OM} = \frac{6.70 * 26.80}{800} = 0.22445$$

Rasante: es la representación sobre un plano vertical de desarrollo del eje del pavimento. Este plano es paralelo al de la subrasante y la diferencia entre los mismos, está determinada por el espesor del pavimento a usar, en cada proyecto puede variar por el soporte del terreno.

2.7.5 Dimensión del pavimento

El espesor del pavimento es determinado en base a los siguientes factores de diseño:

1. resistencia a la flexión del concreto (módulo de rotura MR);
2. resistencia de la sub-rasante, o combinación de la sub-rasante y la sub-base (K);
3. los pesos, frecuencia y tipo de carga de eje de camión que el pavimento tiene que soportar;
4. Período de diseño, el cual será tomado para este proyecto de 20 años.

A continuación se describe el diseño del pavimento del Barrio Los Cipresales por el método simplificado de P.C.A.

1. MR = 650 psi
2. Se selecciona en la tabla XVIII, para este caso en particular, escogemos la categoría 1 (calles residenciales) con un ADT de 200 a 800 vehículos
3. Para un suelo con una clasificación S.C.U.: SM corresponde un valor de reacción de la sub-rasante $K = 300 \text{ Lb/plg}^3$.
4. En la tabla XIX, con un valor $K=300$, y un espesor de base de 6 plg. (16 cm), se tiene un valor $KS = 300 \text{ PCI}$.
5. En la tabla XX, con $KS = 300 \text{ PCI}$, corresponde un soporte muy alto.
6. En la tabla XXI, con un módulo de ruptura de 650 psi, soporte muy alto, le corresponde un espesor de losa de 6.5 plg. (17 cm.)

En consecuencia, el diseño queda de la manera siguiente:

Base.....6 plg. = 16 cm
Losa de concreto....6.5 plg = 17 cm.
Espesor total.....12.5 plg. = 33 cm.

La pendiente del pavimento es de 1% hacia el lado derecho, porque esta es solo para salida, es decir en un solo sentido. El ancho total del pavimento en todo el trayecto es de 3.10 metros.

Se construirá por medio de planchas individuales de 1.55 metros de ancho por 2.50 metros de largo (ver plano).

Tabla XVIII. Categoría de cargas por eje

Carga por EJE categoría	Descripción	TRANSITO			Máxima carga por eje KIPS	
		ADT	%	Por día	Eje Sencillo	Eje Tandem
1	Calles residenciales carreteras rurales y secundarias	200 a 800	1 a 3	Arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras y calles arteriales (bajas)	700 a 5000	5 a 18	de 40 a 1000	28	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medias) y supercarreteras (bajas)	3000-12000 2 carriles, 3000-50000 4 carriles o mas	8 a 30	de 500 a 5000	30	52
4	Calles arteriales y carreteras primarias y supercarreteras (altas)	3000-20000	8 a 30	de 1500 a 8000	34	60

Tabla XIX Efectos de sub-base no tratado sobre los valores K

Valores de K	Valores de KS PCI			
	4 plg	6 plg	9 plg	12 plg
60	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Tabla XX Tipos de suelos de sub-rasante y valor aproximados de K

Tipos de Suelo	Soporte	Rango de Valores KS PCI
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75 a 120
Arenas y mezclas de arena con grava, con una cantidad considerada de limo y arcilla	Medio	130 a 170
Arenas y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos	Alto	180 a 220
Sub-base tratadas con cemento	Muy Alto	250 a 400

Tabla XXI ADTT permisible, carga por eje categoría 1.

Espesor de losa Pulg.	Soporte, sub-rasante, sub-base				
	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
MR = 650 psi	5		3	9	42
	5.5	9	42	120	450
	6	96	380	970	3400
	6.5	710	2600		
	7	4200			

MR = 600 psi	5			1	8
	5.5	1	8	23	98
	6	19	84	220	810
	6.5	160	620	1500	5200
	7	1000	3600		

MR = 550 psi	5			3	17
	5.5	3	14	41	160
	6	29	120	320	1100
	6.5	210	770	1900	
	7	1100	4000		

2.7.6 Cálculo de cuneta

Para el cálculo de la cuneta se tomaron las siguientes consideraciones: dado que en el municipio de San Juan Comalapa no existe ninguna estación metereológica, se tomaron datos de la estación de Balanyá, municipio aledaño, los cuales se obtuvieron en el Insivumeh, se tienen los siguientes datos de precipitación:

Tabla XXII. Precipitación estación Balanyá

Estación	Año	Dimen	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Balanyá	1998	mm/h	0.0	0.0	0.0	0.0	101.7	220.4	216.5	183.2	97.6	244.7	160.0	4.1
Balanyá	1999	mm/h	0.0	0.3	0.0	6.0	76.8	292.0	203.1	109.1	266.3	139.2	5.7	11.3
Balanyá	2000	mm/h	0.9	0.0	0.0	34.5	160.6	168.0	112.4	177.7	211.1	66.6	13.5	2.4
Balanyá	2001	mm/h	0.0	3.1	1.0	7.2	243.9	122.0	165.6	134.6	239.7	96.3	13.0	0.0
Balanyá	2002	mm/h	2.6	0.0	0.9	0.5	95.1	262.5	191.1	45.3	143.7	120.4	35.6	
Balanyá	2003	mm/h	2.0	0.0	59.9	25.6	82.8	171.9	148.7	149.4	225.4	77.3	44.3	0.7

Se tomara el valor mas alto de precipitación el cual se presento en junio de 1999 y es de 292 mm/hora.

El Caudal se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = Caudal a evacuar (m³/seg.)

I = Intensidad de lluvia (mm/h)

A = Área (ha)

C = Constante

Se tiene una intensidad de 292 mm/h, un área de 0.18 ha, y C = 0.90, ya que el terreno estará pavimentado

$$Q = \frac{0.90 * 292 * 0.18}{360} = 0.13 m^3 / seg$$

Para el cálculo de la cuneta se utilizó el programa Hcanales para Windows, el con el cual se obtiene el siguiente resultado:

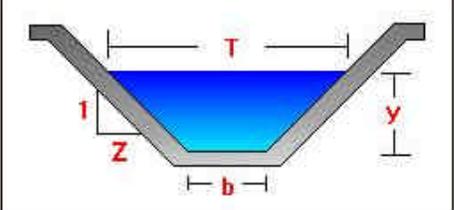
Figura 5. Resultados del programa Hcanales

Cálculo del Caudal, sección Trapezoidal, Rectangular, Triangular

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:

Tirante (y) : m
 Ancho de solera (b) : m
 Talud (Z) :
 Coeficiente de rugosidad (n) :
 Pendiente (S) : m/m



Resultados:

Caudal (Q) : m³/s Velocidad (v) : m/s
 Area hidráulica (A) : m² Perímetro (p) : m
 Radio hidráulico (R) : m Espejo de agua (T) : m
 Número de Froude (F) : Energía específica (E) : m-Kg/Kg
 Tipo de flujo :

Ingresar el nombre del lugar del Proyecto

Se tiene que una cuneta con una altura de 30 cm, una base de 20 cm y un ancho en su parte superior de 40 cm, con la pendiente mas baja que presenta el tramo, podrá evacuar una cantidad de 0.2573 m³/seg > 0.13 m³/seg, y a mayor pendiente la cuneta evacuara mas agua.

2.8 Maquinaria y equipo a utilizar

2.8.1 Compresores de aire

Se usan en la construcción de carreteras para generar potencia neumática para una variedad de herramientas de mano, martinets y ciertos equipos de atomización y transporte, su función principal se basa en el principio de desplazamiento de un fluido gaseoso o líquido, para realizar trabajo en un material o mover dicho material en procesos de construcción de carreteras.

2.8.2 Herramientas para excavación

Sirven para remover materiales como arcilla y otros materiales térreos, hormigón, mampostería, metales o madera, mediante el impacto aplicado a través de una punta de acero o de una herramienta terminada en cuña.

2.8.3 Herramientas para perforación:

Sirven para perforar agujeros en madera u otro material semejante, así mismo para perforar agujeros en roca y cualquier otro material triturable.

2.8.4 Montacargas de horquilla

Se usa para mover material sólido de gran tamaño, atados, paquetes o material palatizado, es necesario que tenga su propio recipiente de carga. Son más conocidos en su aplicación industrial pero igualmente son aplicables en la construcción.

2.8.5 Plumas portátiles

Es otro tipo de equipo de manejo de materiales que generalmente se sujeta a la plataforma plana de un camión y que trabaja sobre ella para manejar material sólido. Este equipo trabaja como una pluma de grúa.

2.8.6 Tractor

Vehículo de trabajo con motor propio, diseñado para arrastrar o empujar maquinaria especial o cargas pesadas sobre el terreno.

Este tractor de ruedas equipado con una pala niveladora aplana la tierra para construir una carretera.

2.8.7 Tractor de oruga

La utilización de este tractor es obligada en la construcción de una carretera, debido a la gran cantidad de labores en la que se puede emplear como para empujar y jalar trailla, limpiar y destroncar, tender tubería, excavaciones cortas, escarificar.

2.8.8 Traíllas y motor-traíllas

Se utilizan jalándolas por medio de tractores de llantas o de orugas, puede usarse para mover peñas, tacones cuando no hay disponible una cuchilla, también para el recubrimiento de tubería, peñas en relleno, etc.

2.8.9 Moto niveladora

Intervienen en todos los trabajos de nivelación, afinamiento, regar material, tallar taludes en virtud de la gran movilidad de la cuchilla tanto en el plano horizontal como el vertical.

2.8.10 Compactadotas

Se usan en los renglones de asfalto y tercería compactando las diferentes capas de material según un número de pasadas por capa hasta alcanzar la compactación especificada.

2.8.11 Cargador frontal

Se hace imprescindible pues soluciona el problema de acarreo de camiones substituyendo a las clásicas palas. Los hay de oruga y de llantas según el sitio a que se les destine

2.8.12 Retroexcavadora

Sirve para la excavación de trincheras, también para cargar material hacía el camión transportador. Tiene gran alcance tanto horizontal como verticalmente, al interior de la trinchera, con la pluma, el brazo excavador y el cucharón extendido.

2.8.13 Compactadora pata de cabra

Se utiliza para la compactación de material arenoso con algo de barro, también para la capa de sub-rasante y rasante

2.8.14 Maquinaria para acarreo de materiales de construcción

Se utiliza para el acarreo de materiales. Los hay de capacidad entre 18,000 y 32,000 libras en camión de doble eje. Capacidad máxima para tránsito sobre carreteras de 15 toneladas.

3. DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA PANIMACAC

3.1 Descripción del proyecto

En el presente capítulo se desarrolla el proyecto de la línea de conducción de agua potable de la aldea Panimacac, municipio de Comalapa, Chimaltenango. Se presenta el diseño hidráulico de la línea de conducción, así como todas los componentes que lleva esta, además generalidades sobre el tanque de distribución y captación de la misma.

3.2 Levantamiento topográfico

En todo diseño de un acueducto es necesario previamente realizar un levantamiento topográfico, el cual será útil para la obtención de los planos topográficos y así obtener la localización tanto en planta como elevación, de los puntos seleccionados en el terreno donde deberá ubicarse la tubería que conducirá el agua desde las fuentes a la comunidad, además de la identificación propia de la línea, se localizan detalles importantes.

3.2.1 Levantamiento planimétrico

El levantamiento planimetrítico consiste en el conjunto de trabajos que son necesarios para la obtención de todos los datos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra y que toma un punto de referencia para su orientación, el norte magnético generalmente.

3.2.2 Levantamiento altimétrico

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existente entre puntos de un terreno, para ello es necesario medir distancias verticales ya sea directa o indirectamente, a todo este procedimiento se le llama nivelación.

3.3 Periodo de diseño

Se entiende por período de diseño de un sistema de abastecimiento de agua o de sus componentes, el lapso comprendido entre la puesta de servicio y el momento en que su uso sobrepasa las condiciones establecidas en el diseño por falta de capacidad para prestar un buen servicio.

Por consiguiente, los aspectos principales que intervienen en un período de diseño son: durabilidad de las instalaciones y capacidad para prestar un buen servicio para las condiciones previstas.

La durabilidad de las instalaciones dependerá de los materiales y equipo empleados, en la calidad de construcción, las condiciones externas como desgaste, corrosión, etcétera, a que estén expuestas, y el mantenimiento a que estén sometidas.

El conjunto de estos factores determina un período de diseño máximo posible cualesquiera sea el tamaño o la capacidad de los componentes del sistema. El período de diseño para el sistema de introducción de agua potable será de 20 años.

3.4 Población para el período de diseño

El diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable requiere el cálculo más aproximado de la población en la comunidad que necesitará el agua, durante el período de diseño adoptado.

3.4.1 Estimación de la población de diseño por el método aritmético

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$Pf = TL + \frac{(TL - TE)(tm - tl)}{ti - te}$$

Donde: Pf = Población futura
TL = Población del censo posterior
TE = Población del censo anterior
tm = Fecha deseada
tl = Fecha del censo posterior
ti = Fecha de censo anterior

Censo del centro de salud de San Juan Comalapa
Año 1994 = 235 habitantes

Censo del Instituto Nacional de Estadística
Año 2002 = 298 habitantes

$$Pf = 298 + \frac{(298 - 235)(2025 - 2002)}{(2002 - 1994)} = 480 \text{ hab}$$

3.4.2 Estimación de la población por el método geométrico

Para este método utilizamos la fórmula siguiente:

$$Pf = Pa * (1 + r)^m$$

Donde: Pf = Población futura en fecha de estimación
Pa = Población actual
r = Tasa de incremento
m = Años de estimación

La tasa de crecimiento es del 3% para el municipio, la población actual es de 298 habitantes en el año de 2002 así que para el año 2025 se toman 23 años de estimación.

$$Pf = 298 * (1 + 3/100)^{23} = 589 \text{ hab}$$

Se tomará como población futura el dato originado del método geométrico que corresponde a 589 habitantes.

3.5 Aforo de la fuente

La fuente fue aforada en dos ocasiones distintas, ambas por el método volumétrico, este tipo de aforo es adecuado para la medición de corrientes pequeñas y manantiales.

Tabla XXIII. Aforo de la fuente

FECHA	CAUDAL
10 / 5 / 05	3.165 lts/seg
7 / 6 / 05	3.197 lts/seg

Para el diseño se tomara el aforo del 10 / 5 / 05 siendo su caudal igual a 3.165 lts/seg.

3.6 Calidad del agua

Como agua agradable a los sentidos se conoce la que por su aspecto, color, olor, y sabor no causa rechazo del consumidor.

Es reconocido universalmente que el agua debe ser satisfactoriamente segura y agradable a los sentidos, entendiéndose por agua sanitariamente segura, aquella que no transmite enfermedades y está libre de concentraciones dañinas.

A pesar de que en las pequeñas poblaciones hay dificultades para cumplir los requisitos exigidos en cuanto a la calidad del agua de consumo, es indispensable que sean respetados los límites de las sustancias nocivas y que garantice la calidad bacteriológica de las aguas de abastecimiento.

Los límites sobre calidad del agua de consumo deberán de adoptar los patrones recomendados por la OMS y COGUANOR.

3.6.1 Análisis del agua

El análisis del agua se efectúa para identificar los contenidos y concentraciones de sustancias indicadoras de su calidad.

Los instrumentos y reactivos según métodos científicos estandarizados, vienen a ampliar la escasez de la percepción humana.

3.6.1.1 Análisis físico-químico

Este análisis determina las condiciones físicas y químicas del agua, como temperatura, color, olor, sabor y dureza, el análisis físico-químico se efectuó en el Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria de la ERIS, en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.6.1.2 Examen bacteriológico

El principal peligro con el agua es la posibilidad de su contaminación con heces fecales de origen humano o animal. Estas heces pueden obtener bacterias patógenas capaces de producir enfermedades, como fiebre tifoidea, cólera, u otras enfermedades diarreicas.

Para comprobar que el agua es apta para beber y para uso domestico, se efectúa el examen, el cual identifica el número de organismos indicadores de contacto fecal en el agua.

3.6.2 Análisis de los resultado

Desde el punto de vista físico-químico sanitario: Dureza en límites máximos permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los límites máximos aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR 29001. (Ver hoja de análisis en anexo).

El número mas probable de gérmenes coniformes por cada 100 cm³ es menor a 2, por lo tanto, bacteriológicamente el agua es POTABLE. Según norma COGUANOR 29001. (Ver hoja de análisis en anexo).

3.7 Dotación

Es la cantidad de agua asignada a una persona en un año para que supla sus necesidades básicas. Se expresa en litro por habitante por día.

Para asignar la dotación se deben considerar los siguientes factores: clima, nivel de vida, actividad, productividad, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos.

Para este proyecto se tomo una dotación de 150 lts/hab/día.

3.8 Caudal medio

A falta de registros el consumo medio diario o caudal medio será producto de la dotación adoptada, por el número de habitantes que se estime al final del periodo de diseño.

$$Q_m = \frac{P_f * D_{ot}}{86,400 \text{ seg/día}}$$

Donde: Pf = Población futura
 Dot = Dotación
 Qm = Caudal medio

$$Q_m = \frac{589 \text{ hab} * 150 \text{ lts/hab/día}}{86,400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_m = 1.023 \text{ lts/seg}$$

3.9 Línea de conducción

Es la tubería que en su mayoría es de PVC, diseñada para conducir el caudal de día máximo, que sale de la captación hacia el tanque de distribución.

3.9.1 Formula de diseño

Las formulas utilizadas son aquellas universalmente calificadas como hidráulicamente correctas, considerando limitaciones de uso y aplicándolas al diámetro interno de los conductos.

Los coeficientes de capacidad para la ecuación de Hazen-Williams o bien las rugosidades para la ecuación de Darcy-Weisbach se seleccionan en función del material de la tubería, el envejecimiento de este y las condiciones físico-químicas del agua.

En específico para este proyecto se utiliza la formula de Hazen-Williams, debido a las grandes confirmaciones experimentales que ha tenido en diferentes países, y esta es

$$hf = \frac{(1743.81) * (long) * (Q^{1.85})}{D^{4.87} * C^{1.85}}$$

- Donde:
- hf = Perdida de carga en metros
 - Long = Longitud de tubería en metros
 - Q = Caudal en lts/seg
 - C = Coeficiente de fricción (depende del material)
 - D = Diámetro Interno de la Tubería en pulgadas

La formula de Hazen-Williams, es una de las más prácticas y requiere para su aplicación mucho cuidado en la adopción del coeficiente “C”. Los valores de “C” que se utilizan dependen del material de la tubería, los cuales pueden ser:

Para PVC.....C = 150

Para HG.....C = 100

3.9.2 Diseño de la línea de conducción

Se tiene un caudal medio de 1.023 litros/segundo.

Factor Máximo Diario

Mayor consumo de en un día en el registro de un año. Según UNEPAR el factor máximo diario se divide de la siguiente manera:

Pf = 1000 ? 1.2 – 1.5

Pf > 1000 ? 1.2

En este caso tomaremos el valor de 1.5

QMD = 1.023 * 1.5 = 1.53 lts/seg

Donde: QMD = Caudal Máximo Diario

Factor Máximo Horario

El mayor consumo en una hora observado en el período de un año.

Según UNEPAR el factor máximo horario se divide de la siguiente manera:

$$Pf = 1000 \quad ? \quad 2 - 3$$

$$Pf > 1000 \quad ? \quad 2$$

En este caso tomaremos el valor de 3

$$QMH = 1.023 * 3 = 3.069 \text{ lts/seg}$$

Donde: QMH = Caudal Máximo Horario

Factor de Gasto (FdeG)

$$FdeG = \frac{QMH}{\#viviendas}$$

$$FdeG = \frac{3.069}{118} = 0.026 \text{ lts/seg (q)}$$

$$\text{Carga Disponible} = 1000 - 980.91 = 19.09 \text{ metros}$$

Tenemos

$$H = 19.09 \text{ metros}$$

$$\text{Long} = 2596.59 \text{ metros}$$

$$Q = 1.53 \text{ lts/seg}$$

$$C = 150$$

$$D = ¿?$$

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{(1743.811) * (2596.59) * (1.53)^{1.85}}{(150)^{1.85} * (19.09)}}$$

$$D = 2.22''$$

Como este no es un diámetro comercial, la tubería estará compuesta por dos tramos, una con un diámetro comercial menor al resultado y otro con un diámetro comercial mayor, en este caso estos diámetros serán 2" y 2 ½".

Como se ha mencionado, los diámetros a utilizar son los diámetros internos de las tuberías, los que anteriormente se mencionaron son los diámetros nominales comerciales, los diámetros internos se obtienen en tablas, y dependen de la presión que soporta la tubería, en este caso utilizaremos una tubería de 250 psi.

Tabla XXIV. Diámetros Internos para una tubería de 250 psi.

Diámetro Nominal		Diámetro Interno	
mm	pulg	mm	pulg
18	3/4	23.52	0.926
25	1	29.49	1.161
31	1 1/4	37.19	1.464
38	1 1/2	42.57	1.676
50	2	53.21	2.095
62	2 1/2	64.44	2.537
75	3	78.44	3.088
100	4	100.84	3.970
125	5	124.69	4.909
150	6	148.46	5.845
200	8	193.27	7.609
250	10	240.94	9.486
300	12	285.75	11.250

De esta manera tenemos que para 2" tenemos un diámetro interno de 2.095" y para 2 ½" tenemos un diámetro de 2.537".

Con estos diámetros internos, por medio de la formula de Hazen-Williams se pueden obtener las perdidas reales de carga para cada tubería.

Para 2.537 tenemos $hf_1 = 10.064$ metros.

Para 2.095 tenemos $hf_2 = 25.565$ metros.

Con estas pérdidas de carga, se puede obtener la longitud adecuada de cada tubería por medio de la siguiente formula:

$$L_2 = \frac{(H - hf_1)}{(hf_2 - hf_1)} * \text{long tot}$$

Donde: H = perdida de carga disponible
 hf_1 = perdida de carga de la tubería con el diámetro mayor
 hf_2 = perdida de carga de la tubería con el diámetro menor
 L_2 = longitud de tubería con el diámetro menor
 Long tot = Longitud total del tramo

$$L_2 = \frac{(19.09 - 10.064)}{(25.565 - 10.64)} * 2596.59 = 1511.95 \text{ metros}$$

$$L_1 = \text{long tot} - L_2 = 2596.59 - 1511.95 = 1084.64 \text{ metros}$$

Con estas longitudes en metros de tubería es posible calcular el número de tubos para cada diámetro, sabiendo que los tubos que se encuentran en el mercado tienen una longitud de 6 metros.

Tubos D = 2 ½": $1084.64 / 6 = 180.77 ?$ 181 tubos

Tubos D = 2": $1511.95 / 6 = 251.99 ?$ 252 tubos

Tubos D = 2 ½": 181 tubos * 6 = 1086 metros

Tubos D = 2": 252 tubos * 6 = 1512 metros

Conociendo los diámetros internos de cada tubería y las longitudes exactas de tubería que se colocara, se puede saber la perdida de carga que se producirá en cada tramo, para determinar la perdida total en la línea de conducción y determinar si esta es la perdida deseada.

Para 2.537 tenemos $hf_1 = 4.209$ metros.

Para 2.095 tenemos $hf_2 = 14.886$ metros.

Perdida de Carga Total = $4.209 + 14.886 = 19.095$ metros

Cotas Piezométricas

CP1 = $1000 - 4.209 = 995.791$

CP2 = $995.791 - \underline{14.886} = \underline{980.905}$

$1000 - 19.095 = 980.905$

3.10 Tanque de distribución

El tanque de distribución es un depósito para cubrir la demanda de agua en las horas de máximo, siendo su volumen igual al 25% ó 30% del consumo diario de diseño.

Los tanques de almacenamiento tienen una triple función:

Compensar las variaciones de consumo, almacenar un volumen determinado (como reservas para contingencias) y almacenar cierta cantidad para combatir incendios.

Todos los tanques de almacenamiento o distribución de concreto ciclópeo se deben cubrir con losa de concreto reforzada, provista de ventana de inspección y/o reparación.

El acceso al tanque debe de estar cerca de la entrada de la tubería para poder realizar aforos cuando sea necesario.

3.10.1 Partes de un tanque de distribución

El tanque de distribución se compone de las siguientes partes:

3.10.1.1 Depósito principal

Esta estructura contiene el volumen de agua para las horas de mayor consumo. Los muros se construyen de mampostería de piedra o concreto reforzado. La losa y la tapadera son exclusivamente de concreto reforzado.

3.10.1.2 Caja de válvulas de entrada

Esta estructura sirve para la protección de la válvula de control del caudal de entrada al depósito principal.

3.10.1.3 Caja de válvulas de salida

Esta estructura sirve para la protección de la válvula de control del caudal de salida del depósito principal.

Tanto la caja de válvula de entrada como la de salida deberán tener el espacio necesario libre para el manejo de las mismas, con su respectiva tapadera de seguridad, evitando el mal uso de la misma, por personas ajenas al mantenimiento del sistema.

3.10.1.4 Dispositivo de desagüe y rebalse

El tubo de rebalse será de la capacidad igual a la máxima de entrada, utilizando tubería de PVC debidamente anclada al tanque de distribución. Tendrá su respectiva llave de paso que permita vaciar el tanque para limpieza o futuras reparaciones.

3.10.1.5 Ventilación

Tubería de PVC o HG debidamente protegidos para evitar la entrada de insectos al depósito principal.

3.10.2 Volumen del tanque de distribución

En este caso se estará utilizando el 25% del consumo diario, de esta manera tenemos:

$$\text{Vol} = (0.25) * \frac{\text{Pf} * \text{Dot}}{1000 \text{ lts/M}^3}$$

Donde: Pf = Población futura

Dot = Dotación

Vol = Volumen del Tanque

$$\text{Vol} = (0.25) * \frac{589 \text{ hab} * 150 \text{ lts/hab/día}}{1000 \text{ lts/M}^3}$$

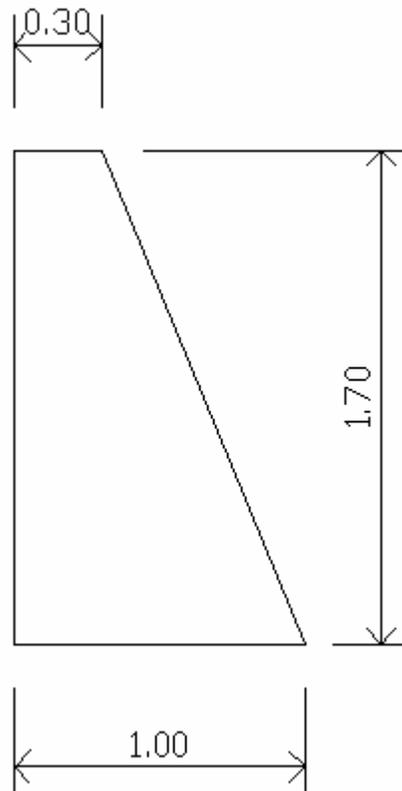
Vol = 22.09 M³ Para fines de diseño tomaremos un volumen de 25 M³.

3.10.3 Análisis del muro del tanque de distribución

El muro del tanque de distribución es un muro de concreto ciclópeo, el cual funciona como un muro de contención por gravedad, y tiene las siguientes dimensiones.

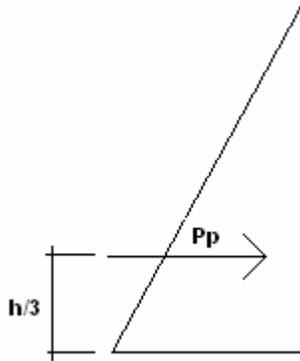
Una altura de 1.70 metros, utilizando el criterio de que la base = 0.6h, se tiene una base de 1.00 metros.

Figura 6. Muro de tanque de distribución



Presión Pasiva

Figura 7. Presiones pasivas en muro de tanque

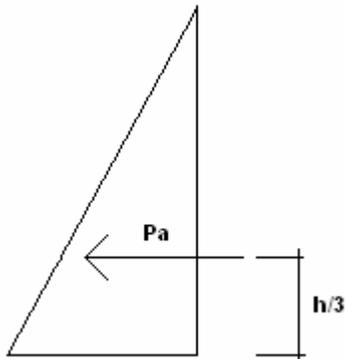


$$P_p = \frac{1}{2} * 3 * 1 * 1 = 1.5$$

$$M_p = 1.5 * 1/3 = 0.5$$

Presión Activa

Figura 8. Presiones activas en muro de tanque



$$P_a = \frac{1}{2} * 1/3 * 1 * 1.7 * 1.7 = 0.48$$

$$M_a = 0.48 * (1.7/3) = 0.272$$

Figura 9. Diagrama de áreas

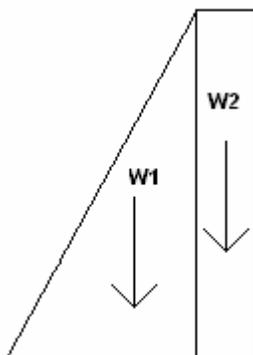


Fig	Área (M ²)	Pe Muro (T/M ³)	W (Ton/M)	Brazo (M)	M (Ton-M/M)
1	0.595	2.4	1.428	0.4666	0.67
2	0.51	2.4	1.224	0.85	1.04
Sumatoria			2.652		1.71

Estabilidad contra volteo

$$FSV = \frac{MR}{Mact} = \frac{Mp + Mw}{Ma} = \frac{0.5 + 1.71}{0.272} = 8.11 > 1.5 \quad \text{Si Chequea}$$

Estabilidad contra deslizamiento

$$FSD = \frac{FR}{Fact} = \frac{Fp + W}{Pa} = \frac{1.5 + 2.652}{0.48} = 8.65 > 1.5 \quad \text{Si Chequea}$$

3.11 Captación

La captación es la obra que recolecta el agua proveniente de uno o varios manantiales o nacimientos de brotes definidos o difusos, que salen de las montañas. La captación puede ser de dos tipos: captaciones de brotes definidos o captación de brotes difusos.

Esta obra es la más crítica, ya que de ella depende el éxito o fracaso el proyecto, para su diseño se debe de tener información a detalle para lograr el objetivo final.

3.11.1 Componentes de la captación

3.11.1.1 Filtro de piedra

Se construye de piedra bola, grava y arena. Los muros se construyen de mampostería de piedra, la losa es de concreto reforzado, con tapadera para inspección, limpieza y respiraderos. A estos hay que agregarle la tubería de PVC de salida y rebalse.

3.11.1.2 Caja de captación

Es la que recibe el agua proveniente del brote, por medio de un tubo de PVC y se construye de 1 M³.

3.11.1.3 Dispositivos de desagüe y rebalse

Estos dispositivos se hacen con tubería y accesorios de PVC de 2". Tanto el rebalse como el desagüe drenan por la misma tubería.

El desagüe es el drenaje para la limpieza de la caja de captación, se compone de un codo de PVC de 2", para evitar la entrada de animales, más un tubo de 2". El rebalse es el drenaje para el excedente de agua y es un tubo de PVC de 2" que se adapte al codo del desagüe sin pegar, este tubo es movable.

3.11.1.4 Contracuneta

Esta se construye alrededor del brote de la captación, el cual es un canal que intercepta el agua de lluvia proveniente de las laderas aledañas, con el fin de evitar la contaminación del manantial.

4. PRESUPUESTOS GENERALES DE LOS PROYECTOS

4.1 Análisis de costos

**Tabla XXV. Renglones de trabajo pavimento y sistema de drenaje barrio
Los Cipresales**

No	Renglón	U	Cantidad	Materiales	Mano de Obra	Herramienta	Costo total	P.U.
1	Excavación	M³	2893.72		Q 72,343.50	Q 3,617.18	Q 75,960.68	Q 26.25
2	Pavimento Rígido	M²	1761.24	Q 199,812.68	Q 14,089.92	Q 704.50	Q 214,607.10	Q 121.85
3	Base	M³	454.52	Q 40,906.08	Q 3,636.16	Q 181.81	Q 44,724.05	Q 98.40
4	Cuneta	ML	568.14	Q 47,127.22	Q 5,681.40	Q 284.07	Q 53,092.69	Q 93.45
5	Fosa Séptica	U	84	Q 268,800.00	Q 24,192.00	Q 1,209.60	Q 294,201.60	Q 3,502.40
6	Pozo de Absorción	U	168	Q 487,200.00	Q 43,848.00	Q 2,192.40	Q 533,240.40	Q 3,174.05
7	Maquinaria	Global	1				Q 55,000.00	Q 55,000.00

Tabla XXVI. Resumen de integración de costos de pavimento barrio Los Cipresales

COSTO DIRECTO		
TOTAL MATERIALES	Q 1,043,845.98	
TOTAL MANO DE OBRA	Q 163,790.98	
HERRAMIENTAS	Q 8,189.55	
MAQUINARIA	Q 55,000.00	
TOTAL COSTO DIRECTO		Q 1,270,826.51
COSTO INDIRECTO		
GASTOS ADMINISTRATIVOS	Q 127,082.65	
UTILIDAD	Q 190,623.98	
IMPREVISTOS	Q 63,541.33	
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 381,247.95
TOTAL DEL PROYECTO		
		Q 1,652,074.46
TOTAL DEL PROYECTO		
		\$ 214,555.12

Tabla XXVII. Renglones de trabajo de la línea de conducción de agua potable de la aldea Panimacac

No	Renglón	U	Cantidad	Materiales	Mano de Obra	Herramienta	Costo total	P.U.
1	Línea de Conducción D = 2 1/2"	ML	1086	Q 67,093.61	Q 18,814.95	Q 1,505.20	Q 87,413.76	Q 80.49
2	Línea de Conducción D = 2"	ML	1512	Q 64,820.73	Q 26,195.40	Q 2,095.63	Q 93,111.76	Q 61.58
3	Válvulas u Accesorios	Global	1	Q 12,661.30	Q 1,553.76	Q 124.30	Q 14,339.36	Q 14,339.36
4	Pazos Aéreos	U	3	Q 31,580.55	Q 2,842.25	Q 227.38	Q 34,650.18	Q 11,550.06
5	Tanque de Captación	U	1	Q 8,594.04	Q 1,860.94	Q 148.87	Q 10,603.85	Q 10,603.85
6	Tanque de Distribución de 25 M ³	U	1	Q 31,061.98	Q 8,209.74	Q 656.78	Q 39,928.50	Q 39,928.50

Tabla XXVIII. Resumen de integración de costos de la línea de conducción de agua potable de la aldea Panimacac

COSTO DIRECTO			
TOTAL MATERIALES		Q 215,812.21	
TOTAL MANO DE OBRA		Q 59,477.04	
HERRAMIENTAS		Q 4,758.16	
TOTAL COSTO DIRECTO			Q 280,047.41
COSTO INDIRECTO			
GASTOS ADMINISTRATIVOS		Q 28,004.74	
UTILIDAD		Q 42,007.11	
IMPREVISTOS		Q 14,002.37	
TOTAL COSTO INDIRECTO			Q 84,014.22
TOTAL DEL PROYECTO			Q 364,061.64
TOTAL DEL PROYECTO			\$ 47,280.73

4.2 Costo directo

Comprende los costos de los materiales, mano de obra calificada, el valor de las herramientas y equipo necesarios para la construcción del proyecto.

4.3 Costo indirecto

Los costos indirectos del proyecto están constituidos por gastos administrativos, un margen de imprevistos y otro de utilidades, para el caso de que el proyecto se ejecute a través de un contratista.

CONCLUSIONES

1. Con la pavimentación de la calle principal del barrio Los Cipresales, se descongestionara la entrada principal de la cabecera municipal, ya que, por medio de esta vía se tendrá una salida adicional, pudiendo dejar la entrada y salida actual de una sola vía los días de tránsito intenso, el efecto descongestionante de esta vía se observará, principalmente, los días de mercado que son los días martes y viernes.
2. Como no existe suficiente espacio para un sistema de tratamiento apropiado, se construirán fosas sépticas y pozos de absorción individuales para cada vivienda, siendo este el sistema de tratamiento que más se adecua a las necesidades del proyecto.
3. La línea de conducción de agua potable, en la Aldea Panimacac, mejorará el servicio con el que, actualmente, cuenta la comunidad, con lo cual se mejorará la calidad de vida de la aldea, notablemente.
4. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es una experiencia en la cual se tiene la oportunidad de enfrentar problemas reales de ingeniería civil, principalmente de la realidad que afrontan las poblaciones del área rural.

RECOMENDACIONES

1. Durante la ejecución de los proyectos, se hace necesario una supervisión profesional, esto es para la optimización de recursos y sacar el mayor provecho posible a los proyectos.
2. Se deben seguir, cuidadosamente, las especificaciones técnicas de los proyectos, para garantizar la calidad de los mismos.
3. Dado que la pavimentación del Barrio Los Cipresales, es, únicamente para salida, se debe colocar la señalización correspondiente para evitar cualquier accidente.
4. Para lograr un funcionamiento óptimo del sistema de drenaje que consiste en fosas sépticas y pozos de absorción, se hace necesario darles el adecuado mantenimiento y que el lapso de tiempo entre un mantenimiento y otro no debe de exceder los 3 años.
5. Se debe de asesorar a la población de la aldea Panimacac respecto a lo importante que es el uso adecuado del agua, no desperdiciándola, dado que es un recurso escaso y muy valioso,
6. Utilizar materiales de comprobada calidad para la construcción de los proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

Díaz Flores, Juan Carlos. **“Diseño de pavimentos y drenaje pluvial de un sector de las zonas 1 y p, y drenaje sanitario del Cantón Choqui Zona 5, Quetzaltenango”**. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998.

Rodríguez de Hurtarte, Ana Cristina. **“Diseño de cuatro proyectos de agua para las Aldeas: San Luís Tacana, Departamento de San Marcos; Vista Hermosa y Piedra Grande, Municipio de Sibilía , Departamento de Quetzaltenango; La Cuchilla, Santa Teresa, Municipio de San Pedro Sacatepequez, Departamento de San Marcos; Las Guacamayas, Municipio de la Democracia, Departamento de Huehuetenango”**. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1988.

Departamento de Salud, Educación y Bienestar de Estados Unidos. **“Manual de Fosas Sépticas”**. Primera Edición, 1975.

Streeter, Víctor y otros. **“Mecánica de Fluidos”**. 9na Edición. Editorial McGraw Hill. 1999

Morales Campos, Erick Antonio . **“Maquinaria utilizada para la construcción de carreteras”**. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1994

Crespo Villalaz., Carlos. **“Mecánica de Suelos y Cimentaciones”**. Editorial LIMUSA.

Secretaria de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia y Sociedad Alemana de Cooperación Técnica. **“Manual Para los Equipos de Planificación, Diseño de Obras Tipo”**. 1999

ANEXOS



**LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS)-CENTRO
DE INVESTIGACIONES (CII)
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12.**

O.T. No. 19092		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 22008	
INTERESADO:	FACULTAD DE INGENIERÍA -EPS-	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD		
RECOLECTADA POR:	Boris Iván Cruz L.	DEPENDENCIA:	U.S.A.C.		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	San Juan de Palmas	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2005-07-28; 10 h. 36 min.		
FUENTE:	Palmas	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2005-07-28; 13 h. 30 min.		
MUNICIPIO:	Cetzamalpa	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Chimaltenango				

RESULTADOS

1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Incoloro	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	-- °C
2. COLOR:	05.00 Unidades	5. SABOR:	-----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	451.00 amhos/cm
3. TURBIEDAD:	03.00 UNT	6. pH:	07.00 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,28	6. CLORUROS (Cl ⁻)	03,00	11. SÓLIDOS TOTALES	268,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,17	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	24,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	03,52	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	06,00	13. SÓLIDOS FIJOS	244,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,16	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	04,00
5. MANGANESO (Mn)	----	10. DUREZA TOTAL	222,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	239,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	264,00	264,00

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: DUREZA en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según Norma COGUANOR NGO 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 20th EDITION 2 000, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2005-08-08

[Handwritten Signature]

Vo.Bo.
Ing. César Alfonso García Guerra
DIRECTOR CII/USAC



[Handwritten Signature]

ZENON RICH SANCOS
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria





EXAMEN BACTERIOLOGICO		O.T. No. 19092	INF. No. A-193568
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u> <u>EPS</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Boris Ivan Ortiz L.</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>San Juan de Palima</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2005-07-28; 10 h 36 min.</u>
FUENTE:	<u>Palima</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2005-07-28; 13 h 30 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>Comalapa</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Chimaltenango</u>	SABOR:	<u>-----</u>
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>Lig. cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL	<u>----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 20TH EDITION 2000. NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION Bacteriológicamente el agua es POTABLE. Según NORMA COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 2005-08-09

Vo.Bo.

Ing. César Alfonso García Guerra
DIRECTOR CII / USAC



[Signature]
ZENY M. FUCHZANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria





CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 144 S.S.

O.T. No. 18,960

Interesado: Municipalidad de San Juan Comalapa
Proyecto: Pavimentación Los Cipresales
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: 1a. Av. 0 calle zona 1 San Juan Comalapa
Pozo No. 1 Profundidad: x

FECHA: 1 de agosto de 2005

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1				Material no plastico Arena pómez color beige

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.


Ing. Cesar Alfonso Garcia Guerra
DIRECTOR CI/USAC




Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





INFORME No. 145 S.S.

O.T. No.

18,960

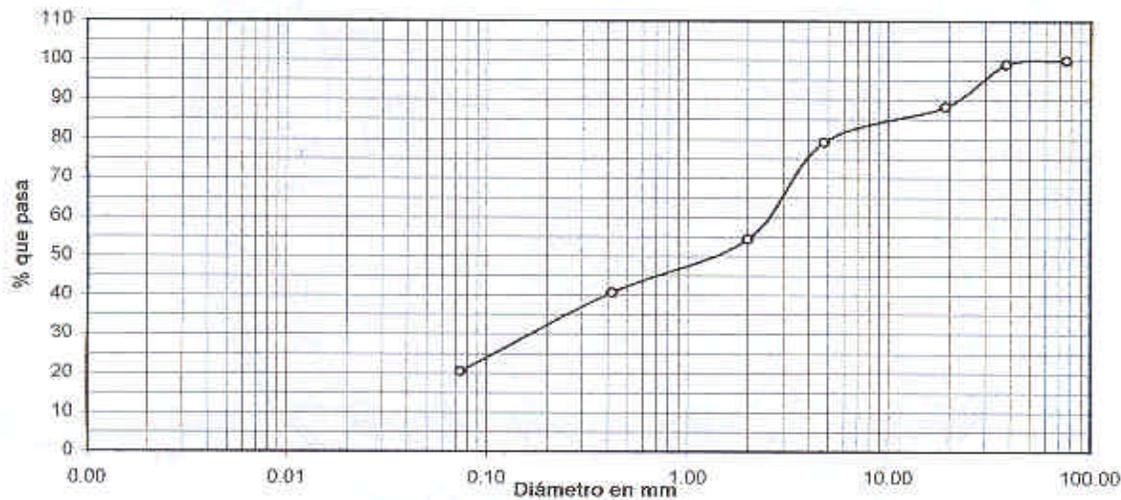
Interesado: Municipalidad de San Juan Comalapa
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
 Proyecto: Pavimentación Los Cipresales
 Procedencia: San Juan Comalapa
 Fecha: 1 de agosto de 2005
 Muestra No. Arena pómez color beige

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3"	76.20	100.00
1 1/2"	38.10	99.06
3/4"	19.05	88.20
4	4.76	79.24
10	2.00	54.36
40	0.42	40.63
200	0.074	20.52

% de Grava: 20.8
 % de Arena: 58.7
 % de Finos: 20.5

Gs:

Análisis por Sedimentación:	
Diámet. mm.	% que pasa



Descripción del suelo: Arena pómez color beige
 Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-2-4
 Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.
 Ing. Cesar Alfonso Garcia Guerra
 DIRECTOR CII/USAC.



Omar E. Medrano Mendez
 Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos





INFORME No. 146 S.S

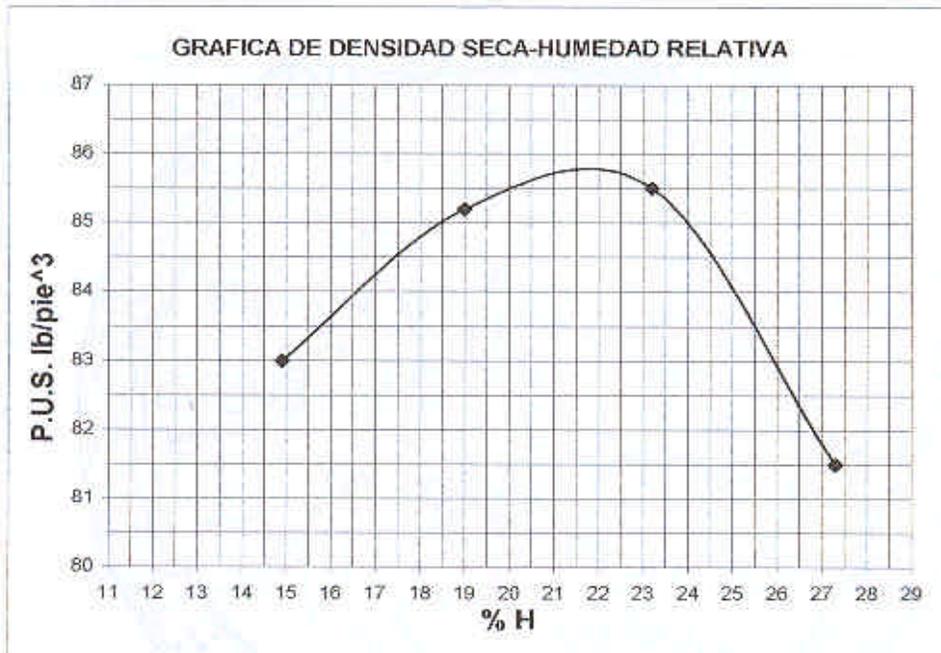
O.T. No.: 18,960

Interesado: Municipalidad de San Juan Comalapa
 Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

Proctor Estándar: () Norma:
 Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180

Proyecto: Pavimentación Los Cipresales

Ubicación: 1a. Av. 0 calle zona 1 San Juan Comalapa
 Fecha: 1 de agosto de 2005



Muestra No.: 1
 Descripción del suelo: Arena pómez color beige
 Densidad seca máxima γ_d : 1.373 t/m³ 85.7 lb/pe³
 Humedad óptima Hop.: 21.4 %
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:


 Ing. Cesar Alfonso Garcia Guerra
 DIRECTOR CIUSAC




 Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No.: 147 S.S.

O.T. No.: 18960

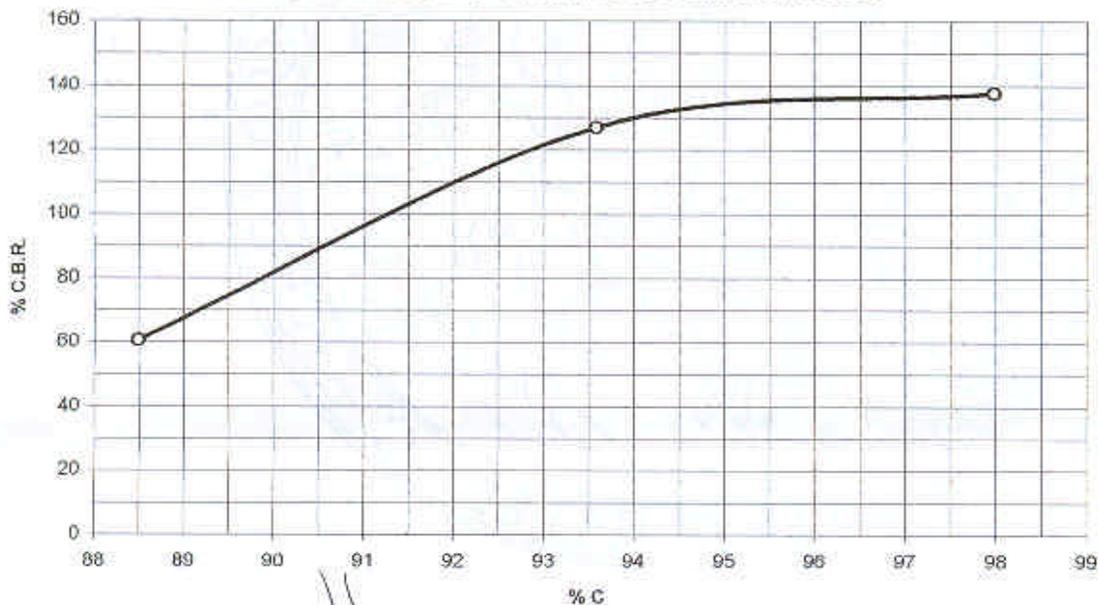
Interesado: Municipalidad de San Juan Comalapa
Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)
Proyecto: Pavimentación Los Cipresales

Norma: A.A.S.H.T.O. T-193

Ubicación: 1a. Av. 0 calle zona 1 San Juan Comalapa
Descripción del suelo: Arena pómez color beige
Muestra No.: 1
Fecha: 1 de agosto de 2005

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d kg/m ³			
1	10	22.5	1214.9	88.49	0.0	60.6
2	30	22.5	1284.8	93.58	0.0	127.1
3	65	22.5	1345.1	97.97	0.0	137.8

GRAFICA DE % C.B.R.-% DE COMPACTACION



Atentamente,

Va. Bo.:

[Handwritten signature]
Ing. Cesar Alfonso Garcia Guerra
DIRECTOR CIMUSAC



[Handwritten signature]
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL LOS CIPRESALES

SOLICITUD No. _____	COMPROBANTE DE PAGO No. _____		
CATEGORÍA	INDICADA	EN	EL LISTADO
TAXATIVO			

Instrucciones:
 Completar el siguiente formulario de EAI, colocando una X en las casillas correspondientes y proporcionar información escrita cuando corresponda.
 La información debe ser proporcionada utilizando letra de molde legible o a máquina, también puede ser utilizado un formato electrónico.

INFORMACION GENERAL

1.	Nombre del proyecto, obra, industria o actividad Pavimento y drenaje sanitario de la calle principal del barrio Los Cipresales
2.	Nombre de la persona individual o jurídica Municipalidad de San Juan Comalapa, Chimaltenango.
3.	Teléfono 78498601 Fax 78498101 E- mail _____
4.	Dirección del Proyecto Barrio Los Cipresales, San Juan Comalapa, Chimaltenango.
5.	Dirección para recibir notificaciones 0 Av. Y 1ª. Calle Esquina Zona 1 (Edificio Municipal), San Juan Comalapa, Chimaltenango.

INFORMACION GENERAL

6.	Breve descripción del Proyecto Construcción de pavimentación de la calle Principal del barrio Los Cipresales, con pavimento rígido, como salida alterna a la cabecera Municipal y sistema de drenaje individual para cada vivienda.
7.	Describir las actividades o procesos principales del proyecto Corte y relleno de la sub-rasante, colocación y compactación de material base, construcción de planchas del pavimento.
8.	Área total de terreno en m2, incluir plano de localización o un mapa escala 1:50,000 y plano de ubicación Aproximadamente 1875 metros cuadrados.
9.	Área de construcción en m2. Aproximadamente 1840 metros cuadrados
10.	Actividades colindantes al proyecto: NORTE Cultivos y vivienda _____ SUR Cultivos _____ ESTE Viviendas _____ OESTE Cultivos y vivienda _____
11.	Caracterización de la actividad a) proyecto nuevo <input checked="" type="checkbox"/> b) actividad de remodelación <input type="checkbox"/> c) ampliación <input type="checkbox"/> d) reubicación de la actividad <input type="checkbox"/>
12.	Avance de la actividad en porcentaje a) 0% <input checked="" type="checkbox"/> b) 20-30% <input type="checkbox"/> c) 50% <input type="checkbox"/> d) 75% <input type="checkbox"/> e) 100% <input type="checkbox"/>
13.	Características del área de influencia del proyecto (especificar): a) cuerpos de agua cercano (ríos, lagos, quebradas, etc.) _____ b) presencia de basureros Ninguno en el área de influencia c) centros poblados cercanos El proyecto se realizará a las afueras del Casco Urbano del Municipio de San Juan Comalapa d) Vegetación (bosque, cultivos, etc.) En los lugares circunvecinos existen bosques y cultivos e) Centros educativos o culturales _____ f) Centros asistenciales (hospitales, asilos, etc.) _____ g) Áreas residenciales Barrio los Cipresales, San Juan Comalapa, Chimaltenango
14.	Riesgos potenciales en el área a) inundación <input type="checkbox"/> b) explosión <input type="checkbox"/> c) deslizamientos <input type="checkbox"/> d) derrame de combustible <input type="checkbox"/> e) fuga de combustible <input type="checkbox"/> f) Otros, especifique _____

I- EMISIONES A LA ATMÓSFERA

1A.	GASES Fuente generadora (especifique procedencia) (Ej. Hornos, proceso, incinerador, caldera, motores, etc.) a) Motor Diesel de generador de 20 kva
------------	--

II. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA (SISTEMA HÍDRICO)

2.1	FUENTES DE ABASTECIMIENTO (Ej. Servicio municipal de agua, construcción de pozo mecánico o artesanal, río, nacimiento de agua, etc.) a) Servicio Municipal de Agua b) _____
------------	--

2.2 **Estimación del caudal de agua requerido por m³/día o lt/día o por batch:** _____ 93 m³/día

Indicar usos principales (Ej. Agua como insumo, lavado de equipo, limpieza, riego, etc.):
 a) Uso domiciliario (Aseo Personal y Preparación de alimentos)

2.3 **Generación de aguas residuales (aguas negras)**
 a) domésticas _____ c) Otro, especificar _____
 Industriales _____

2.4 **Sistema de tratamiento de aguas residuales (ej. tratamiento primario, secundario, terciario) (especificar adjuntando planos, esquemas, cotizaciones, etc.):**
 a) Domésticas: _____ Fosa Séptica
 b) _____

2.5 **Descarga final de aguas residuales tratadas (efluente) (ej. Pozo de absorción, drenaje municipal, río, mar, etc)** _____
 pozos de absorción _____

2.6 **Disposición de lodos** _____

III. Efectos sobre el Suelo (sistema edáfico y lítico)

3.1 **Uso actual del suelo en el área del proyecto:**

a) No se produce cambio de uso, la actividad a realizar es similar a la existente -----

b) Cambio del uso del suelo muy leve-----

c) Cambio significativo en el uso neto, Se desarrollará otra actividad diferente a la anterior-----

d) El cambio de uso del suelo provocará impactos secundarios significativos-----

e) Se produce un cambio muy significativo en el uso del suelo-----

Especificar: _____

3.2. **Movimiento de tierras**

a) Movimiento de tierra, corte y relleno sin movilización fuera del área de la actividad _____

b) Movimiento de tierra, corte y relleno con movilización fuera del área del proyecto _____

c) Construcción de caminos de acceso _____

d) No se contempla movimientos de ningún tipo _____

e) Otro _____

Especificar: _____

3.3 **Impactos ambientales** (Ej. Polvo, eliminación de la cubierta vegetal, cambios morfológicos, etc.)
Producción de polvo durante el proceso de construcción de pavimento y colocación de tubería, eliminación de cubierta vegetal en el área de fosa séptica y pozos de absorción

3.3 **¿Qué medidas propone para contrarrestar los efectos al ambiente que se den por movimientos de tierra?**
Regar agua y compactar correctamente la superficie donde se realiza el movimiento de tierras para asegurar que no quede demasiado material suelto, sembrar nuevamente la cubierta vegetal en los lugares donde sea necesario

IV. DESECHOS SÓLIDOS

4.2 **Tipo de desecho sólido en la fase de construcción**

a) Doméstico _____

b) Comercial _____

c) Industrial _____

d) peligroso _____

e) Otro _____

4.3 **Volumen de los desechos sólidos (basura) en la fase de operación**

a) Igual al de una residencia 5Kg/día _____

b) Producción entre 5-100 Kg/día _____

c) Producción entre 101Kg/día –a 1 Tn. _____

a) Producción mayor a 1 Tn _____

Caracterizar desechos (descripción) _____

4.4 **Desechos peligrosos generados en la fase de construcción o fase de operación** (especificar)
 a) Corrosivo _____
 b) Reactivo _____

4.5 **3 Disposición final de los desechos sólidos (basura) en la fase de construcción u operación**

a) botadero autorizado por la Municipalidad _____

b) tratamiento especial _____

c) empresa privada _____

d) Lugar no autorizado por la Municipalidad _____

e) Exportación de desechos _____

f) otro _____

Ampliar información sobre disposición final de desechos sólidos _____

4.7 ¿Qué medidas propone para contrarrestar la generación de desechos sólidos, para su tratamiento y/o disposición final?
 La producción de desechos sólidos es muy pequeña, los generados por las viviendas

V: DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA

5.1 Consumo aproximado de energía por hora (KW/hr o MW/hr)

5.2 Tipo de Abastecimiento de energía

- a) Sistema nacional de empresa eléctrica
- b) Generación propia

VI. USO DE COMBUSTIBLES

6.1 ¿Tipo de combustible que utiliza?

- a) Gas Licuado de Petróleo –GLP- (Gas propano)
- b) Bunker
- c) Diesel
- d) Butano
- e) Gasolina

6.2 Tipo de almacenamiento

VII. EFECTOS SOBRE LA FLORA Y FAUNA, BOSQUES Y ÁREAS PROTEGIDAS.

7.1 Desplazamiento y/o pérdida de flora y fauna por actividades del proyecto

- a) No habrá desplazamiento de fauna producto de las actividades del proyecto
- b) Desplazamiento temporal de la fauna por actividades del proyecto
- c) Pérdida parcial de flora y fauna por las actividades del proyecto
- d) Pérdida total de flora y fauna, producto de actividades del proyecto

7.2 Pérdida de bosque:

- a) La actividad se desarrolla en un área desprovista de árboles
- b) La actividad involucra tala de 1-3 árboles aislados dentro de una zona de potrero
- c) La actividad involucra tala de árboles dentro de un bosque secundario
- d) La actividad involucra tala de árboles dentro de un bosque primario
- e) La tala de árboles, además ocasiona efectos secundarios en sistema suelo, agua, biodiversidad

Especificar _____

7.3 Efectos en área protegida:

- a) La actividad no se encuentra dentro de un área de protección
- b) La actividad se localiza adyacente al área de protección (cuerpo de agua, bosque vecinal) y no lo modifica
- c) La actividad se localiza adyacente al área de protección , pero ocasiona efectos secundarios
- d) La actividad se localiza dentro de un área de protección

Especifique _____

7.4 ¿Qué medidas propone para contrarrestar la pérdida de flora o fauna o los impactos?

VIII. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS

8.1 Efectos directos en el medio social del entorno inmediato:

- a) Número de vehículos propiedad de la empresa Transito de camión de carga y/o pickup
 Sitio previsto para aparcamiento _____

8.2 Personal

- a) Jornada de trabajo
 - a. Diurna
 - b. Nocturna
 - c. Mixta
- b) Número de empleados por jornada _____

8.3 Efectos en los recursos culturales- arqueológicos:

- a) La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____
- b) La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural o arqueológico _____
- c) La actividad afecta significativamente un recurso cultural o arqueológico _____

Especificar _____

IX.EFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA

9.1 Efectos en la salud humana:

- a) La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio de proyecto
- b) La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores
- c) La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores
- d) Efectos sobre los trabajadores

Especificar _____

9.2 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? _____

La señalización y instalación de pasos seguros, al estar abiertas la zanjas para la instalación del drenaje

DECLARACIÓN JURADA

Yo, _____ propietario o Representante Legal, me
(nombre)
Identifico con cédula de vecindad número de orden _____ y de registro _____
extendida en el municipio de San Juan Comalapa Departamento de
Chimaltenango.

Declaro Bajo juramento que toda información suministrada en este formulario y en los anexos que lo acompañan en verdadera y correcta y someto ante la autoridad ambiental el formulario de Evaluación Ambiental Inicial, para proyecto, obra, industria o actividad; así como me comprometo a cumplir con el Código de Buenas Prácticas, con los instrumentos complementarios, reglamentación ambiental vigente y otras directrices o requerimientos ambientales que sean necesarios.

Lugar y fecha: _____

Firma _____

ESPACIO RESERVADO PARA LA OFICINA DE SERVICIOS (VENTANILLA UNICA) DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES; MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Fecha de recibido _____

Nombre _____

Firma _____ Sello

--

Firma: _____

Vo.Bo. Oficina de Servicios al Usuario

Nota : Presentar original y copia.

EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL ALDEA PANIMACAC

SOLICITUD No. _____	COMPROBANTE DE PAGO No. _____		
CATEGORÍA	INDICADA	EN	EL LISTADO
TAXATIVO			

Instrucciones:

Completar el siguiente formulario de EAI, colocando una X en las casillas correspondientes y proporcionar información escrita cuando corresponda.

La información debe ser proporcionada utilizando letra de molde legible o a máquina, también puede ser utilizado un formato electrónico.

INFORMACION GENERAL

1.	Nombre del proyecto, obra, industria o actividad Línea de conducción de Agua Potable de la Aldea Panimacac
2.	Nombre de la persona individual o jurídica Municipalidad de San Juan Comalapa, Chimaltenango.
3.	Teléfono 78498601 Fax 78498101 E- mail _____
4.	Dirección del Proyecto Barrio Los Cipresales, San Juan Comalapa, Chimaltenango.
5.	Dirección para recibir notificaciones 0 Av. Y 1ª. Calle Esquina Zona 1 (Edificio Municipal), San Juan Comalapa, Chimaltenango.

INFORMACION GENERAL

6.	Breve descripción del Proyecto Colocación de la tubería de la línea de conducción, construcción de tanque de almacenamiento de 25 m ³ y captación de la fuente		
7.	Describir las actividades o procesos principales del proyecto Zanjas de tuberías, colocación de tubería, construcción de tanque y captación		
8.	Área total de terreno en m2, incluir plano de localización o un mapa escala 1:50,000 y plano de ubicación Área de Tanque y captación aproximadamente 100 metros cuadrados		
9.	Área de construcción en m2. Aproximadamente 100 metros cuadrados		
10.	Actividades colindantes al proyecto: NORTE <u>Cultivos y vivienda</u> SUR <u>Bosque</u> ESTE <u>Bosque</u> OESTE <u>B</u>		
11.	Caracterización de la actividad	a) proyecto nuevo <input checked="" type="checkbox"/>	b) actividad de remodelación <input type="checkbox"/>
		c) ampliación <input type="checkbox"/>	d) reubicación de la actividad <input type="checkbox"/>
	e) Otro <input type="checkbox"/> Especifique _____		
12.	Avance de la actividad en porcentaje		
	a) 0% <input checked="" type="checkbox"/>	b) 20-30% <input type="checkbox"/>	c) 50% <input type="checkbox"/>
		d) 75% <input type="checkbox"/>	e) 100% <input type="checkbox"/>
13.	Características del área de influencia del proyecto (especificar):		
	a) cuerpos de agua cercano (ríos, lagos, quebradas, etc.) _____		
	b) presencia de basureros <u>Ninguno en el área de influencia</u>		
	c) centros poblados cercanos <u>El proyecto se realizará en la aldea Panimacac</u>		
	d) Vegetación (bosque, cultivos, etc.) <u>Bosque en todo el recorrido de la línea de conducción</u>		
	e) Centros educativos o culturales _____		
	f) Centros asistenciales (hospitales, asilos, etc.) _____		
	g) Áreas residenciales _____		
	h) Centros religiosos _____		
	i) Fábricas o industrias _____		
	j) Otros _____		
14.	Riesgos potenciales en el área		
	a) inundación <input type="checkbox"/>	b) explosión <input type="checkbox"/>	c) deslizamientos <input type="checkbox"/>
	d) derrame de combustible <input type="checkbox"/>	e) fuga de combustible <input type="checkbox"/>	f) Otros, especifique _____
15.	Tipo de actividad a realizar		
	a) industrial <input type="checkbox"/>	b) minería <input type="checkbox"/>	c) energía <input type="checkbox"/>
	d) construcción y vivienda <input type="checkbox"/>	e) transporte <input type="checkbox"/>	f) turismo <input type="checkbox"/>
	h) salud <input type="checkbox"/>	i) hidrocarburos <input type="checkbox"/>	j) pesquero <input type="checkbox"/>
	l) Otro (especifique) _____	g) agrícola <input type="checkbox"/>	k) forestal <input type="checkbox"/>

2.4 Sistema de tratamiento de aguas residuales (ej. tratamiento primario, secundario, terciario) (especificar adjuntando planos, esquemas, cotizaciones, etc.):

- a) Domésticas: _____
 b) _____
 c) Industriales: _____

2.5 Descarga final de aguas residuales tratadas (efluente) (ej. Pozo de absorción, drenaje municipal, rio, mar, etc) _____

2.6 Disposición de lodos _____

2.7 Aguas de lluvia (captación y disposición de las mismas) _____

2.8 Otras medidas que propone para contrarrestar los posibles daños o efectos al agua, como resultado de la ejecución del proyecto? _____

III. Efectos sobre el Suelo (sistema edáfico y lítico)

3.1 Uso actual del suelo en el área del proyecto:

- a) No se produce cambio de uso, la actividad a realizar es similar a la existente -----
 b) Cambio del uso del suelo muy leve-----
 c) Cambio significativo en el uso neto, Se desarrollará otra actividad diferente a la anterior-----
 d) El cambio de uso del suelo provocará impactos secundarios significativos-----
 e) Se produce un cambio muy significativo en el uso del suelo-----

Especificar: _____

3.2. Movimiento de tierras

- a) Movimiento de tierra, corte y relleno sin movilización fuera del área de la actividad _____
 b) Movimiento de tierra, corte y relleno con movilización fuera del área del proyecto _____
 c) Construcción de caminos de acceso _____
 d) No se contempla movimientos de ningún tipo _____
 e) Otro _____

Especificar: _____

3.3 Impactos ambientales (Ej. Polvo, eliminación de la cubierta vegetal, cambios morfológicos, etc.)

Producción de polvo durante el proceso de construcción de tanque y colocación de tubería, eliminación de cubierta vegetal en el área del tanque

3.3 ¿Qué medidas propone para contrarrestar los efectos al ambiente que se den por movimientos de tierra?

Regar agua y compactar correctamente la superficie donde se realiza el movimiento de tierras para asegurar que no quede demasiado material suelto, sembrar nuevamente la cubierta vegetal en los lugares donde sea necesario

IV. DESECHOS SÓLIDOS

4.1. Especifique volumen de los desechos sólidos (basura) a generar en la fase de construcción

- a) Igual al de una residencia 5Kg/día _____
 b) Producción entre 5-100 Kg/día _____
 c) Producción entre 101Kg/día –a 1 Tn. _____
 d) Producción mayor a 1 Tn _____

Caracterizar desechos (descripción) _____ y pozos de absorción _____

4.2 Tipo de desecho sólido en la fase de construcción

- a) Doméstico _____
 b) Comercial _____
 c) Industrial _____
 d) peligroso _____
 e) Otro _____

4.3 Volumen de los desechos sólidos (basura) en la fase de operación

- a) Igual al de una residencia 5Kg/día _____
 b) Producción entre 5-100 Kg/día _____
 c) Producción entre 101Kg/día –a 1 Tn. _____
 e) Producción mayor a 1 Tn _____

Caracterizar desechos (descripción) _____

4.4 Desechos peligrosos generados en la fase de construcción o fase de operación (especificar)

- a) Corrosivo _____
- b) Reactivo _____
- c) Explosivo _____
- d) Tóxico _____
- e) Inflamable _____
- f) Biológico infeccioso _____

4.5 3 Disposición final de los desechos sólidos (basura) en la fase de construcción u operación

- a) botadero autorizado por la Municipalidad
- b) tratamiento especial
- c) empresa privada
- d) Lugar no autorizado por la Municipalidad
- e) Exportación de desechos
- f) otro

Ampliar información sobre disposición final de desechos sólidos _____

4.7 ¿Qué medidas propone para contrarrestar la generación de desechos sólidos, para su tratamiento y/o disposición final?

La producción de desechos sólidos es muy pequeña, los generados por las viviendas

V: DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA

5.1 Consumo aproximado de energía por hora (KW/hr o MW/hr)

5.2 Tipo de Abastecimiento de energía

- a) Sistema nacional de empresa eléctrica
- b) Generación propia
 - a. Capacidad de generación _____
 - b. Tipo de generación
 - i. Térmica
 - ii. Hidráulica
 - iii. Eólica
 - iv. Solar
 - v. Geotérmica
 - vi. otra
 - c. Planta de emergencia

Ampliar información _____

5.3 ¿Qué medidas propone para contrarrestar los impactos ambientales generados por la demanda y consumo de energía? _____

VI. USO DE COMBUSTIBLES

6.1 ¿Tipo de combustible que utiliza?

- a) Gas Licuado de Petróleo –GLP- (Gas propano)
- b) Bunker
- c) Diesel
- d) Butano
- e) Gasolina
- f) Otro

Especificar _____

6.2 Cantidades a utilizar por día o por mes _____

6.3 Tipo de almacenamiento _____

Uso que se dará a el o los combustibles: _____

6.5 Tipo y Número de Licencia, extendida por la Dirección General de Hidrocarburos, del Ministerio de Energía y Minas _____

6.6. Qué medidas propone para contrarrestar los impactos o riesgos del uso y almacenamiento de combustible? _____

VII. EFECTOS SOBRE LA FLORA Y FAUNA, BOSQUES Y ÁREAS PROTEGIDAS.

7.1 **Desplazamiento y/o pérdida de flora y fauna por actividades del proyecto**

a) No habrá desplazamiento de fauna producto de las actividades del proyecto

b) Desplazamiento temporal de la fauna por actividades del proyecto

c) Pérdida parcial de flora y fauna por las actividades del proyecto

d) Pérdida total de flora y fauna, producto de actividades del proyecto

Especificar _____

7.2 **Pérdida de bosque:**

a) La actividad se desarrolla en un área desprovista de árboles

b) La actividad involucra tala de 1-3 árboles aislados dentro de una zona de potrero

c) La actividad involucra tala de árboles dentro de un bosque secundario

d) La actividad involucra tala de árboles dentro de un bosque primario

e) La tala de árboles, además ocasiona efectos secundarios en sistema suelo, agua, biodiversidad

Especificar _____

7.3 **Efectos en área protegida:**

a) La actividad no se encuentra dentro de un área de protección

b) La actividad se localiza adyacente al área de protección (cuerpo de agua, bosque vecinal) y no lo modifica

c) La actividad se localiza adyacente al área de protección, pero ocasiona efectos secundarios

d) La actividad se localiza dentro de un área de protección

Especifique _____

7.4 **¿Qué medidas propone para contrarrestar la pérdida de flora o fauna o los impactos?**
Los arboles seran talados, solo por el lugar donde pase exactmante la tubería.

VIII. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS

8.1 **Efectos directos en el medio social del entorno inmediato:**

a) Número de vehículos propiedad de la empresa Transito de camión de carga y/o pickup

b) Sitio previsto para aparcamiento _____

8.2 **Personal**

a) Jornada de trabajo

a. Diurna

b. Nocturna

c. Mixta

b) Número de empleados por jornada _____

8.3 **Efectos en los recursos culturales- arqueológicos:**

a) La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____

b) La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural o arqueológico _____

c) La actividad afecta significativamente un recurso cultural o arqueológico _____

Especificar _____

8.4 **Identificar algún problema social que puede generarse por la realización del proyecto** _____

8.5 **¿Qué medidas propone para contrarrestar los impactos identificados anteriormente?**

IX.EFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA

9.1 Efectos en la salud humana:

- a) La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio de proyecto
- b) La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores
- c) La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores
- d) Efectos sobre los trabajadores

Especificar _____

9.2 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? _____

DECLARACIÓN JURADA

Yo, _____ propietario o Representante Legal, me
(nombre)
Identifico con cédula de vecindad número de orden _____ y de registro _____
extendida en el municipio de San Juan Comalapa Departamento de
Chimaltenango.

Declaro Bajo juramento que toda información suministrada en este formulario y en los anexos que lo acompañan en verdadera y correcta y someto ante la autoridad ambiental el formulario de Evaluación Ambiental Inicial, para proyecto, obra, industria o actividad; así como me comprometo a cumplir con el Código de Buenas Prácticas, con los instrumentos complementarios, reglamentación ambiental vigente y otras directrices o requerimientos ambientales que sean necesarios.

Lugar y fecha: _____

Firma _____

ESPACIO RESERVADO PARA LA OFICINA DE SERVICIOS (VENTANILLA UNICA) DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES; MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Fecha de recibido _____

Nombre _____

Firma _____ Sello



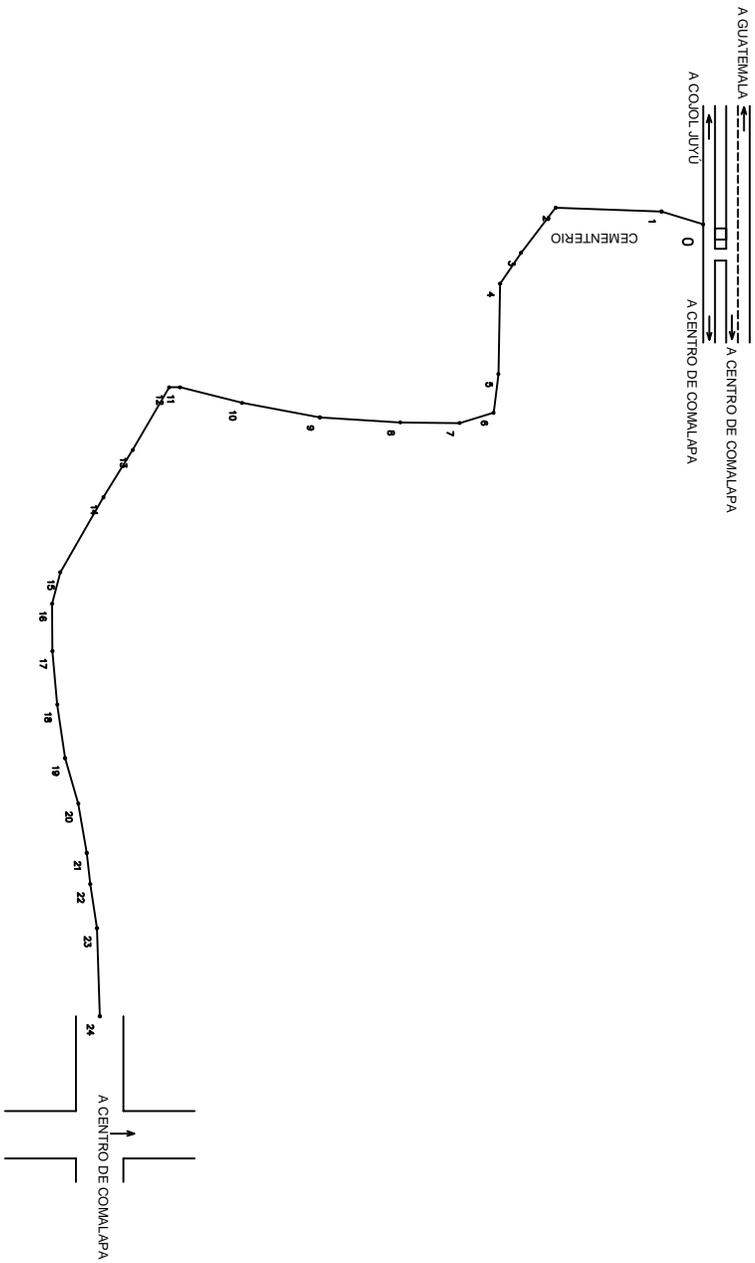
Firma: _____

Vo.Bo. Oficina de Servicios al Usuario

Nota : Presentar original y copia.



Figura 10. Planta General Barrio Los Cipresales



EST	PO	DH	Azimit
E-0	E-1.0	18.34	197°
E-1.0	E-2.0	44.70	182°
E-2.0	E-3.0	23.99	127°
E-3.0	E-4.0	15.72	124°
E-4.0	E-5.0	38.15	91°
E-5.0	E-6.0	16.45	97°
E-6.0	E-7.0	15.00	163°
E-7.0	E-8.0	25.00	180°
E-8.0	E-9.0	34.00	183°
E-9.0	E-10.0	33.39	190°
E-10.0	E-11.0	26.95	194°
E-11.0	E-12.0	4.62	179°
E-12.0	E-13.0	30.58	120°
E-13.0	E-14.0	23.49	121°
E-14.0	E-15.0	59.98	120°
E-15.0	E-16.0	13.73	104°
E-16.0	E-17.0	19.97	89°
E-17.0	E-18.0	42.62	87°
E-18.0	E-19.0	22.86	81°
E-19.0	E-20.0	19.94	73°
E-20.0	E-21.0	41.08	77°
E-21.0	E-22.0	13.20	83°
E-22.0	E-23.0	32.00	82°
E-23.0	E-24.0	37.20	88°

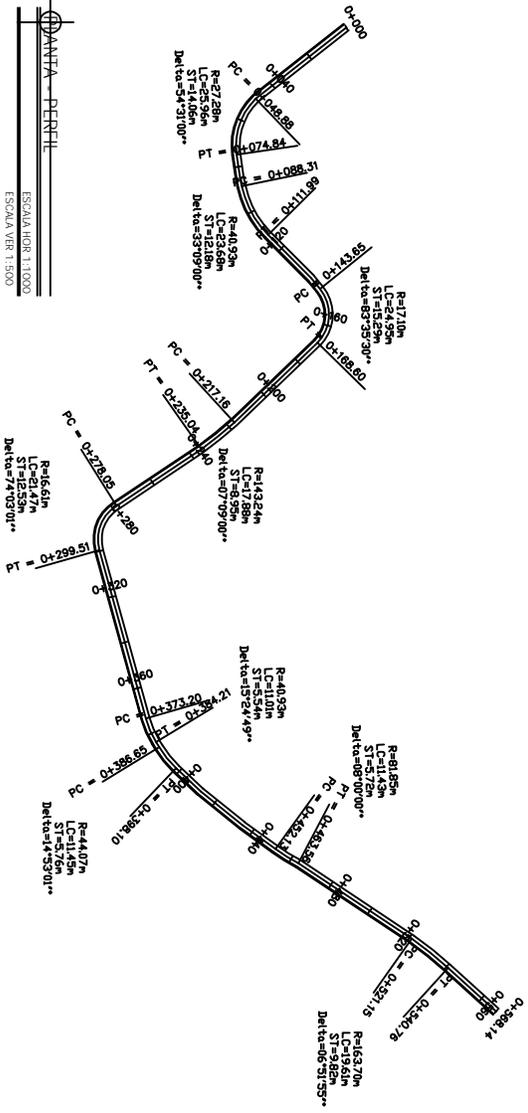
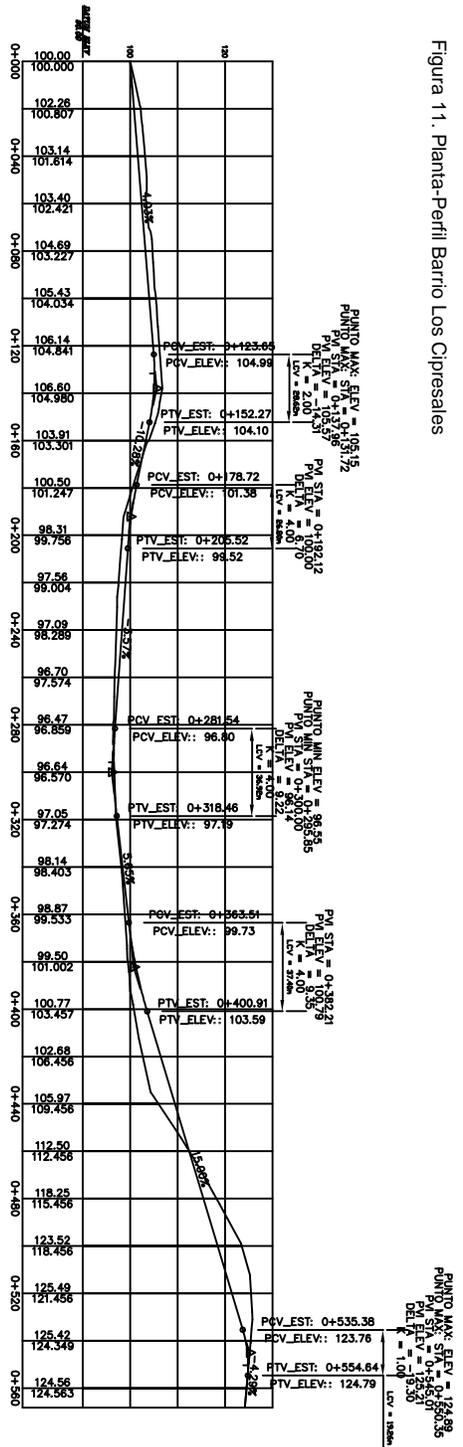
PLANTA GENERAL CALLE PRINCIPAL BARRIO LOS CIPRESALES
ESCALA 1:1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR

PROYECTO: PAVIMENTACION Y DRENAJE	DISEÑO: SIN DISE	DETALLE: SIN DISE	CALCULO: SIN DISE
PLAN DE PLANTA GENERAL	CONSTRUCCION: LOS CIPRESALES	PROYECTO: SAN JUAN COMALAPA	FECHA: 1
NOMBRE: XXXXXXXXXX		PROYECTO: SAN JUAN COMALAPA	FECHA: 6
DISEÑADO POR: XXXXXXXXXX		PROYECTO: SAN JUAN COMALAPA	FECHA: 6



Figura 11. Planta-Perfil Barrio Los Cipresales



PLANETA - PERFIL
ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500

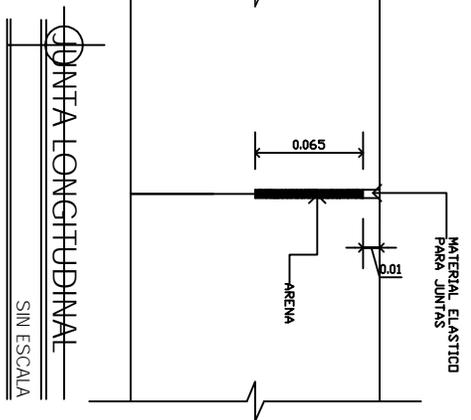
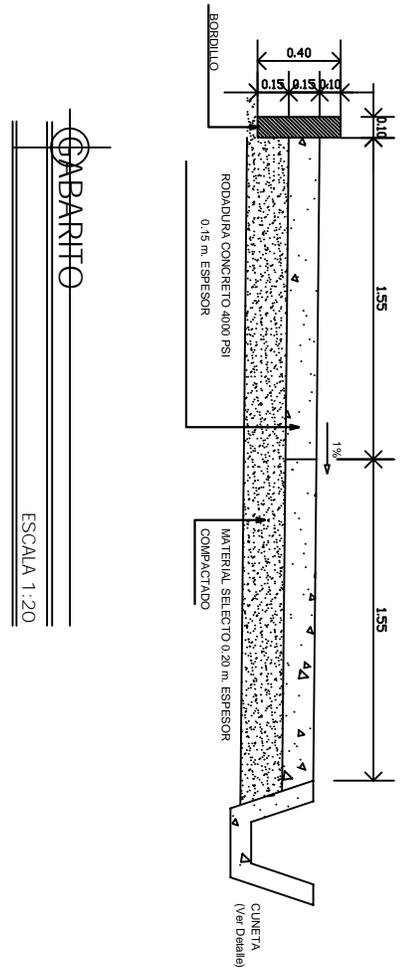
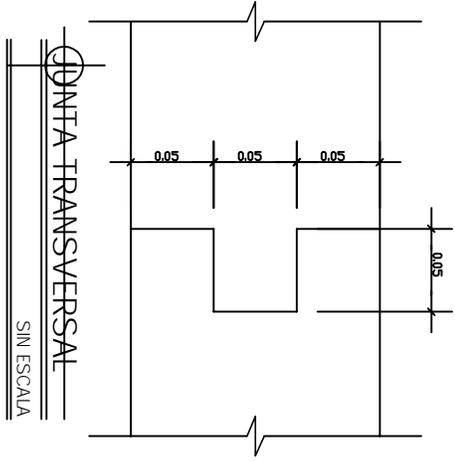
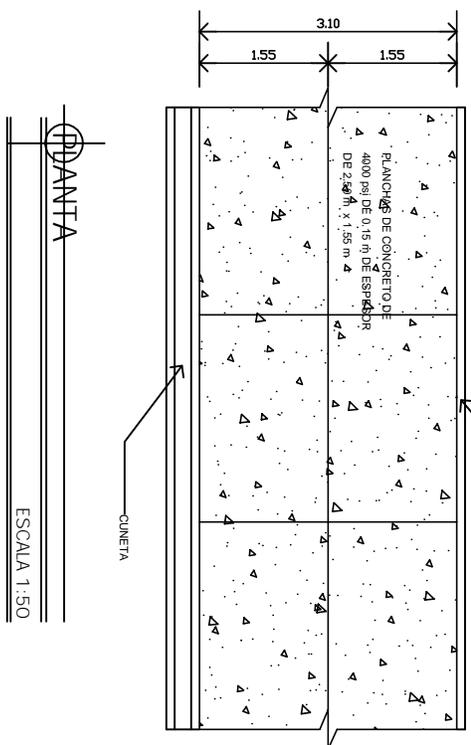
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE DISEÑO

PAVIMENTACION Y DRENAJE
PLANTA - PERFIL

Nombre	Fecha	Calificación

Nombre	Fecha	Calificación

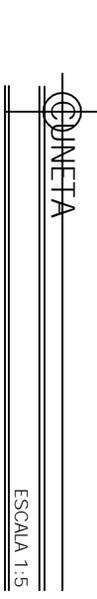
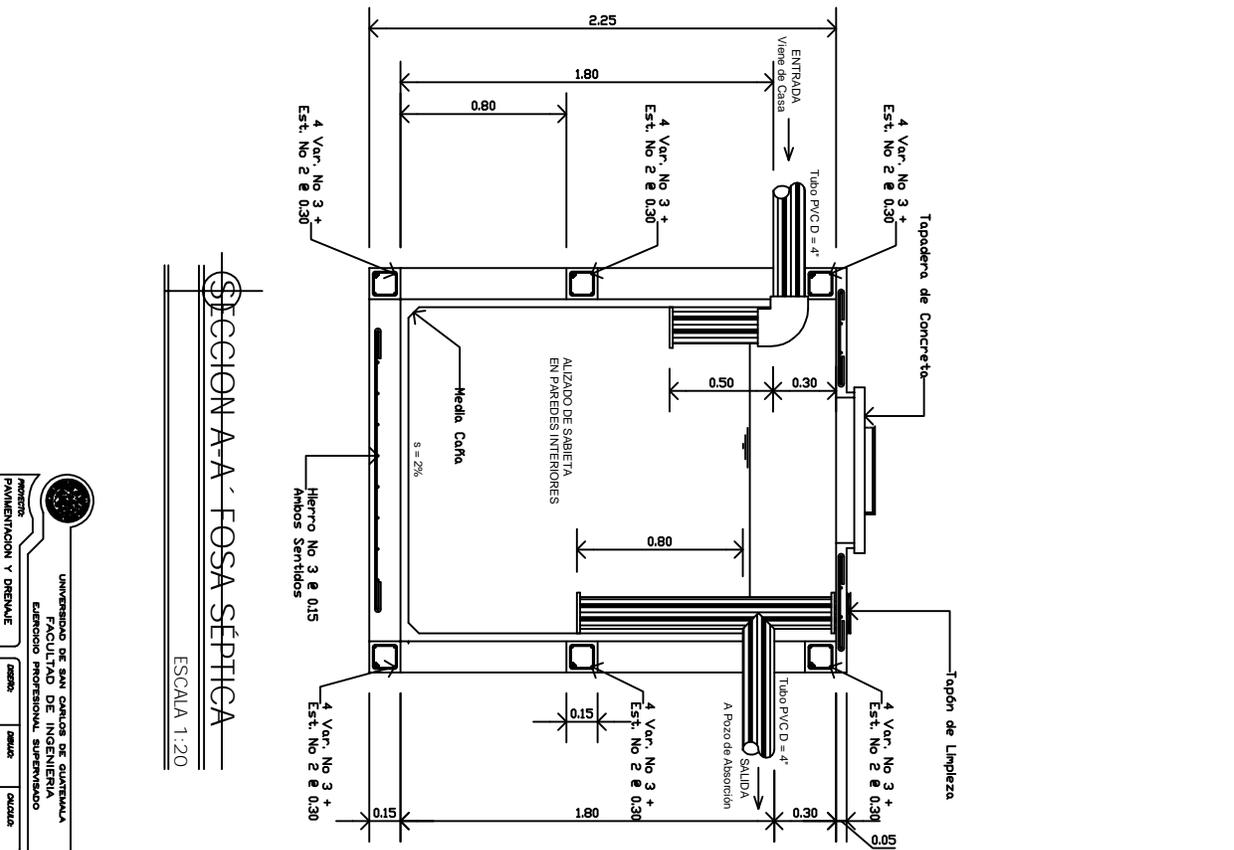
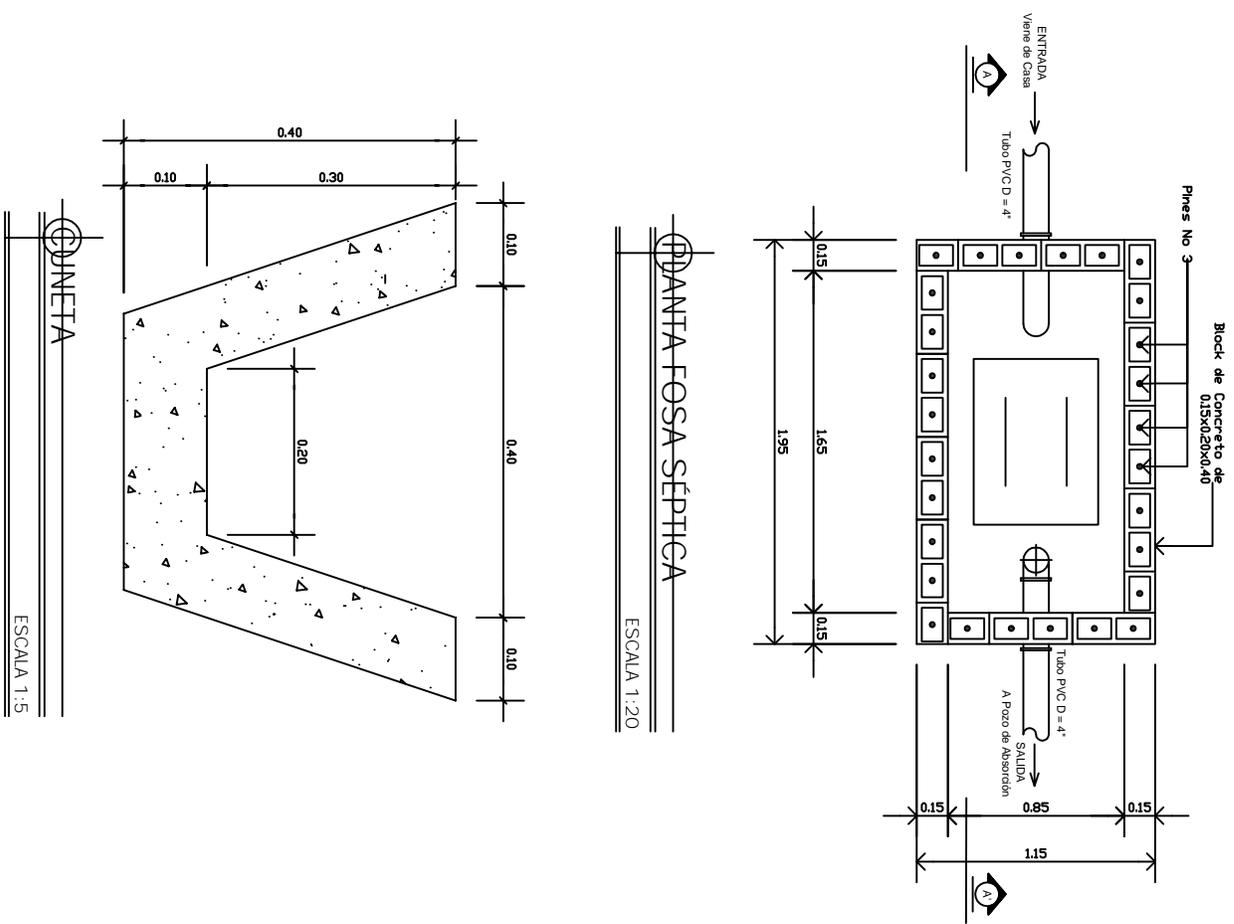
Figura 12. Detalles Pavimento Barrio Los Cipresales



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR

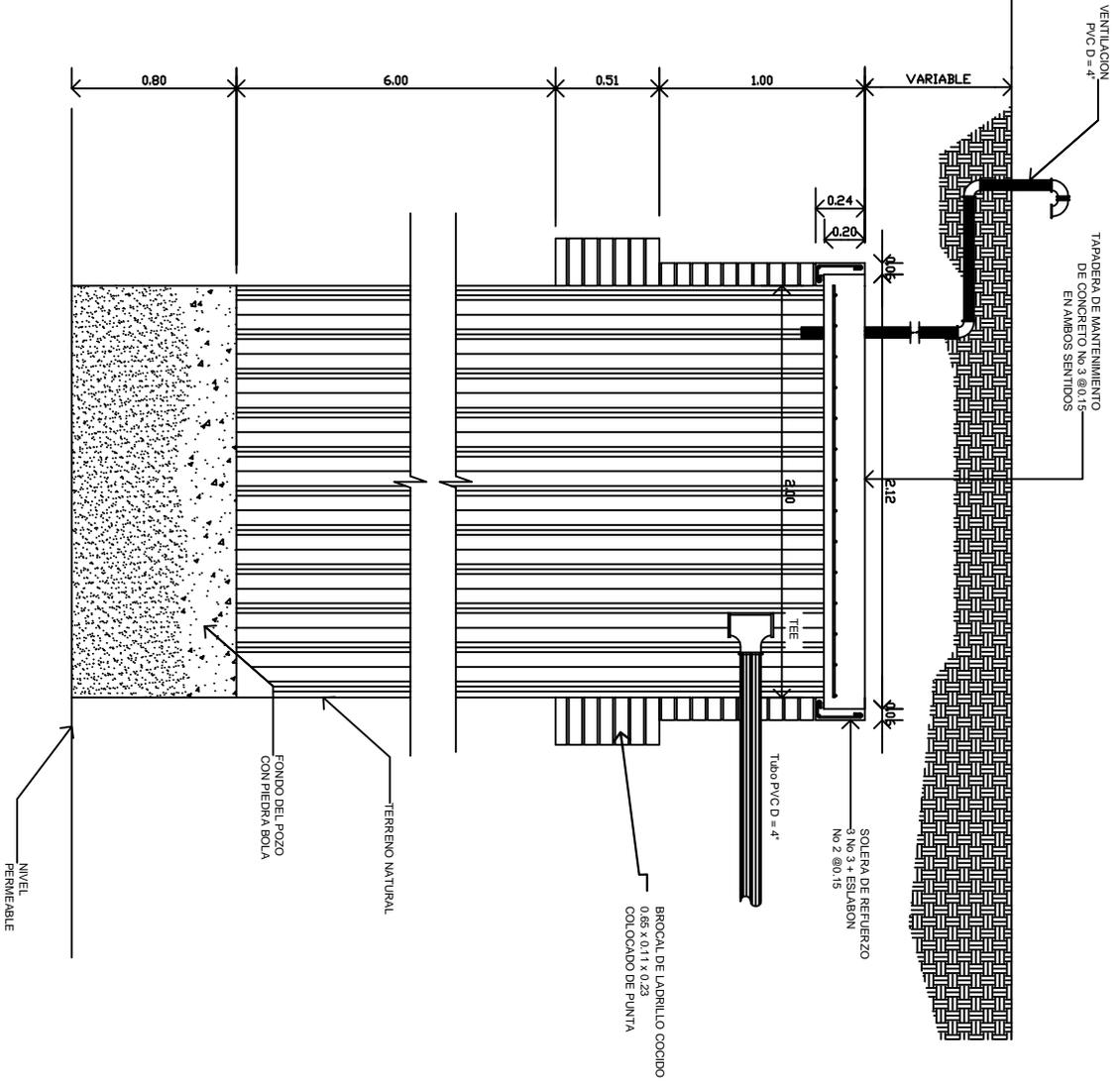
PROYECTO	PAVIMENTACION Y DRENAJE
PAVIMENTO	PAVIMENTO
DETALLES	DETALLES
Nombre	Nombre
Fecha	Fecha
Elaborado por	Elaborado por
Revisado por	Revisado por
Aprobado por	Aprobado por
Fecha de entrega	Fecha de entrega
Hoja	3
Total	6

Figura 13. Detalles Fosa Séptica Barrio Los Cipresales

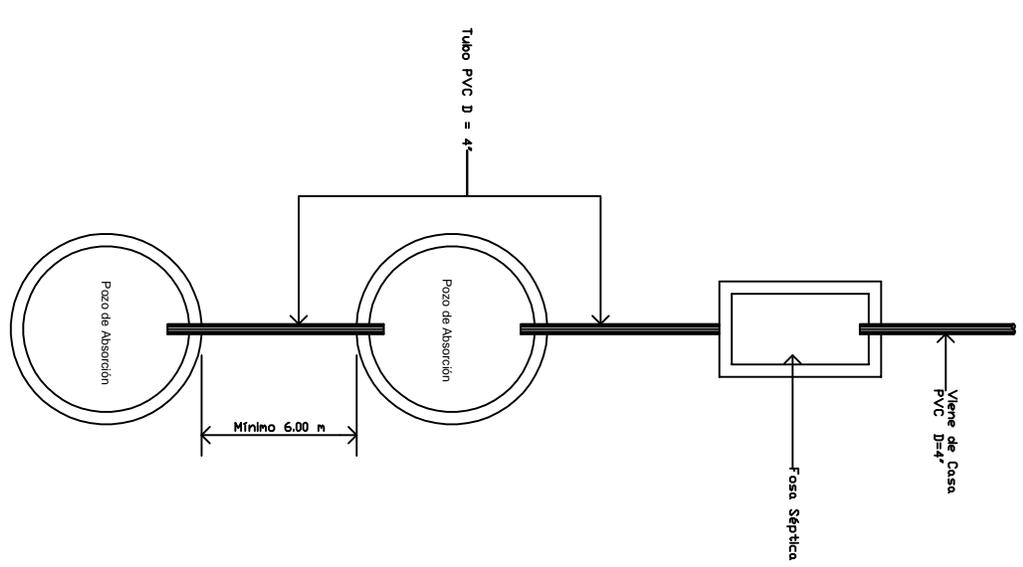


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ESCUELA PROFESIONAL DE DISEÑO	
PROFESOR	PAVIMENTACION Y DRENAJE
ALUMNO	RAYMUNDO
DETALLE	DETALLE
FECHA	FECHA
PROFESOR	PAVIMENTACION Y DRENAJE
ALUMNO	RAYMUNDO
FECHA	FECHA
PROFESOR	PAVIMENTACION Y DRENAJE
ALUMNO	RAYMUNDO
FECHA	FECHA

Figura 14. Pozo de Absorción Barrio Los Cipresales



PERFIL POZO DE ABSORCION
ESCALA 1:20



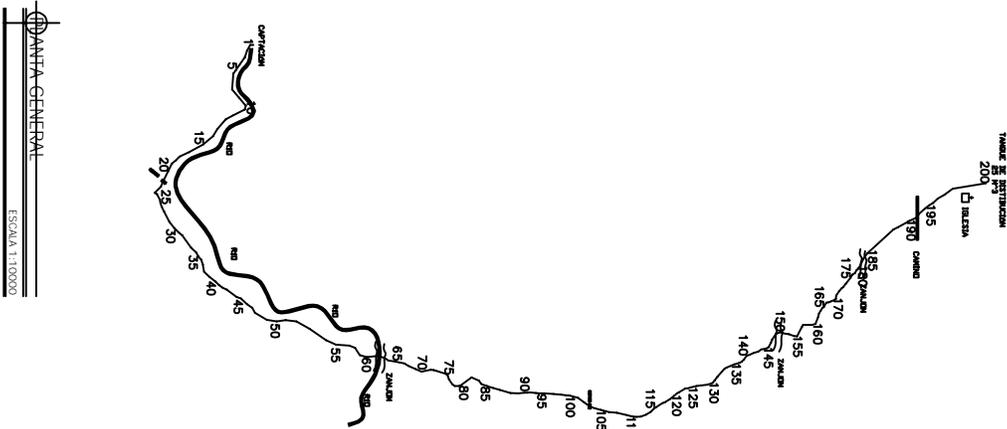
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR

PROYECTO	PAVIMENTACION Y DRENAJE
PAIS DE ORIGEN	GUATEMALA
DETALLES	5
NO. DE	6

DESIGNADO	DESIGNADO	DESIGNADO
REVISADO	REVISADO	REVISADO
APROBADO	APROBADO	APROBADO
FECHA	FECHA	FECHA



Figura 16. Planta General Panimacac



EST	PO	AZIMUT	DH
E-0	E-1	180° 0'	5,78
E-1	E-2	135° 27'	5,1756
E-2	E-3	130° 30'	22,20
E-3	E-4	125° 30'	22,20
E-4	E-5	124° 46'	43,12
E-5	E-6	125° 38'	1,9
E-6	E-7	94° 16'	6,33
E-7	E-8	50° 36'	18,22
E-8	E-9	50° 12'	13,44
E-9	E-10	102° 18'	21,80
E-10	E-11	183° 13'	48,27
E-11	E-12	152° 20'	38,45
E-12	E-13	142° 12'	21,18
E-13	E-14	138° 5'	31,27
E-14	E-15	152° 35'	57,33
E-15	E-16	152° 26'	11,22
E-16	E-17	153° 26'	11,63
E-17	E-18	137° 41'	21,89
E-18	E-19	137° 38'	42,17
E-19	E-20	115° 0'	59,23
E-20	E-21	115° 20'	59,23
E-21	E-22	130° 30'	5,10
E-22	E-23	124° 30'	6,32
E-23	E-24	81° 53'	46,7
E-24	E-25	61° 53'	46,7
E-25	E-26	81° 53'	46,7
E-26	E-27	76° 31'	42,16
E-27	E-28	61° 39'	59,35
E-28	E-29	62° 33'	59,35
E-29	E-30	51° 37'	9,15
E-30	E-31	48° 15'	19,30
E-31	E-32	40° 18'	30,43
E-32	E-33	52° 41'	37,49
E-33	E-34	41° 37'	49,14
E-34	E-35	50° 4'	22,33
E-35	E-36	49° 31'	27,33
E-36	E-37	74° 32'	41,10
E-37	E-38	76° 54'	16,26
E-38	E-39	43° 32'	59,15
E-39	E-40	38° 9'	20,15
E-40	E-41	40° 38'	31,28
E-41	E-42	43° 28'	51,40
E-42	E-43	44° 33'	50,31
E-43	E-44	17° 47'	41,9
E-44	E-45	35° 8'	13,26
E-45	E-46	35° 8'	13,26
E-46	E-47	34° 58'	32,40
E-47	E-48	40° 30'	24,20
E-48	E-49	30° 24'	20,28
E-49	E-50	10° 1'	35,20
E-50	E-51	35° 12'	20,19
E-51	E-52	12° 33'	30,70
E-52	E-53	34° 22'	46,42
E-53	E-54	34° 22'	46,42
E-54	E-55	25° 27'	43,23
E-55	E-56	3° 46'	13,28
E-56	E-57	20° 30'	39,13
E-57	E-58	41° 34'	59,30
E-58	E-59	15° 44'	37,10
E-59	E-60	15° 23'	14,18
E-60	E-61	50° 51'	38,30
E-61	E-62	17° 23'	36,30
E-62	E-63	9° 21'	21,45
E-63	E-64	9° 39'	33,36
E-64	E-65	7° 19'	33,13
E-65	E-66	9° 56'	34,33
E-66	E-67	9° 56'	34,33
E-67	E-68	15° 11'	47,13
E-68	E-69	24° 2'	48,17
E-69	E-70	23° 57'	24,30
E-70	E-71	24° 38'	15,16
E-71	E-72	24° 38'	15,16
E-72	E-73	16° 32'	51,25
E-73	E-74	16° 37'	21,4
E-74	E-75	18° 13'	10,27
E-75	E-76	21° 29'	24,32
E-76	E-77	31° 6'	47,38
E-77	E-78	37° 11'	23,50
E-78	E-79	37° 25'	36,00

EST	PO	AZIMUT	DH
E-79	E-80	350° 38'	1'
E-80	E-81	351° 54'	15,13
E-81	E-82	324° 25'	9,28
E-82	E-83	23° 6'	46,16
E-83	E-84	52° 16'	42,9
E-84	E-85	13° 19'	20,28
E-85	E-86	18° 20'	28,60
E-86	E-87	15° 54'	18,14
E-87	E-88	16° 11'	37,38
E-88	E-89	2° 10'	10,16
E-89	E-90	355° 18'	37,13
E-90	E-91	355° 43'	18,19
E-91	E-92	355° 15'	57,37
E-92	E-93	355° 15'	57,37
E-93	E-94	355° 42'	21,43
E-94	E-95	355° 57'	56,48
E-95	E-96	355° 57'	56,48
E-96	E-97	3° 25'	7,20
E-97	E-98	3° 25'	7,20
E-98	E-99	5° 8'	65,48
E-99	E-100	3° 59'	15,8
E-100	E-101	11° 44'	35,28
E-101	E-102	21° 0'	53,41
E-102	E-103	35° 0'	2,14
E-103	E-104	29° 8'	65,29
E-104	E-105	14° 25'	44,23
E-105	E-106	14° 50'	39,31
E-106	E-107	14° 50'	39,31
E-107	E-108	9° 49'	56,18
E-108	E-109	9° 49'	56,18
E-109	E-110	10° 29'	32,48
E-110	E-111	0° 48'	7,20
E-111	E-112	0° 48'	7,20
E-112	E-113	340° 24'	33,10
E-113	E-114	334° 7'	24,22
E-114	E-115	315° 59'	40,9
E-115	E-116	317° 39'	31,14
E-116	E-117	323° 29'	36,20
E-117	E-118	330° 30'	30,33
E-118	E-119	330° 41'	52,12
E-119	E-120	321° 13'	56,18
E-120	E-121	322° 4'	32,24
E-121	E-122	322° 19'	24,15
E-122	E-123	337° 37'	8,28
E-123	E-124	337° 37'	8,28
E-124	E-125	343° 3'	47,50
E-125	E-126	343° 3'	47,50
E-126	E-127	345° 11'	11,62
E-127	E-128	345° 26'	3,9
E-128	E-129	339° 19'	56,23
E-129	E-130	310° 5'	18,6
E-130	E-131	310° 5'	18,6
E-131	E-132	307° 39'	35,16
E-132	E-133	311° 57'	22,24
E-133	E-134	314° 35'	44,28
E-134	E-135	338° 19'	56,23
E-135	E-136	338° 19'	56,23
E-136	E-137	338° 44'	46,33
E-137	E-138	338° 44'	46,33
E-138	E-139	311° 15'	44,6
E-139	E-140	300° 8'	24,16
E-140	E-141	317° 27'	24,16
E-141	E-142	323° 44'	24,16
E-142	E-143	326° 30'	38,8
E-143	E-144	326° 30'	38,8
E-144	E-145	339° 22'	38,18
E-145	E-146	337° 53'	5,24
E-146	E-147	295° 56'	27,10
E-147	E-148	294° 2'	44,11
E-148	E-149	336° 52'	34,32
E-149	E-150	314° 7'	4,18
E-150	E-151	314° 7'	4,18
E-151	E-152	327° 3'	40,46
E-152	E-153	326° 49'	25,56
E-153	E-154	184° 19'	29,1
E-154	E-155	18° 11'	23,18
E-155	E-156	239° 0'	16,27
E-156	E-157	288° 0'	16,27
E-157	E-158	313° 13'	53,36
E-158	E-159	327° 27'	25,38
E-159	E-160	344° 47'	8,8

EST	PO	AZIMUT	DH
E-160	E-161	291° 18'	38,15
E-161	E-162	287° 37'	1,23
E-162	E-163	291° 17'	42,23
E-163	E-164	285° 6'	59,16
E-164	E-165	285° 38'	6,40
E-165	E-166	285° 11'	14,14
E-166	E-167	315° 24'	6,14
E-167	E-168	322° 54'	31,19
E-168	E-169	322° 42'	59,23
E-169	E-170	326° 13'	34,30
E-170	E-171	219° 16'	49,74
E-171	E-172	219° 16'	49,74
E-172	E-173	305° 33'	54,32
E-173	E-174	302° 24'	6,29
E-174	E-175	303° 14'	23,33
E-175	E-176	308° 38'	31,18
E-176	E-177	306° 32'	8,18
E-177	E-178	305° 35'	46,24
E-178	E-179	309° 59'	0,7
E-179	E-180	309° 59'	0,7
E-180	E-181	305° 52'	29,14
E-181	E-182	305° 33'	53,20
E-182	E-183	285° 27'	9,14
E-183	E-184	287° 32'	38,20
E-184	E-185	285° 33'	54,32
E-185	E-186	285° 33'	54,32
E-186	E-187	317° 19'	10,74
E-187	E-188	334° 9'	30,16
E-188	E-189	332° 33'	8,34
E-189	E-190	332° 0'	20,36
E-190	E-191	329° 0'	35,14
E-191	E-192	329° 47'	49,8
E-192	E-193	329° 47'	49,8
E-193	E-194	312° 31'	29,26
E-194	E-195	321° 18'	43,11
E-195	E-196	324° 35'	17,21
E-196	E-197	322° 36'	19,34
E-197	E-198	325° 32'	34,37
E-198	E-200	350° 38'	4,70

ESPECIFICACIONES:

- Se utilizará tubería de PVC, de diámetro indicado.
- En los puntos donde la tubería quede expuesta se utilizará tubería de HG.
- La tubería quedará enterrada 0,60m de la superficie apropiadamente.
- Las zanjas de la tubería serán rellenadas y compactadas.
- Todas las estructuras de concreto, a menos que se indique lo contrario, tendrán una resistencia de 3000 psi.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE DISEÑO

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA
PLANTA Y PERFIL

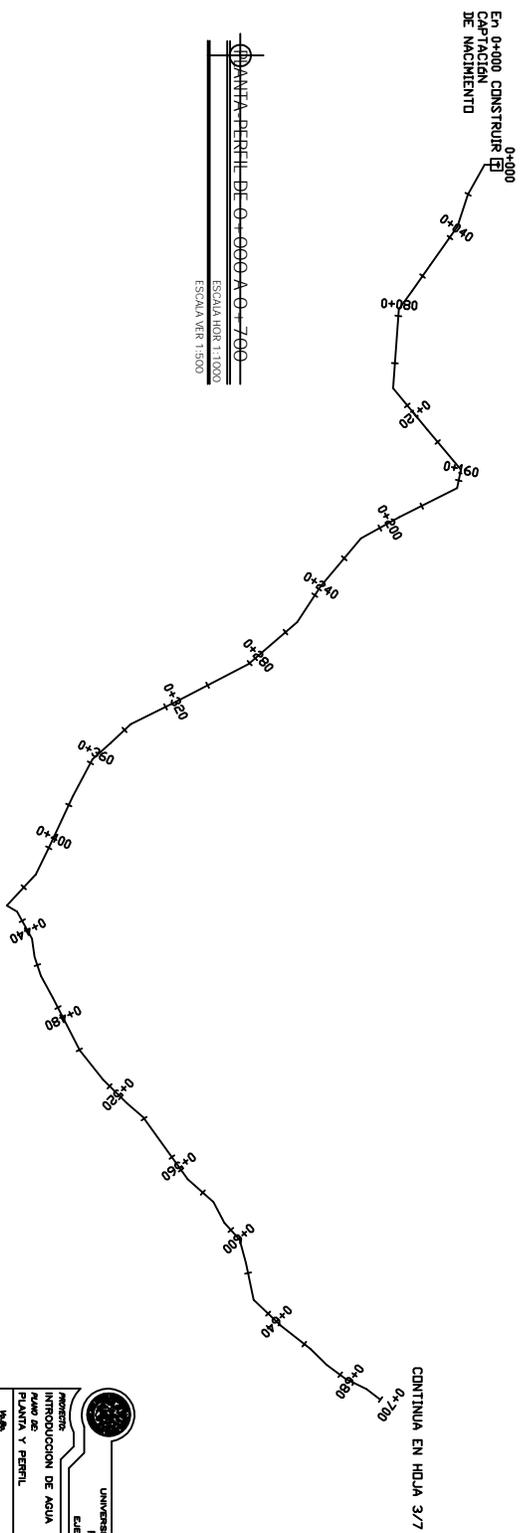
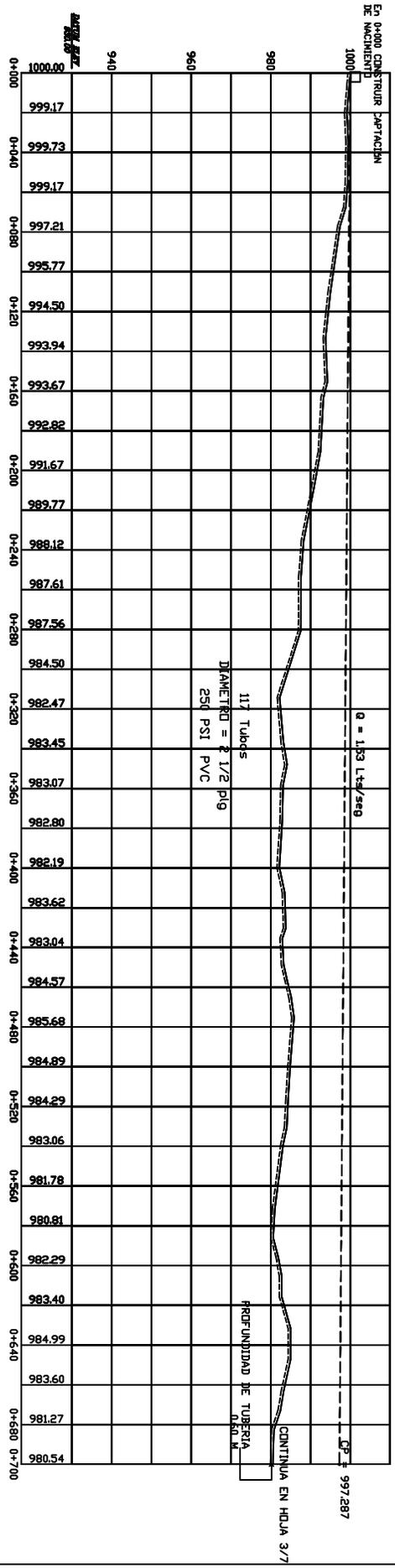
Nombre: _____

DISEÑO:	DISEÑO:	DISEÑO:	DISEÑO:
_____	_____	_____	_____
CONSEJO DIRECTIVO:	CONSEJO DIRECTIVO:	CONSEJO DIRECTIVO:	CONSEJO DIRECTIVO:
_____	_____	_____	_____

19



Figura 17. Planta-Perfil 0+000 a 0+700 Paninacac



PLANTA PERFIL DE 0+000 A 0+700
 ESCALA HOR 1:1000
 ESCALA VER 1:500

CONTINUA EN HOJA 3/7

INDICACION	
<input type="checkbox"/>	CANAL DE CAPTACION
<input checked="" type="checkbox"/>	TUBERIA DE ALMACENAMIENTO
<input checked="" type="checkbox"/>	VALVULA DE LIMPieza
<input checked="" type="checkbox"/>	VALVULA DE AIRE
<input type="checkbox"/>	MANO MANEJO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA PLANTA Y PERFIL

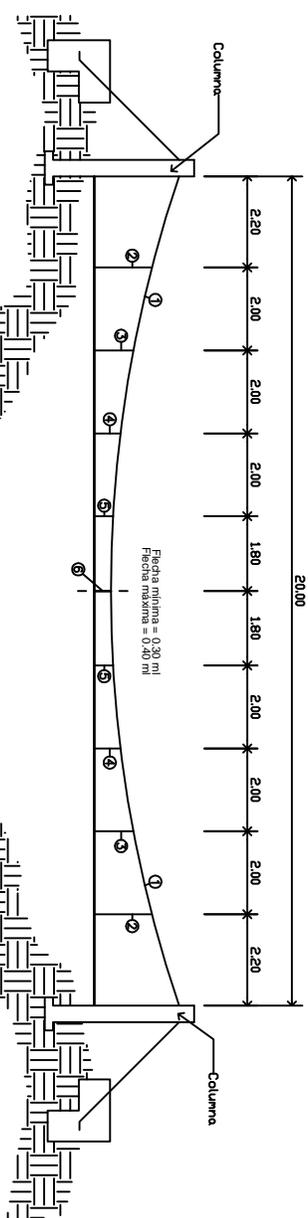
Nombre: _____

FECHA DE ENTREGA: _____

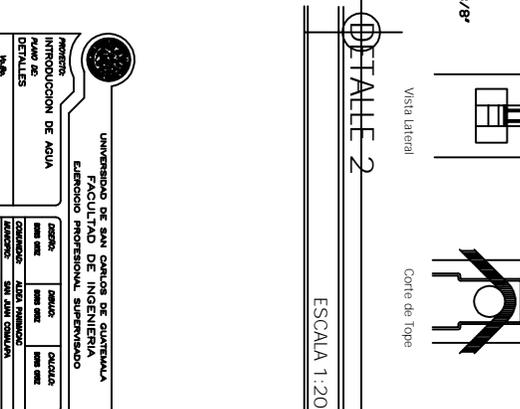
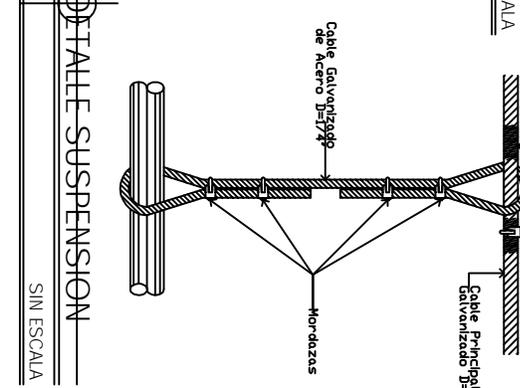
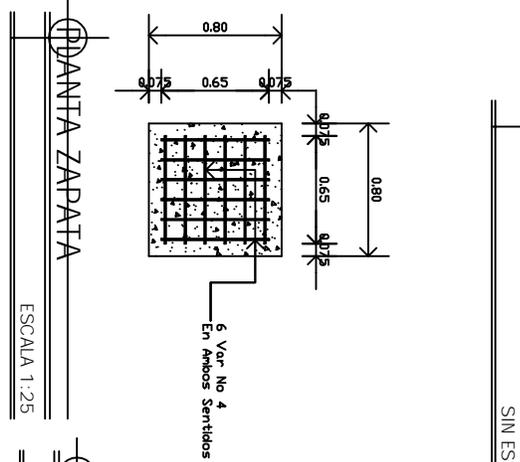
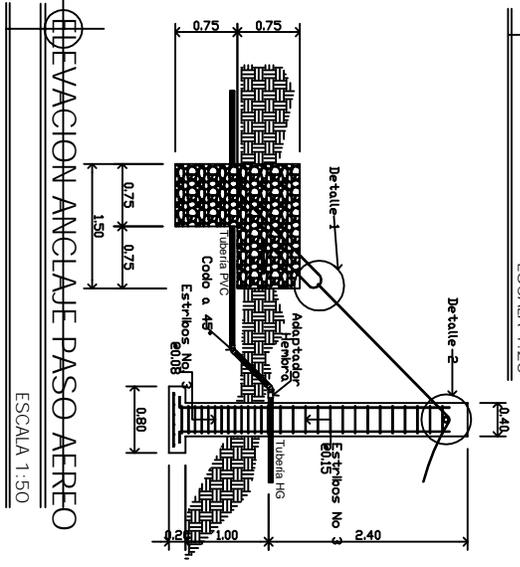
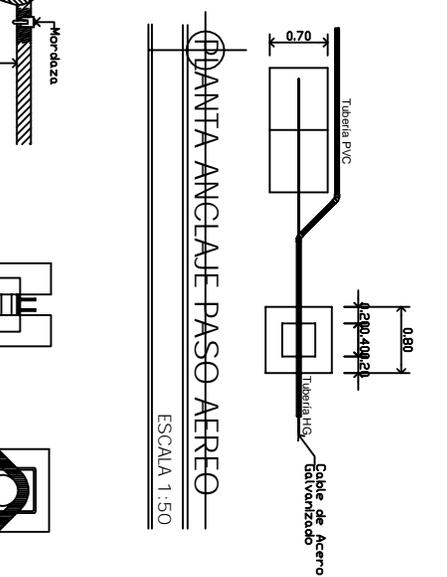
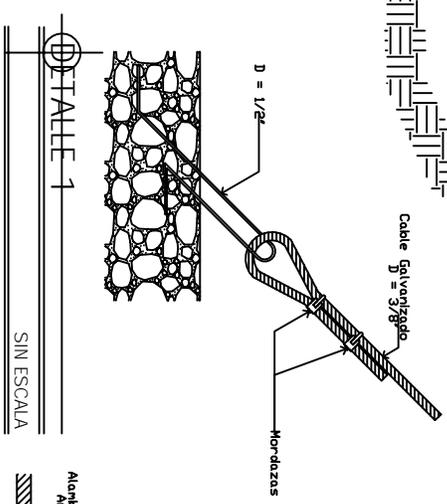
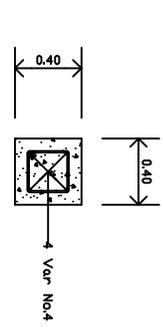
DISEÑO	DETALLE	CALCULO	
HECHO POR	HECHO POR	HECHO POR	
REVISADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	
APROBADO POR	APROBADO POR	APROBADO POR	
FECHA DE ENTREGA	FECHA DE ENTREGA	FECHA DE ENTREGA	

2

Figura 24. Paso Aéreo Panimacac



No	Cantidad	Descripción
①	1	Cable Tronite L=3.4m D=3/8"
②	2	Cable de Suspension L=3.0m D=1/4"
③	2	Cable de Suspension L=2.2m D=1/4"
④	2	Cable de Suspension L=1.4m D=1/4"
⑤	2	Cable de Suspension L=1.0m D=1/4"
⑥	1	Cable de Suspension L=0.8m D=1/4"



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA
PAIS: GUATEMALA
DETALLES

Nombre: _____
Fecha: _____

ESTADISTICA	NOTAS	FECHA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		