



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

DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

Angela Esther Ixcot Reyna
Asesorado por la Inga. Christa Classon de Pinto

Guatemala, abril de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR:

ANGELA ESTHER IXCOT REYNA

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de Lòpez
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivònne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Christa Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivònne 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 CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS,

tema que fue aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 13 de agosto de 2007.



Angela Esther Ixcot Reyna

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 6 de marzo 2008
Ref. EPS. D. 222.03.08

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **ANGELA ESTHER IXCOT REYNA**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS”**.

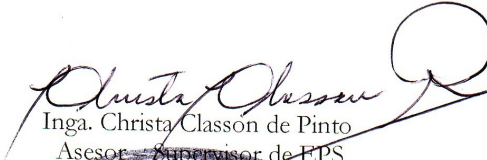
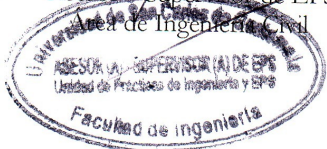
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de los municipios.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Christa Classon de Pinto
Asesor - Supervisor de EPS
Unidad de Ingeniería Civil


JMC/nader

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 6 de marzo 2008
Ref. EPS. D.222.03.08

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

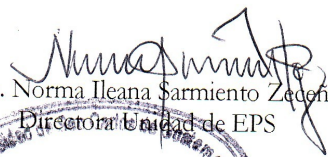
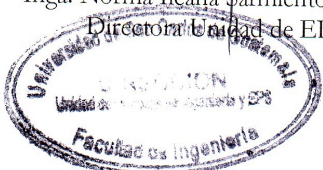
Por este medio atentamente le envío el **“DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS”** que fue desarrollado por el estudiante universitario **ANGELA ESTHER IXCOT REYNA**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zedeno
Directora Unidad de EPS


NISZ/nader

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Guatemala,
31 de marzo de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

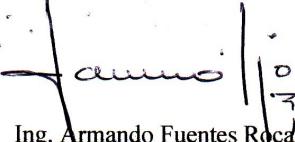
Estimado Ingeniero Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Ángela Esther Ixcot Reyna, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Armando Fuentes Roca
Revisor por el Área de Topografía y Transporte



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

/bbdeb.



Guatemala,
8 de abril de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

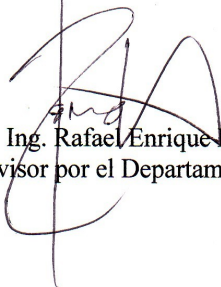
Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Ángela Esther Ixcot Reyna, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa Classon de Pinto y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación de la estudiante Angela Esther Ixcot Reyna, titulado DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.




Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez

Guatemala, abril 2008.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.148.08

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, presentado por la estudiante universitaria **Angela Esther Ixcot Reyna**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, abril de 2008

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Jehová Dios:** A quien sea la honra, la gloria y la alabanza. Por brindarme sabiduría, bendición, fortaleza y porque lo que soy, tengo y recibo, es don suyo.
- Mis padres:** *Jaime Eliseo Ixcot Citalán,*
Angela Reyna de Ixcot
Como reconocimiento a sus múltiples esfuerzos. Por el apoyo, comprensión, amor, cariño, ejemplo de perseverancia, lucha. Y sobre todo, porque son mis queridos viejitos.
- Mis hermanos:** Con cariño, aprecio y amor de siempre por ser parte especial en mi vida. Puesto que cada uno me a brindado el verdadero afecto de hermanos.
- Mis familiares y amigos:** Porque cada uno de ellos ocupa un lugar especial en mi corazón.
- Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería:** Mi alma Mater, por brindarme los conocimientos necesarios que de ahora en adelante pondré en práctica.
- Quetzaltenango:** Ciudad de la Luna de plata, lugar que me vio nacer.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Inga. Christa Classon de Pinto, por su asesoría en la realización del presente trabajo de graduación.

A cada una de las personas: de las aldeas en estudio, de sus municipalidades, compañeros de la Universidad y demás que se vieron involucradas, por su compañía en la visita de campo y por brindarme información de cada uno de los proyectos.



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII

1 FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1	Monografía de la aldea Buena Vista y aldea Fraternidad	
1.1.1	Descripción del lugar	1
1.1.2	Ubicación	1
1.1.3	Localización	2
1.1.4	Clima	2
1.1.5	Población e idioma	3
1.1.6	Aspectos económicos y actividades productivas	3
1.1.7	Servicios públicos	4
1.1.8	Ecología	4
1.1.9	Vías de acceso	4
1.2	Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los lugares de estudio	
1.2.1	Descripción de las necesidades	5
1.2.2	Priorización de las necesidades	6



2 FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1	Diseño de camino de pavimento rígido para la Aldea Buena Vista, municipio de Santa Lucía, departamento de Sololá	
2.1.1	Descripción del proyecto actual	7
2.1.2	Levantamiento topográfico	8
2.1.2.1	Altimetría	8
2.1.2.2	Planimetría	8
2.1.3	Muestra de suelo	9
2.1.4	Estudio de tránsito	17
2.1.5	Diseño geométrico	19
2.1.6	Definición de pavimento	20
2.1.6.1	Tipo de distribución de esfuerzos en los pavimentos	20
2.1.6.2	Componentes estructurales en los pavimentos	21
2.1.6.2.1	Capa de rodadura	22
2.1.6.2.2	Rasante	22
2.1.6.2.3	Sub-rasante	22
2.1.6.2.4	Sub-base	23
2.1.6.2.5	Base	24
2.1.7	Parámetros de diseño	24
2.1.8	Período de diseño	24
2.1.9	Diseño de pavimento rígido	25
2.1.10	Planos y detalles	41
2.1.11	Presupuesto	41
2.1.11.1	Pavimento rígido con cunetas integradas	42
2.2	Diseño de la línea de distribución de agua potable para la aldea Fraternidad, municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos.	



2.2.1	Descripción del proyecto actual	42
2.2.2	Localización de fuentes de abastecimiento	42
2.2.3	Aforo de las fuentes	44
2.2.4	Ensayos de calidad del agua	47
2.2.4.1	Análisis físicoquímico sanitario	47
2.2.4.2	Análisis bacteriológico	49
2.2.5	Levantamiento topográfico	
2.2.5.1	Altimetría	50
2.2.5.2	Planimetría	50
2.2.6	Criterios de diseño	
2.2.6.1	Período de diseño	51
2.2.6.2	Tasa de crecimiento poblacional	52
2.2.6.3	Estimación de la población de diseño	54
2.2.6.4	Dotación	56
2.2.7	Determinación de caudales	
2.2.7.1	Caudal medio diario	57
2.2.7.2	Caudal máximo diario	57
2.2.7.3	Caudal máximo horario	58
2.2.8	Parámetros de diseño	59
2.2.9	Diseño de los componentes del sistema	
2.2.9.1	Caja de captación	60
2.2.9.2	Tanque de almacenamiento	61
2.2.9.3	Línea de distribución	62
2.2.10	Desinfección del agua	67
2.2.11	Programa de operación y mantenimiento	71
2.2.12	Propuesta de tarifa	78
2.2.13	Planos y detalles	81
2.2.14	Presupuesto	81
2.2.15	Evaluación de impacto ambiental del proyecto	83



2.2.16	Medidas de mitigación	85
2.2.17	Evaluación socio-económica	85
2.2.17.1	Valor presente neto	86
2.2.17.2	Tasa interna de retorno	89
3 FASE DE DOCENCIA		
3	Docencia	
3.3.1	Realizar charlas del mantenimiento de ambos Proyectos	93
	CONCLUSIONES	95
	RECOMENDACIONES	99
	BIBLIOGRAFÍA	101
	APÉNDICE	103
	ANEXO	138



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

TABLAS

I	Categorías de cargas por eje	26
II	Tipos de suelo de la Sub-rasante y valores aproximados de K	28
III	TPDC permisible, carga por eje categoría 2, pavimento con juntas con agregados de trabe	30
IV	Presupuesto del diseño de camino de pavimento rígido	42
V	Características físicas. Límites máximos aceptables y permisibles que debe tener el agua potable. Norma COGUANOR NGO-2001	47
VI	Substancias químicas. Límites máximos aceptables y permisibles que debe tener el agua potable	49
VII	Cálculo Hidráulico	66
VIII	Costo anual de demanda de cloración durante los 20 años	70
IX	Programación para el mantenimiento preventivo	74
X	Presupuesto del mantenimiento de la línea de distribución de agua potable	76
XI	Costo anual de mantenimiento durante los 20 años	77
XII	Estudio tarifario anual por servicio de agua potable	80
XIII	Presupuesto del diseño de la línea de distribución de agua potable	82
XIV	Valor presente neto	88
XV	Tasa Interna de Retorno	91



DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA,
MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y
DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD,
MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

UNIVERSIDAD DE LA AMÉRICA CENTRAL



GLOSARIO

AECI	Agencia Española de Cooperación Internacional.
Aforo	Medición del rendimiento de una fuente de agua.
Agua	Compuesto de hidrógeno y oxígeno. En la naturaleza no puede hallarse libre de sustancias en suspensión o solución.
Agua potable	Aquella que por sus características es adecuada para el consumo humano; es decir, agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Area rural	De acuerdo a la ley (Acuerdo Gubernativo del Ministerio de Gobernación, con fecha 7 de abril de 1938), "Las aldeas, caseríos, parajes, fincas y otras con población dispersa". También debe considerarse el número de habitantes de la comunidad; en general cuando pasa de 2,500 habitantes empiezan a cobrar características urbanas. Otro aspecto importante a considerar es el índice de



pobreza, el cual es medido por estándares Internacionales.

Bacterias

Microorganismos sencillos reproducibles por división.

Captación

Estructura que sirve para la toma adecuada del agua de una fuente.

Carga dinámica

Presión ejercida por el agua circulante en un punto determinado del acueducto. O sea, la suma de las cargas de velocidad ($V^2/2g$) y de presión.

Carga estática

Diferencia de alturas entre la superficie de una fuente de abastecimiento y un punto determinado de acueducto no más allá de su descarga libre. Se mide en metros columna de agua (m.c.a.), llamada también presión estática.

Caudal

Volumen de agua que corre en un tiempo determinado.

Caudal medio diario

Promedio de los consumos diarios observados en el período de un año.



Caudal máximo diario	Es el mayor caudal de agua consumido por la población en un día durante el transcurso del año.
Caudal máximo horario	Llamado también caudal de distribución, es el que se utiliza para diseñar la red de distribución.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.
Clima	Condiciones metereológicas consideradas durante tiempos muy prolongados.
Cloración	Aplicación de cloro con fines de desinfección.
Consumo	Volumen de agua que está en función de una serie de factores inherentes a la localidad que se abastece y que y varia de una ciudad a otra, así como podrá variar de un sector de distribución a otro, en una misma ciudad.
Conexión domiciliar	Tubería y accesorios destinados al servicio exclusivo de un usuario, que une la tubería externa de servicio con la red de distribución interna, del inmueble.
Cota del terreno	Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.



Cota piezométrica	Cota del terreno más la altura de la presión del agua.
Densidad de vivienda	Número de viviendas por unidad de superficie.
Dotación	Asignación de agua a un usuario, se expresa en lt/hab./día.
Estación	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico, en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
Esterilización	Destrucción de organismos y sus formas resistentes.
Formaleta	Armazón provisional que sostiene un elemento de construcción mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.
Grifo	Es la derivación domiciliar de la red de distribución hacia el medidor de cada uno de los inmuebles.
HG	Hierro galvanizado.
Hipoclorador	Dispositivo para aplicación de cloro.



INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
Línea de conducción	Es un conjunto compuesto de tuberías, válvulas que ayudan a conducir el agua del manantial al tanque de almacenamiento.
Línea de distribución	Hidrantes e interconexiones que contribuyen a conducir y distribuir agua potable para que esta llegue a cada conexión domiciliar con calidad, cantidad y presión adecuada.
Método de incremento aritmético	Método que se usa para la predicción de población, en el cual toma como base que el aumento de la población (dy) en el intervalo de tiempo (dt) es invariable e independiente del tamaño de la población, es decir, dy/dt es constante.
Método de incremento geométrico	Método que se usa para encontrar el crecimiento de la población, en donde dy/dt es proporcional al tamaño de la población.
Patógeno	Que causa enfermedad.



Período de diseño	Es el tiempo proyectado durante el cual el sistema debe funcionar en óptimas condiciones.
PVC	Cloruro de polivinilo rígido.
Tanque de almacenamiento	Depósito destinado para suplir las demandas máximas y consumos por incendio de un sistema .
Tasa de crecimiento poblacional	Incremento probable por año, expresado en porcentaje.
Válvula de aire	La función de una válvula automática de aire es expulsar el aire disuelto en el agua que tiende a depositarse en los puntos más altos de la línea de conducción. Esta acumulación de aire reduce la sección de la tubería y, por consiguiente, la capacidad de conducción. La válvula será de bronce, adaptada para tubería de PVC.
Válvula de limpieza	Es utilizada para extraer los sedimentos que hayan ingresado en la tubería y que se acumulan en los puntos mas bajos de la línea de conducción. La válvula será de compuerta de bronce de diámetro igual a la tubería.



RESUMEN

Para mejorar el nivel de vida de los habitantes de la aldea Buena Vista, municipio de Santa Lucía, departamento de Sololá y de la aldea Fraternidad, municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos, siendo afectados por el paso de la tormenta tropical STAN, se implementaron programas de reconstrucción en los cuales La Agencia Española de Cooperación Internacional, el INFOM juntamente con las municipalidades de cada municipio afectado están implicados para que los proyectos a beneficiar se ejecuten.

En la aldea Buena Vista el proyecto propuesto con mayor priorización a efectuar es el de mejorar el tramo carretero que conduce a dicha aldea ya que se encuentra en pésimas condiciones por los estragos, siendo esta la única vía de comunicación.

En la aldea Fraternidad el diseño de la línea de distribución de agua potable, mejorando la distribución ya que anteriormente se hacía por medio de tubería semiflexible (poliducto) la cual fue dañada y dejando a la población carecer del vital líquido considerando que es de suma importancia para la subsistencia humana.



Por lo tanto en este trabajo de graduación se propone actividades de beneficio así como un plan de trabajo a efectuar, dando fin a la problemática planteada en cada uno de los proyectos.



OBJETIVOS

General

Mejorar la calidad de vida de los vecinos de las aldeas en estudio, a través del mejoramiento del camino que conduce a aldea Buena Vista y la línea de distribución de agua potable de aldea Fraternidad.

Específicos

1. Realizar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura, de las aldeas Buena Vista y Fraternidad.
2. Planificar la ejecución de las obras que contribuyan al desarrollo integral de las comunidades, para mejorar la vía de acceso y satisfacer la distribución del vital líquido.
3. Capacitar a integrantes del comité de desarrollo de las aldeas, sobre aspectos de mantenimiento y funcionamiento de ambos proyectos.
4. Colaborar de una forma directa con las comunidades.



DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA,
MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y
DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD,
MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



INTRODUCCIÓN

Como en todo proceso de transformación, encaminado a mejorar el nivel de vida de los habitantes de determinada región, juegan un papel importante las políticas de desarrollo, las que tienen por objeto promover un cambio positivo en el modo de vida de los pueblos, entre los proyectos que contribuyen a realizar dichos cambios están el de las aldeas Buena Vista y Fraternidad.

En cuanto al diseño del pavimento rígido se considera que es de suma urgencia mejorar el acceso a la aldea Buena Vista, debido al mal estado del camino, consecuencia de los estragos causados por el paso de la tormenta STAN, dificultando el acceso vehicular y peatonal, importante porque solo existe esta vía de comunicación a la aldea. Con esto se garantiza el acceso a los servicios, mediante una mejor infraestructura.

Igual que la problemática anterior, la población de la aldea Fraternidad está careciendo del vital líquido, considerando que es de suma importancia para la subsistencia humana es necesario ejecutar este proyecto, pues parte de la tubería fue dañada, como también se pretende mejorar la distribución, ya que anteriormente se hacía por medio de tubería de poliducto, para solucionar el problema se deberá poner especial énfasis en la satisfacción de esta necesidad que es elemental, ejecutando trabajos necesarios relacionados a dicho proyecto.



Por tales razones, el presente trabajo de graduación propone actividades de beneficio para la problemática planteada en cada uno de los proyectos así como un plan de trabajo a efectuar.

Para este trabajo se realizaron actividades como investigación, ensayos y estudios de laboratorio, trabajo de campo y de gabinete. En el primer capítulo se presenta la investigación monográfica de las aldeas Buena Vista y Fraternidad. En el segundo capítulo se presenta el trabajo técnico-profesional que incluye el diseño de cada proyecto y, por último, se incluyen las conclusiones y recomendaciones pertinentes para la realización del proyecto.



1 FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía de la aldea Buena Vista y aldea Fraternidad

1.1.1 Descripción del lugar

La aldea Buena Vista se encuentra ubicada en el municipio de Santa Lucía, departamento de Sololá. Está rodeado de montañas, su topografía cuenta con pendientes y curvas pronunciadas.

La aldea Fraternidad se encuentra ubicada en el municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos. Ubicada en zonas llamadas Boca Costa. Su topografía también es con pendientes pronunciadas.

1.1.2 Ubicación

La aldea Buena Vista se encuentra a 14 kilómetros del municipio de Santa Lucía, 37 kilómetros de la cabecera departamental Sololá y a 168 kilómetros de la capital de Guatemala.



1.1.5 Población e idioma

La aldea Buena Vista cuenta con 3,000 habitantes, de los cuales 1,400 son hombres y 1600 mujeres; mientras que en la aldea Fraternidad tiene 858 habitantes, de los cuales 424 son hombres y 434 mujeres.

En aldea Buena Vista el idioma indígena predominante es cakchiquel, aunque también se tiene indicaciones de hablarse el quiché. En aldea Fraternidad el idioma indígena predominante es el mam.

Como también en ambas comunidades la población en su mayoría habla el idioma español.

1.1.6 Aspectos económicos y actividades productivas

La mayoría de los habitantes en ambas aldeas se dedican a faenas agrícolas (maíz, frijol, haba, cereales y verduras), agregando a la aldea Buena Vista elaboración de pan, bordado de blusas, crianza de aves de corral y bovino y a la aldea Fraternidad la ganadería. En las cuales se basa su economía.



1.1.7 Servicios públicos

Las comunidades cuentan con servicio de energía eléctrica, teléfono comunitario y una escuela.

Ambas comunidades deben dirigirse hacia el municipio para realizar sus compras o si necesitan servicios de salud. Además, los municipios cuentan con la representación de las siguientes instituciones: Ministerio de Educación, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Municipalidad, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Tribunal Supremo Electoral y Organismo Judicial.

1.1.8 Ecología

Dentro de la flora se encuentran las siguientes especies: cedro, chicharro, aliso, pino, ciprés.

1.1.9 Vías de acceso

Para llegar a la aldea Buena Vista, se parte de la carretera asfaltada que conduce hacia Santa Clara la Laguna, y que internamente dicha carretera conecta al municipio.



La aldea Fraternidad se encuentra a orillas de la ruta nacional 1 rumbo oeste de la cabecera departamental San Marcos.

1.2 Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los lugares de estudio

1.2.1 Descripción de las necesidades

La Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) y el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) implementaron un programa de Apoyo a la Reconstrucción Tormenta Tropical STAN, en los departamentos de Sololá y San Marcos, siendo éstos los más afectados por dicha tormenta.

Dentro de los proyectos que están propuestos en ambas aldeas se encuentran:

- Reconstrucción de calles, caminos y carreteras.
- Muros de contención y gaviones.
- Restauración de los cauces de ríos.
- Reconstrucción de sistemas de agua potable.



1.2.2 Priorización de las necesidades

Tomando en cuenta las necesidades expuestas por el comité de vecinos de cada lugar, como de lo expuesto por los funcionarios de la administración municipal, Cooperación Española-INFOM y el EPS, la priorización se hace de la siguiente manera:

Para la aldea Buena Vista, municipio de Santa Lucía, departamento de Sololá.

- Diseño de camino de pavimento rígido, se considera que es de suma urgencia mejorar dicho tramo, debido a la dificultad del acceso vehicular, peatonal y porque solo existe esta vía de comunicación a la aldea.

Para la aldea Fraternidad, municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos

- Diseño de la línea de distribución de agua potable, primordial pues siendo este un servicio básico, colabora con la gestión de una mejor salud y calidad de vida de los habitantes y porque el proyecto que actualmente presta el servicio del vital líquido, fue destruido en parte, afectando a los pobladores.



2 FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de camino de pavimento rígido para la aldea Buena Vista, municipio de Santa Lucía, departamento de Sololá

2.1.1 Descripción del proyecto actual

Actualmente, el camino que conduce a la aldea Buena Vista es de terracería y se encuentra en pésimas condiciones debido a los daños causados por la tormenta tropical STAN. Haciendo historia, este camino era utilizado por transportistas que provenían de la orilla del lago y transportistas del mismo municipio, para trasladarse a la cabecera municipal o a la ciudad capital, pero debido a las consecuencias mencionadas, ha dejado de ser transitado.

Por lo tanto, el proyecto trata de un nuevo diseño de trazo de camino para pavimentar con concreto hidráulico por el sistema de fundición por bloques alternos. La línea de trazo de camino conforme a los planos indica la línea central diseñada, situación de cunetas y niveles con cotas de sub-rasante propuesta y de rasante final.

El proyecto beneficiará a 3,000 habitantes directos, con pavimento de calidad el cual tendrá una vida útil de 20 años, a partir de 2007.



El proyecto consta de 7,620.00 M² de pavimento rígido distribuido a lo largo de 1,524.00 metros lineales.

2.1.2 Levantamiento topográfico

Lo constituyen la planimetría y la altimetría, las cuales son bases fundamentales para todo proyecto vial. Es determinante su aplicación para obtener las libretas de campo de las cuales resultan los planos que reflejan la conformación real del lugar de ejecución del proyecto. La libreta topográfica está contenida en el apéndice.

2.1.2.1 Altimetría

La altimetría sirve para obtener los datos de nivelación al determinar la sección vertical del terreno, la determinación del perfil de la línea del eje principal y conocer pendientes de la sub-rasante para proceder al diseño de la pavimentación, empleando el método taquimétrico.

2.1.2.2 Planimetría

La planimetría se realizó para obtener una representación gráfica en planta del terreno, localizando así la línea central, secciones transversales y ubicar los servicios existentes en la vía a pavimentar.



El método empleado fue el de conservación del azimut, para la orientación de estación a estación se utilizó el sistema de vuelta de campana.

2.1.3 Muestra de suelo

Para determinar las propiedades de un suelo en laboratorio es preciso contar con muestras representativas de dicho suelo. Las muestras pueden ser de dos tipos: alteradas o inalteradas. Se dice que una muestra es alterada cuando no guarda las mismas condiciones que cuando se encontraba en el terreno de donde procede; e inalterada en caso contrario. Para el presente proyecto, el tipo de muestra que se utilizó fue alterada.

- **Ensayo de límites de Atterberg**

Para conocer la plasticidad de un suelo, que es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse hasta cierto límite sin romperse, se hace uso de los límites de Atterberg, por medio de ellos separó los cuatro estados de consistencia de los suelos coherentes: estado sólido, estado semisólido, estado plástico y estado líquido. Los resultados del ensayo de límites para este proyecto se encuentran en el anexo.



Límite líquido

Normado por la A.A.S.H.T.O T-89. Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, respecto del peso seco de la muestra con el cual el suelo cambia del estado líquido al estado plástico. El método que actualmente se utiliza para determinar el límite líquido es el que ideó Casagrande.

El límite líquido debe determinarse con muestras del suelo que hayan pasado la malla No. 40. Si el espécimen es arcilloso, es preciso que nunca haya sido secado a humedades menores que su límite plástico.

El límite líquido se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$L.L. = w(N/25)^{0.121}$$

Donde:

L.L.= Límite líquido calculado del suelo.

W= % de humedad arbitraria del suelo con respecto al peso seco.

N= Número de golpes necesario para cerrar la ranura en la copa de Casagrande, correspondiente a w.



Límite plástico

Normado por la A.A.S.H.T.O T-90. Es el contenido de humedad expresado en porcentaje de su peso secado al horno que tiene el material cuando permite su arrollamiento en tiras de 1/8 de pulgada de diámetro sin romperse.

El límite plástico se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$L.P. = [(P_h - P_s) / P_s] \times 100$$

Donde:

L P = Humedad correspondiente al límite plástico en %.

P_h = Peso de los trocitos de filamentos húmedos en gramos.

P_s = Peso de los trocitos de filamentos secos en gramos.

P_w = Peso del agua contenida en los filamentos pesados en gramos.

Índice plástico

No es más que la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$



Representa la variación de humedad que puede tener un suelo que se conserva en estado plástico. Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla del suelo.

Según Atterberg:

I.P. = 0 suelo no plástico.

I.P. = 7 suelo tiene baja plasticidad.

$7 \geq I.P. \leq 17$ suelo medianamente plástico.

- **Ensayo de granulometría**

Normado por la A.A.S.H.T.O. T-27. El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso sirve para discernir sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado. El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Los resultados de este análisis son luego representados en forma gráfica, obteniéndose con ello una curva de distribución granulométrica.

Con la curva obtenida, se calculan los siguientes coeficientes.



$$C_u = D_{60}/D_{10}$$

Donde:

C_u = coeficiente de uniformidad.

D_{60} = tamaño correspondiente al 60%, obtenido de la curva.

D_{10} = tamaño correspondiente al 10%, obtenido de la curva.

El coeficiente de uniformidad indica la variación del tamaño de los granos.

$$C_g = (D_{30})^2 / D_{10} * D_{60}$$

Donde:

C_g = coeficiente de graduación.

D_{60} = tamaño correspondiente al 60%, obtenido de la curva.

El coeficiente de graduación indica una medida de la forma de la curva entre D_{60} y D_{10} .

Los valores del coeficiente de uniformidad y el de graduación indican si se tiene un suelo bien graduado para que las partículas pequeñas llenen los espacios vacíos entre los granos de mayor tamaño durante la compactación.



Los resultados del ensayo de granulometría para este proyecto se encuentran en el anexo.

- **Ensayo de proctor**

Normado por la A.A.S.H.T.O. T-180. La densidad que se puede obtener en un suelo por medio de un método de compactación dado depende de su contenido de humedad. Al contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad) se le llama “Contenido óptimo de humedad” para aquel método de compactación. En general, esta humedad es menor que la del límite plástico y decrece al aumentar la compactación.

Antes de la realización de este ensayo, el material debe ser triturado, secado y pasado por el tamiz No. 4. Se entiende por triturado únicamente el espolvorear terrones, no así las gravas si las hubiere.

La prueba de proctor reproduce en el laboratorio el tipo de compactación uniforme de la parte inferior hacia la superficie de la capa compactada. Los resultados del ensayo de proctor para este proyecto se encuentran en el anexo.



- **Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)**

Normado por la A.A.S.H.T.O. T-193. Este ensayo sirve para determinar el valor soporte del suelo compactado a la densidad máxima y humedad óptima, simulando las peores condiciones probables en el terreno, para lo cual las probetas obtenidas se sumergen completamente en una pila llena de agua.

El C.B.R. se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, hasta la misma profundidad, de una muestra de suelo patrón de piedra triturada de propiedades conocidas.

Los valores de C.B.R. que se utilizan son:

0.1 pulgadas de penetración para un esfuerzo de 3,000 libras.

0.2 pulgadas de penetración para un esfuerzo de 4,500 libras.

Los resultados del ensayo de C.B.R. para este proyecto se encuentran en el anexo.



Clasificación de los suelos

Existen diferentes clasificaciones de acuerdo con los puntos de vista de geólogos, agrónomos, ingenieros civiles, etc. Sin embargo, hoy es casi aceptado por la mayoría que el Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (S.U.C.S.) es el que mejor satisface los diferentes campos de aplicación de la Mecánica de Suelos. Este sistema fue presentado por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en 1942 para aeropuertos.

Los suelos de partículas gruesas y los suelos de partículas finas se distinguen mediante el cribado del material por la malla No. 200. Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicha malla y los finos a los que pasan, y así un suelo se considera grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en la malla No. 200, y fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicha malla.

Los suelos se designan por símbolos de grupo. El símbolo de cada grupo consta de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son las iniciales de los nombres ingleses de los seis principales tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turba), mientras que los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos.



Análisis de resultados

El suelo presenta las siguientes características:

Clasificación S.C.U: SM.

Descripción: Arena limosa con grava color café.

Material no plástico.

Peso unitario máximo: 99.5 lb/pie³

Humedad óptima: 19.6%.

CBR: 89.2% al 104.9% de compactación.

El material cumple con los requisitos para una sub-rasante, el 95% de compactación requerida se alcanzará con la humedad óptima según el ensayo de proctor modificado y el CBR es mayor del 5%.

2.1.4 Estudio de tránsito

Este valor es determinado por conteos periódicos del tránsito. Del total de vehículos que pasan por la vía (TPD) se determina el tránsito de camiones (TPDC), que será el parámetro a manejar en las tablas de diseño. El tránsito servirá para dos propósitos principales, catalogar la vía y localizar el número de vehículos tipo pesado en las tablas de diseño.



El número y los pesos de carga por eje pesados durante la vida de diseño, son las variables en el diseño del pavimento de concreto, derivadas de las estimaciones siguientes:

TPD: es el tránsito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos.

TPDC: es el tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones.

En el procedimiento de diseño es necesario el TPDC, que puede ser expresado como un porcentaje de TPD.

El tránsito futuro tiene considerable influencia en el diseño, por lo que la razón de crecimiento es afectada por factores como el tránsito desarrollado. Todos estos factores pueden causar razones de crecimiento anual del 2 al 6 %, que corresponden a factores de proyección del tránsito a 20 años de 1.2 a 1.8.

Para otros períodos de diseño, las estimaciones del tránsito TPDC se multiplican por un factor apropiado para tener un valor ajustado para usar las tablas. Por ejemplo, si se decide utilizar un período de diseño de 30 años en lugar de 20, la estimación del valor del TPDC permisible es multiplicada por 30/20.



El uso de razones altas de crecimiento para calles residenciales no son aplicables, ya que estas calles llevan poco tránsito, generalmente originado en ellas mismas o el que es ocasionado por vehículos de reparto, por lo que las tasas de crecimiento podrían estar debajo del 2% por año (factor de proyección de 1.1 a 1.3). Ver ejemplo tabla de estudio de volúmenes, horarios de tránsito clasificado en el anexo.

2.1.5 Diseño geométrico

El diseño geométrico de una carretera depende de los criterios del diseñador, que se basarán en la intensidad y tipo del tránsito futuro, así como la velocidad de diseño. Determinada la vía y fijados los criterios de diseño geométrico, se debe buscar una combinación de alineamientos rectos y curvos que se adapten al terreno en planimetría, altimetría y que cumplan con los requisitos establecidos.

Una carretera debe proporcionar apoyo a los vehículos todo el tiempo, facilitar el drenaje del agua superficial, permitir la adherencia friccional para la aceleración, desaceleración y cambio de dirección; y por medio del diseño geométrico de la anchura, las intersecciones, las sobre elevaciones, los drenajes y las distancias de visibilidad, permitir el movimiento y el rebase con seguridad a niveles de servicio establecidos.



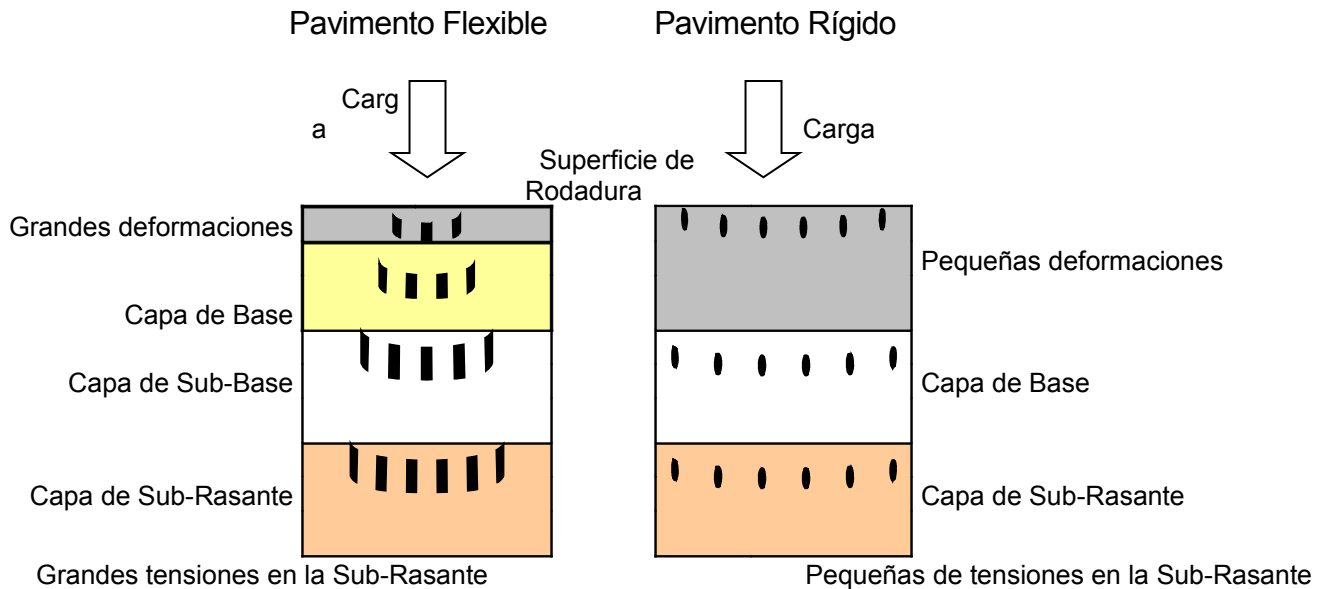
2.1.6 Definición de pavimento

Es toda la estructura formada por una losa de concreto que descansa sobre el terreno de fundación o sub-rasante. Tiene como objetivo distribuir las cargas del tránsito sobre el suelo, proporcionar una superficie de rodadura suave para los vehículos y proteger al suelo de los efectos adversos del clima, los cuales afectan su estabilidad.

El pavimento soporta y distribuye la carga en una presión unitaria lo suficientemente disminuida para estar dentro de la capacidad del suelo que constituye la capa de apoyo, reduciendo la tendencia a la formación de fallas.

2.1.6.1 Tipo de distribución de esfuerzos en los pavimentos

Como se mencionó anteriormente, el objetivo del pavimento rígido es el de absorber los efectos de las cargas que circulan por el, a fin de proteger de estos efectos a la sub-rasante. Ofreciendo gran capacidad para distribuir, adecuadamente, los esfuerzos. Se comparará en el siguiente esquema, el comportamiento de un pavimento flexible y un pavimento rígido al aplicarles cargas es muy diferente:



La losa de pavimento rígido, debido a su consistencia, mayor rigidez y por su capacidad de absorber esfuerzos de flexo-tracción, distribuye las tensiones superficiales a un área mucho más extensa en las capas, dando como resultado tensiones muy bajas en la sub-rasante. Lo contrario sucede en un pavimento flexible la capa de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y produce mayores tensiones en la sub-rasante.

2.1.6.2 Componentes estructurales en los pavimentos

A continuación se describe cada una de las capas que generalmente soportan el pavimento, el objeto de las mismas y sus características.



2.1.6.2.1 Capa de rodadura

Parte superior del pavimento que sostiene directamente la circulación vehicular. Su objetivo principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie o rasante, para evitar filtraciones de agua de lluvia que podrían saturar las capas inferiores. Evita la desintegración de las capas subyacentes a causa del tránsito.

2.1.6.2.2 Rasante

Es la representación sobre un plano vertical del eje de una carretera sobre el cual circulan los vehículos. Este plano es paralelo a la sub-rasante y la diferencia entre ellos está determinado por el espesor del pavimento.

2.1.6.2.3 Sub-Rasante

Es el terreno de fundación de una carretera que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

La sub-rasante tiene como función servir para la fundación del pavimento después de haber sido terminado el movimiento de tierras y que una vez



compactada y afinada, tiene las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos de diseño.

2.1.6.2.4 Sub-Base

Es la capa de la estructura del pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas del tránsito, absorbe las irregularidades de la sub-rasante para que de tal manera no afecte las capas superiores.

La sub-base está constituida de cantidades y variedades de suelos, ya sea en su estado natural o mejorado. Una de sus funciones fundamentales es de romper la capilaridad de la terracería y drenar el agua proveniente de la base, controlando o eliminando los cambios de volumen, elasticidad o plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la sub-rasante.

Un pavimento rígido puede prescindir de esta capa. Tal es el caso del pavimento de la aldea Buena Vista, el cual no se colocara sub-base, ya que según la norma AASHTO T-193, el material debe tener un valor soporte (CBR) mínimo de 30%, efectuado sobre una muestra saturada a 95% y el suelo de Buena Vista compactado a 94.5% tiene un valor soporte del 40.4%.



2.1.6.2.4 Base

Es la capa de pavimento que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tráfico, a la sub-base y a través de esta a la sub-rasante, usualmente se utiliza el material llamado selecto, en este proyecto se consideró el espesor de la base de 15 cm.

2.1.7 Parámetros de diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO	→	30 KM/H
ANCHO PROMEDIO	→	5 MTS.
BOMBEO	→	2% MÍNIMO
PAVIMENTO Y CUNETAS TENDRÁN UNA RESISTENCIA MÍNIMA A LA COMPRESIÓN	→	3500 PSI

2.1.8 Período de diseño

El período de diseño para una carretera varía dependiendo, generalmente, de aspectos económicos. Un período de diseño muy largo podría incrementar los costos, a tal punto que sea mejor económicamente construir otro dispositivo durante este período; así se invertiría menos en dos dispositivos cuyos períodos de diseño sumen el período del primer dispositivo.



La municipalidad de Santa Lucía, Sololá adoptó para todos sus proyectos de infraestructura un período de diseño de 20 años, en el presente trabajo se utilizó este dato.

2.1.9 Diseño de pavimento rígido

La *Pórtland Cement Association (PCA)*, por sus siglas en inglés) describe los métodos de diseño de pavimentos rígidos:

a) Procedimiento de diseño con posibilidades de obtener datos de carga de eje: éste método se utiliza cuando se pueden determinar datos exactos de las cargas de eje que soportará el pavimento.

b) Procedimiento simplificado de diseño: se utiliza cuando no es posible obtener realmente el tránsito y la carga específica que tendrá que soportar por eje, se pueden utilizar las tablas basadas de distribución compuesta de tránsito clasificado en diferentes categorías de carreteras y calles.

Para el presente proyecto se utilizó el método simplificado, para el cual la PCA ha elaborado tablas, basadas en distribuciones de carga-eje, para diferentes categorías de calles y carreteras. Estas tablas están diseñadas para un período de diseño de 20 años y contemplan un factor de seguridad de carga.



Este factor es de 1.0, 1.1, 1.2 y 1.3 para las categorías 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Las diferentes categorías se muestran en la tabla.

Su uso es como sigue:

1. Se define la categoría de la carretera por la siguiente tabla I:

Tabla I Categorías de cargas por eje.

Categoría	Descripción	Tráfico			Máxima carga por eje, KIPS	
		TPD	TPDC		Sencillo	Tandem
			%	por día		
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio)	200 a 800	1 A 3	arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo)	700 a 5000	5 A 18	de 40 a 1000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio) supercarreteras o interestatales urbanas y rurales (bajo a medio)	3000 a 12000 para 2 carriles, 3000 a 5000 para 4 carriles o más	8 A 30	de 500 a 5000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas) interestatales urbanas y rurales (medio a alto)	20000 para 2 carriles, 3000 a 15000 para 4 carriles o más	8 A 30	de 1500 a 8000	34	60



Se escoge la categoría 2, pues es una carretera rural.

2. Se determina el tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones (TPDC), no incluyendo camiones de dos ejes y cuatro llantas; siendo un pueblo dedicado a la agricultura el tránsito de camiones podría incrementarse al mejorar sus ingresos, que es lo que se espera a partir de la construcción de éste proyecto. Por lo tanto tomando el valor más bajo de TPD (700 vehículos) con un 16% de vehículos pesados se obtiene TPDC de 112 en ambos sentidos, o sea, 52 en un sólo sentido.

3. Se determina el soporte de la Sub-rasante:

Este valor está definido por el módulo Westergard de reacción de la sub-rasante. Éste es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada entre la deflexión, en pulgadas, para dicha carga. Dado que la prueba de carga de plato es larga y costosa, éste valor, usualmente se calcula por correlación simple, como el CBR o la prueba del valor K. Puesto que las variaciones de éste valor no afectan considerablemente el espesor del pavimento no es necesaria su determinación exacta. La siguiente tabla II muestra los valores aproximados de K para cuatro tipos de suelo:



Tabla II Tipos de suelo de la Sub-rasante y valores aproximados de K.

Tipos de suelo	Soporte	Rango de valores de K PSI
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75 - 120
Arenas y mezclas de arenas con grava, con una cantidad considerable de limo y arcilla	Medio	130 - 170
Arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos	Alto	180 - 220
Subbases tratadas con Cemento	Muy alto	250 - 400

El soporte para este proyecto según el estudio de suelos se determina como alto, por lo que tomando en consideración la tabla anterior se utilizará un valor de 220 psi.

4. Se determina el período de diseño que para éste caso será de 20 años.

5. Se estima el módulo de ruptura del concreto:

Las consideraciones sobre la resistencia a la flexión del concreto son aplicables en el procedimiento de diseño para el criterio de fatiga, el cual controla el agrietamiento del pavimento bajo cargas de camión repetitivas. La flexión de un pavimento de concreto bajo cargas de eje, produce tanto esfuerzo



de flexión como de compresión. Sin embargo, la relación de esfuerzos compresivos de resistencia a la compresión es bastante pequeña como para influenciar el diseño del espesor de la losa. Generalmente se utiliza el resultado de éste ensayo a los 28 días.

En éste caso se utilizó un MR de 650 PSI, ya que se toma una aproximación del 10% al 20% de la resistencia a compresión ($f'_c = 3500 \text{ psi}$) según los parámetros especificados con anterioridad, entonces: $0.185 \times 3500 \text{ PSI}$ (217 Kg. /cm^2) $\approx 650 \text{ PSI}$. Sabiendo que el valor soporte de la sub-rasante es alto. De esta manera se es más simple hallar el valor del MR pues medir la resistencia a la compresión es más fácil que medir la resistencia a la tensión, debido a los problemas de agarre de las máquinas de prueba.

6. Decidir la utilización de cunetas, hombros o bordillos, a ambos lados de la carretera, para encauzar el agua pluvial y disminuir el espesor de la losa de concreto.

7. Determinar el espesor de la losa de concreto, según la tabla de diseño con los parámetros siguientes: para una vía de categoría 2, pavimento con juntas con agregados de trabe, la tabla a utilizar es la que muestra el TPDC permisible para los espesores de losa indicados, la cual es la siguiente:



Tabla III TPDC permisible, carga por eje categoría 2, pavimento con juntas con agregados de trabe.

MR	Espesor de losa	Soporte Subrasante - Subbase				Espesor de losa	Soporte Subrasante - Subbase			
		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
650 PSI	5.5				5	5		3	9	42
	6		4	12	59	5.5	9	42	120	450
	6.5	9	43	120	490	6	96	380	700	970
	7	80	320	840	1200	6.5	650	1000	1400	2100
	7.5	490	1200	1500		7	1100	1900		
600 PSI	8	1300	1900							
	6				11	5			1	8
	6.5		8	24	110	5.5	1	8	23	98
	7	15	70	190	750	6	19	84	220	810
	7.5	110	440	1100	2100	6.5	160	520	1400	2100
550 PSI	8	590	1900			7	1000	1900		
	8.5	1900								
	6.5			4	19	5.5			3	17
	7		11	34	150	6	3	14	41	160
	7.5	19	84	230	890	6.5	29	120	320	1100
550 PSI	8	120	470	1200		7	210	770	1900	
	8.5	560	2200			7.5	1100			
	9	2400								

Se busca en el lado derecho, por incluir cunetas, el diseño de losa. El soporte de la sub-rasante tiene un carácter alto al buscar en el sector correspondiente a un módulo de ruptura de 650 PSI y el valor que contenga el TPDC permisible es de 112, el cual es de 5.5 pulgadas, por facilidad de construcción se dejará de 15 cm. de espesor. El total del espesor del pavimento será de 30 cm., debido a que contará con una base de 15 cm. de espesor.



Las cizas transversales serán construidas a cada 2.50 metros y la junta longitudinal a cada 3.50 metros, la pendiente de bombeo será de 2% mínimo, así como se indica en los planos.

Disposiciones Especiales

- **Materiales**

Agua: El agua a usar en el mezclado del concreto deberá estar libre de materia orgánica, aceites, ácidos, sales álcalis u otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto.

Arena de río: Será de granos limpio y consistentes, libre de arcilla cieno y materia orgánica, debiendo cumplir con las normas ASTM-33

Cemento: Se usará Portland Nacional o importado y deberá llenar las especificaciones C-150 de las ASTM.

Concreto: La resistencia de concreto deberá ser de 3,500 libras sobre pulgadas cuadrada, resistencia mínima a los veintiocho días de fundido con un



asentamiento (slump) entre dos pulgadas y cuatro pulgadas, a menos que los planos indiquen otra cosa.

Grava y pedrín: Deberán ser limpios, libres de arcilla, lodo o polvo, se usara pedrín triturado $\frac{1}{2}$ "y $\frac{3}{4}$ " debidamente proporcionados para una mezcla trabajable y la grava de $\frac{1}{4}$ ".

- **Procedimiento de construcción**

Encofrados: Todos los encofrados serán de madera, de espesor suficiente y entranquillado adecuado para no permitir deformaciones ni desplomes antes o durante la función, debiendo tomarse las medidas para su fácil remoción a fin de evitar daños en la estructura. Los encofrados deberán hacerse y usarse en menor tiempo posible para evitar deformaciones causadas por la intemperie.

Fundiciones: Previo a cualquier fundición: 1) los encofrados deberán ser mojados y se retiraran los restos de cemento, aserrín, madera, hierro, papel u otro material que haya en el lugar de fundición. 2) deberán ser removidos los restos de concreto. Para el transporte del concreto y colocación se utilizaran métodos que eviten la disgregación de la revoltura. No se permitirá el



remolcado o uso de concreto que este fraguando ni el material derramado. El concreto deberá ser propiamente mezclado, vibrado y curado con agua.

Mezclado del concreto: Para el concreto hecho en obra, el mezclado deberá hacerse con un mezclador de tipo aprobado y deberá hacerse girar a la velocidad recomendada por el fabricante, durante el tiempo necesario para obtener un concreto satisfactorio. Si el concreto se trabajara *in situ*, es necesario buscar un lugar que está libre de contaminación para el concreto y además se debe cuidar la relación agua cemento para que el concreto no pierda su resistencia y cumpla con las especificaciones requeridas.

Si se usara concreto premezclado debe mezclarse y entregarse de acuerdo a los requisitos establecidos en las especificaciones para concreto premezclado (norma ASTM C-94).

Transporte: El concreto deberá transportarse del mezclador al sitio final de depósito empleado métodos que provengan la segregación o pérdida de materiales.

Deposito: El concreto deberá depositarse lo más cerca posible de su ubicación final, para evitar segregación debido al remanejo o flujo. El colocado deberá efectuarse a tal velocidad que el concreto conserve su estado plástico



en todo momento y así, pueda fluir fácilmente dentro de los espacios que existan para su colocado final. El concreto que haya endurecido parcialmente o que se haya contaminado con materiales extraños, no deberá depositarse en la estructura ni mezclarse agregándole agua.

Curado: El concreto deberá mantenerse en una condición húmeda, por los menos durante los primeros 7 días después de colado.

Cunetas: Son los canales situados a ambos lados de la línea central de la carretera, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no provoque daños recubiertas de piedra ligada con mortero, concreto simple fundido en sitio, concreto simple pre-fundido o mezclas asfálticas, su diseño se basa en los principios de los canales abiertos.

Para un flujo uniforme se utiliza la fórmula de Manning, como se muestra a continuación.

$$V=1/n (R)^{2/3}(S)^{1/2}$$



Donde:

V = velocidad media en metros por segundo

n = coeficiente de rugosidad de Manning

TIPO DE MATERIA	VALORES DE "n "
Tierra común, nivelada y aislada	0.02
Roca lisa y uniforme	0.03
Rocas con salientes y sinuosa	0.04
Lechos pedregosos y bordos enyerbados	0.03
Plantilla de tierra, taludes ásperos	0.03

R = radio hidráulico en metros (área de la sección entre el perímetro mojado)

S = pendiente del canal en metros por metro.

Determinación del área hidráulica

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = A \cdot \left(\frac{1}{n} (R)^{2/3} (S)^{1/2} \right)$$



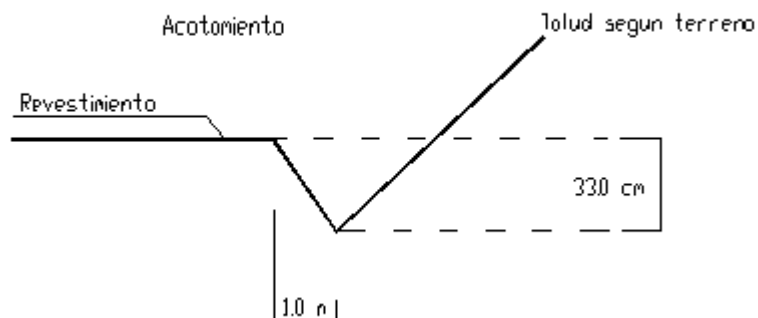
Donde:

Q = caudal en m^3/seg .

A = Área de la sección transversal del flujo en m^2

Debido a la incertidumbre para la determinación del área hidráulica en la práctica, las secciones de las cunetas, se proyectan por comparación con otras en circunstancias comunes.

Existen diversas formas para construir las cunetas, en la actualidad las más comunes son las triangulares, como se muestra a continuación:



Otra forma de diseño es por el método hidrometeorológico racional determinando la intensidad de lluvia del lugar (dato adjunto en anexos). Se utiliza la formula como se muestra a continuación:



$$Q = CIA / 360$$

Donde:

C= Coeficiente de escorrentía, el valor para pavimento esta entre 0.85 - 0.90

I= Intensidad de Lluvia en mm/hora

A= Area del tramo en hectáreas

$$Q = (0.85 * 6.25 * 0.762) / 360$$

$$Q = 0.011 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Tiempo de concentración

$$T_c = (0.886 L^3 / H)^{0.385} * 60$$

Donde:

$$L = 1524.00 \text{ m} = 1.524 \text{ Km}$$

$$H = \text{dif. de cotas} = 20.524 \text{ m}$$

$$T_c = 29.11 \text{ minutos}$$



Diámetro

$$D = ((Q \cdot n \cdot 4^{5/3}) / (0.02^{1/2} \cdot \Pi))^{3/8}$$

$$D = ((0.011 \cdot 0.02 \cdot 4^{5/3}) / (0.02^{1/2} \cdot \Pi))^{3/8}$$

$$D \approx 0.15 \text{ m}$$

Área

$$A = (D^2 \cdot \Pi) / 4$$

$$A = 0.017 \text{ m}^2$$

$$\text{Tirante: } 0.017 / 0.15 = 0.11 \text{ m}$$

Drenaje transversal: Su finalidad es permitir el paso transversal del agua sobre un camino, sin obstaculizar el paso, dirigiendo el agua hacia un lugar donde se le pueda retirar de manera superficial del camino.

Posee cajas de retención, que funcionan como desarenador, el cual retiene el agua de lluvia que viene de las cunetas durante un breve período de tiempo con el objeto de que poseen los residuos. La plantilla de estas es de 45, 80 a 100 cm. de profundidad, el material se graduará cuidadosamente en capas con tamaños uniformes.



Se recomienda una buena pendiente en la tubería y que el diámetro no sea menor de 30" para su fácil limpieza, así con ello evitar obstrucción con arena, cascajo u otras materias análogas y producción de insectos. Se necesita una limpieza frecuente para evitar malos olores.

Aceptación o rechazo de la tubería para transversal

Aceptación de la tubería bajo la prueba de resistencia. Si las muestras proporcionadas no cumplen las normas de examen, entonces el fabricante o contratista, podrá someter dos muestras por cada muestra que no pase la prueba y la tubería debe ser aceptada cuando todas estas muestras re-examinadas llenen las normas de resistencia.

En caso de ruptura o agrietamiento de alguna de estas muestras, deberá examinarse el lote completo, pudiendo utilizarse solamente los tubos que hayan chequeado satisfactoriamente el ensayo.

Si la tubería es sometida a la prueba de permeabilidad la superficie exterior en no menos de 80% de la tubería examinada, no debe mostrar humedad o manchas húmedas (debido al paso de agua dentro de las paredes del tubo), al final del periodo del examen.



Si la tubería es sometida a la prueba de la presión hidrostática interna, descrita anteriormente, la tubería no debe dar señales de fugas. La humedad que aparece en la superficie de la tubería no debe ser considerada como fallas.

Rechazo: La tubería será rechazada de acuerdo con cualquiera de los siguientes puntos: Fracturas o roturas que pasen a través de la pared del tubo o de la campana, excepto que sea una rotura que no exceda de 50mm. (2") de largo. No se aceptan roturas en tubos sin campana, que afecten la pared del tubo. Defectos que indiquen mezcla o formateado imperfecto.

No haber chequeado satisfactoriamente las pruebas y ensayos descritos anteriormente para este fin.

La tubería deberá ser almacenada en un lugar que la proteja de los efectos climáticos que pudieran dañarla, tratando de ocupar el menor espacio posible, así como su adecuada conservación por lo que cada unidad se colocará en posición vertical, apoyadas en las espigas.

Refuerzo: Las barras de refuerzo para concreto armado deberán ajustarse a los requisitos de la norma A-15-62 de la ASTM, grado 40 legítimo, lo que en otras palabras nos brinda una resistencia a tensión de 40000 lb/plg². Debe usarse acero corrugado a menos que los planos indiquen específicamente otra cosa, que impidan la adherencia necesaria al concreto.



Block: El block a utilizarse será de 15*20*40 centímetros, este elemento es totalmente indispensable que cumpla con la resistencia a compresión necesaria, ya que si no se cumple con esta norma el block rajará y se notarán fisuras las cuales usualmente se marcan a 45 grados. La resistencia necesaria para que un block trabaje bajo las normas requeridas es de 25 kg/cm².

2.1.10 Planos y detalles

Los planos, para su presentación, se dibujaron en hojas con formato A-1 y se redujeron a formatos doble carta para su inclusión en el presente trabajo de graduación (ver apéndice).

2.1.11 Presupuesto

El presupuesto presentado se trabajó con base en los precios unitarios, la mano de obra calculada se basó en los datos proporcionados por la municipalidad, mientras que los materiales fueron cotizados en ventas de materiales de construcción de la cabecera municipal. Se indica la fecha en la que fue elaborado ya que los precios pueden variar.



2.1.11.1 Pavimento rígido con cunetas integradas

Tabla IV Presupuesto del diseño de camino de pavimento rígido.

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
Longitud: 1,524 m Ancho: 5.00m Area: 7,620.00 m2			Epesistas: Angela Esther Ixcot Reyna Carné: 200130547			
Presupuesto: Diseño de camino de pavimento rígido para la aldea Buena Vista, municipio de Santa Lucía, departamento de Sololá.						
INTEGRACIÓN DE COSTOS septiembre 2,007		PRESUPUESTO DESGLOSADO INCLUIDO EN APÉNDICE				
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q	TOTAL DEL PROYETO
1	Trazo y Replanteo	1,524.00	MI	Q4.00	Q6,096.00	
2	Conformación y preparación de la base	7,619.95	M2	Q54.39	Q414,480.55	
3	Carpeta de Pavimento Rígido	2,638.00	M2	Q760.92	Q2,007,295.75	
4	Cuneta Tipo "A" triangular	1,524.00	MI	Q162.51	Q247,660.00	
5	Cuneta Tipo "B" triangular	1,524.00	MI	Q140.27	Q213,772.50	
6	Caja Recolectora con tubería + Muro Conc. Ciclópeo	1	unidad	Q27,676.00	Q27,676.00	
7	Transversal con tubería, cajas de salida, media caña y dissipador	16	unidades	Q14,722.81	Q235,565.00	
8	Limpieza General	1,524.00	MI	Q3.69	Q5,616.00	
SUB TOTAL					Q3,158,161.80	
Factor de Indirectos:		42% - 47%				
Impuestos:		IVA	12%	ISR	5%	
Gastos de Administración:		7% - 9%				
Imprevistos:		4% - 9%				
GASTOS INDIRECTOS						
	Fianzas + Legal	3.50%	%	Q3,158,161.80	Q110,535.66	
	Impuestos	17.00%	%	Q3,158,161.80	Q536,887.51	
	Utilidades	10.00%	%	Q3,158,161.80	Q315,816.18	
	Gastos de Administración	7.00%	%	Q3,158,161.80	Q221,071.33	
	Imprevistos	5.00%	%	Q3,158,161.80	Q157,908.09	
SUB TOTAL					Q1,342,218.77	
Total del Proyecto						Q4,500,380.57



2.1 Diseño de la línea de distribución de agua potable para la aldea Fraternidad, municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos

2.2.1 Descripción del proyecto actual

Se pretende mejorar la distribución de agua potable, ya que anteriormente se hacía por medio de tubería semiflexible (poliducto) y porque igual que el proyecto anterior fue dañada parte de la tubería por el paso de la Tormenta STAN por esta región, la población de esta Aldea está careciendo del vital líquido, considerando que es de suma importancia para la subsistencia humana es necesario ejecutar este proyecto.

El proyecto consiste en diseñar la línea de distribución para la aldea Fraternidad, cuenta con 3,718.70 metros lineales, con un sistema de distribución por gravedad, beneficiando a 31 viviendas.

2.2.2 Localización de fuentes de abastecimiento

Acorde a los recursos hídricos de la zona, la aldea Fraternidad cuenta con dos nacimientos para abastecerlos del servicio del agua potable. Por lo que



en este proyecto se tomará el nombrado Nacimiento No. 2, un sistema de abastecimiento por medio de gravedad.

2.2.3 Aforo de las fuentes

El aforo consiste en medir la cantidad de agua que produce la fuente en el período más seco del año y que pueda surtir a la población actual y de diseño. Dentro de los métodos utilizados para aforar están:

a) Método directo: se basa en la fórmula de Chezy ($V = CRI$). Sólo sirve cuando se conocen las condiciones geométricas de la vertiente.

b) Método volumétrico: consiste en determinar el tiempo en que se llena un recipiente de volumen conocido, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal} = \text{volumen} / \text{tiempo}$$

c) Método por vertederos: los vertederos son elementos que se construyen para obstaculizar una corriente que, dependiendo del tipo de caudal puede variar su forma. El concepto de velocidad se basa en la caída libre

$$(V = \sqrt{2gh})$$



La fórmula general utilizada para calcular el caudal es la siguiente:

$$Q= M A (2gh)^{1/2}$$

Donde:

Q= caudal.

M= coeficiente de contracción.

A= área de la abertura del vertedero.

g= aceleración de la gravedad.

h= altura del vertedero.

d) Método de flotadores: este método consiste en colocar flotadores en una sección de la corriente que se va a aforar, tomando el tiempo que cruza una longitud preestablecida, con lo que se obtiene la velocidad con que fluye el agua. Para determinar el área es necesario medir la sección en que se colocarán los flotadores. Este método tiene como limitantes que se debe contar con una corriente de poca turbulencia, un sector rectilíneo y que la sección no varíe demasiado.

e) Método químico: este método consiste en verter colorantes químicos no nocivos sobre la corriente para medir el tiempo en que cruza una longitud establecida. Es utilizable en lugares donde no se puede utilizar el molinete. Por lo general, se utilizan materiales que no se combinen con los materiales de la corriente.



Se puede utilizar para medir la velocidad media de un tramo, midiendo el tiempo desde que se inyecta hasta que llega a un punto localizado aguas abajo. En el método de dilución una concentración (C_t) se inyecta en la corriente (q_t) en un punto localizado aguas abajo. Se toman muestras puntuales y después de que se ha llegado a una concentración de equilibrio (C_e), el caudal estará dado por:

$$q = (C_t / C_e - 1) q_t$$

Es esencial una mezcla completa en el flujo y una determinación exacta de las concentraciones inicial y final.

f) Método del molinete: consiste en colocar dispositivos eléctricos que flotan anclados sobre una corriente y que cuentan las revoluciones de un molinete ubicado a una profundidad preestablecida. Considerando el tiempo con que fueron contabilizados los datos, se obtiene la velocidad según el área en que se encuentre.

Para el presente caso, se utilizó el método volumétrico, dando como resultado un aforo de 1.20 lt. / seg.



2.2.4 Ensayos de calidad del agua

2.2.4.1 Análisis fisicoquímico sanitario

Es el que se efectúa para determinar las características físicas del agua y que puedan ser percibidas por los sentidos, causando la aceptación o rechazo por parte del consumidor. Éstas son el aspecto, el color, la turbiedad, el olor, el sabor, la temperatura y la conductividad eléctrica.

Este análisis determina también la cantidad de compuestos químicos presentes en el agua. Cuando el agua será utilizada para el consumo humano, debe incluir en su análisis un estudio de dureza y de potencial de hidrógeno (ph), el cual es un parámetro que expresa la intensidad de las condiciones ácidas o alcalinas de una solución; así como hierro, magnesio, amoníaco, fluoruros, nitratos, sulfatos y total de sólidos en suspensión.

Tabla V Características físicas. Límites máximos aceptables y permisibles que debe tener el agua potable. Norma COGUANOR NGO-2001.

Características	LMA	LMP
Color	5.0u	50.0 u ⁽¹⁾
Olor	No rechazable	No rechazable
Ph ⁽³⁾	7.0 – 8.5	6.5 – 9.2
Sólidos totales	500.00 mg/L	1,5000.0 mg/L
Temperatura	18.0° - 30.0°	No mayor de 34.0°C
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 Uth o Utj	25.0 Uth o Utj ⁽²⁾



- (1) Unidad de color en la escala de platino-cobalto.
 - (2) Unidad de turbiedad, sea en unidades Jackson (u.t.j.).
 - (3) Potencial de hidrógeno en unidades de ph.
- LMA= Límites máximos aceptables, LMP= Límites máximos permisibles.

Haciendo una observación en los resultados obtenidos de los análisis Físicoquímico realizados en el laboratorio de INFOM/UNEPAR en el inciso 3, el agua de la muestra el Nitrato no cumple con los requisitos fisicoquímicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001, sin embargo, la Guía para la Calidad del Agua Potable, segunda edición y recomendaciones de la OMS, Ginebra 1,995, dispone de información epidemiológica que apoya el actual valor guía de 10 mg/L establecido para el Nitrógeno en forma de Nitrato. No obstante, el valor no debe expresarse sobre esta base sino sobre la del propio Nitrato, que es la entidad química que puede perjudicar la salud, por lo tanto se establece este valor guía de 50mg/L.

Para las demás substancias químicas, los límites máximos aceptables y permisibles se presentan en la siguiente tabla:



Tabla VI Substancias químicas. Límites máximos aceptables y permisibles que debe tener el agua potable.

Substancias	LMA	LMP
Detergentes aniónicos	0.02 mg/L	1.000 mg/L
Aluminio (Al)	0.050 mg/L	0.100 mg/L
Bario(Ba)	-----	1.000 mg/L
Boro(B)	-----	1.000 mg/L
Calcio(Ca)	75.000 mg/L	200.000 mg/L
Cinc(Zn)	5.000 mg/L	15.000 mg/L
Cloruros(Cl)	200.000 mg/L	600.000 mg/L
Cobre(Cu)	0.050 mg/L	1.500 mg/L
Dureza Total (CaCO ₃)	100.000 mg/L	500.000 mg/L
Fluoruros (F)	-----	1.700 mg/L
Hierro total (Fe)	0.100 mg/L	1.000 mg/L
Magnesio (Mg)	50.000 mg/L	150.000 mg/L
Manganeso (Mn)	0.050 mg/L	0.500 mg/L
Níquel (Ni)	0.010 mg/L	0.020 mg/L
Substancias fenolicas	0.001 mg/L	0.002 mg/L
Sulfatos (SO ₄)	200.000 mg/L	400.000 mg/L

2.2.4.2 Análisis bacteriológico

Es fundamental para determinar las condiciones bacteriológicas del agua desde el punto de vista sanitario. Los gérmenes patógenos de origen entérico y parásito-intestinal son los que pueden transmitir enfermedades. Por lo tanto, el agua debe estar exenta de ellos.

De acuerdo con los análisis fisicoquímico y bacteriológico realizados en el laboratorio de INFOM/UNEPAR, los resultados se encuentran en el anexo.



2.2.5 Levantamiento Topográfico

2.2.5.1 Altimetría

Consiste en medir las alturas del terreno por medio de la utilización de un alfilerómetro de precisión o teodolito en los puntos más importantes. Para este caso se efectuó utilizando el método taquimétrico, ya que es el más recomendable en acueductos debido a que no es necesaria una nivelación muy detallada y permite una mayor rapidez en el levantamiento. Esta altimetría es de gran importancia debido a la información que arroja para el manejo de las presiones en el diseño.

2.2.5.2 Planimetría

El método empleado para el levantamiento topográfico fue el de conservación de azimut, debido a la facilidad que presenta este método no solo en fase de campo sino que en la de gabinete, para la orientación de estación a estación se utilizó el sistema de vuelta de campana.

La libreta topográfica esta contenida en el apéndice.



2.2.6 Criterios de diseño

2.2.6.1 Período de diseño

Es el tiempo durante el cual la obra prestará un servicio satisfactorio a la población. El período de diseño se cuenta a partir del inicio del funcionamiento de la obra. Depende de la población a servir, es decir, que se estima con base al incremento de la población, tomando en cuenta la vida útil de las instalaciones y del equipo, la cantidad de mano de obra y la capacidad de administración, operación y mantenimiento del sistema.

Es reducido para poblaciones pequeñas, mientras que se incrementa en poblaciones grandes.

No tiene el mismo significado que vida útil de las instalaciones y equipo, ya que son períodos distintos. Por ejemplo: un sistema de abastecimiento de agua potable puede haber concluido el período para el cual fue diseñado, sin embargo, los materiales que constituyen dicho sistema pueden ser utilizados nuevamente, es decir, que no ha terminado su vida útil.

Con base a lo expuesto anteriormente y tomando en cuenta lo recomendado por INFOM/UNEPAR el período de diseño para la línea de distribución de agua potable de la aldea Fraternidad será de 20 años.



2.2.6.2 Tasa de crecimiento poblacional

- **Método geométrico**

Es un método que se usa para encontrar el crecimiento de la población, en donde dy/dt es proporcional al tamaño de la población.

Incremento geométrico:

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

Donde:

P_f = Población futura.

P_o = Población actual.

i = Tasa de crecimiento.

n = Período de diseño.



- **Método aritmético**

Es un método que se usa para la predicción de población, en el cual se toma como base que, el aumento de la población (dy) en el intervalo de tiempo (dt) es invariable e independiente del tamaño de la población, es decir, (dy/dt) es constante.

Y

Y2

Y1

t1 t2 t

$$dY/dt = K$$

K= cte. de crecimiento

$$(Y2-Y1) / (t2-t1) = (Y-Y1) / (t-t1)$$

$$Y = (((Y2-Y1)(t-t1)) / (t2-t1)) + Y1$$



2.2.6.3 Estimación de la población de diseño

El número de habitantes de cualquier comunidad varía con el tiempo. Por lo general, se incrementa en la mayoría de las poblaciones con el transcurso del tiempo.

Para determinar la población de diseño, es decir, la población a servir al final del período, se deben considerar factores de crecimiento poblacional, tales como: servicios existentes, facilidad de saneamiento, actividad productiva, comunicación, tasa de natalidad y mortandad, inmigración y emigración.

Para estimar la población de diseño, se utilizó el método geométrico, que involucra de forma directa la población actual y la tasa del crecimiento del lugar.

En este caso se recurre para la estimación de la población al número de viviendas y al número promedio de habitantes por vivienda. En estudios recientes se llegó a determinar que el número de habitantes por vivienda para el área rural variaba entre 6.5 y 6.9. De acuerdo con condiciones propias de cada localidad, el número de habitantes por vivienda puede tomarse de 6 ó 7.

Para determinar la población a servir para el final del período de diseño bastaría multiplicar el número total de casas estimado para entonces, por el número adoptado de habitantes por vivienda.



En función de lo anterior se tomó el número de habitantes por vivienda equivalente a 6.

Número de viviendas= 31

Po= (Número de Viviendas x Número Promedio habitantes por vivienda).

Po= (31 x 6)=186 habitantes.

La tasa de crecimiento (i) para la aldea Fraternidad, municipio Esquipulas Palo Gordo, departamento San Marcos es de 3.53%, según el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Con n= 20 años.

Pf= Po (1+ i)ⁿ

Pf= 186 hab. (1+ 0.0353)²⁰ ≈ 373 habitantes.



2.2.6.4 Dotación

Se define la dotación como la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante de una población en un día. Se le representa con la letra D y se expresa en litros por habitante por día (l/h/d).

La dotación para una comunidad rural depende de las costumbres de la población, el clima, del tipo y magnitud de la fuente, de la calidad del agua, de la actividad productiva y de la medición del consumo.

Los estudios de demanda llevados a cabo para poblaciones de características semejantes pueden servir de base para fijar la dotación de una población como también criterios establecidos en la Guía para el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable a Zonas Rurales INFOM/UNEPAR, Guatemala junio 1,997. En función de lo anterior se establece que la dotación para la aldea Fraternidad será de 120 l/h/d.



2.2.7 Determinación de caudales

2.2.7.1 Caudal medio diario

Es conocido también como consumo medio diario y es la cantidad de agua que consume una población en un día. Este caudal se puede obtener del promedio de consumos diarios durante un año, pero cuando no se cuenta con registros de consumos diarios se puede calcular en función de la población futura y a la dotación asignada en un día. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_m = \frac{(\text{población futura}) * (\text{dotación})}{86400 \text{ segundos}}$$

$$Q_m = \frac{373 \text{ hab} * 120 \text{ l/h/d}}{86400 \text{ seg.}} = 0.5181 \text{ l/seg}$$

2.2.7.2 Caudal máximo diario

El caudal máximo diario o consumo máximo diario es conocido también como caudal de conducción, ya que es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción y es el consumo máximo de agua que puede haber en 24 horas, observado durante un año, el cual no incluye gastos causados por incendios.



Cuando no se cuenta con información de consumo diario, este se puede calcular multiplicando el factor de día máximo (FDM) por el caudal medio diario.

$$Q_c = Q_m * FDM$$

En acueductos rurales el FDM puede variar de 1.2 a 1.5, en el área rural. Para el proyecto de la aldea Fraternidad se utilizó un factor de día máximo de 1.50, debido a que su población futura es menor de 1,000 habitantes; esto lo recomienda UNEPAR.

$$Q_c = 0.5181 \text{ l/seg.} * 1.50 = 0.78 \text{ l/seg.}$$

2.2.7.3 Caudal máximo horario

Conocido también como caudal de distribución, debido a que es el que se utiliza para diseñar la línea de distribución y es el consumo máximo en una hora del día, el cual se obtiene de la observación del consumo equivalente a un año. Si no se tiene registros, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima (FHM).

$$Q_d = Q_m * FHM$$



El FHM puede variar de 2.0 a 3.0 en el área rural. Para el proyecto de la aldea Fraternidad se utilizó un factor de día máximo de 2.0, debido a que su población futura es menor de 1,000 habitantes según la UNEPAR.

$$Q_d = 0.5181 \text{ l/seg.} \cdot 2.00 = 1.036 \text{ l/seg.}$$

2.2.8 Parámetros de diseño

NÚMERO DE VIVIENDAS	→	31 VIVIENDAS
HABITANTES / VIVIENDA	→	6 HABITANTES
POBLACIÓN ACTUAL	→	186 HABITANTES
TASA DE CRECIMIENTO	→	3.53 % ANUAL
PERÍODO DE DISEÑO	→	20 AÑOS
POBLACIÓN FUTURA	→	373 HABITANTES
DOTACIÓN	→	120 LTS/HAB/DIA
AFORO	→	1.20 LTS/SEG.
CAUDAL MEDIO DIARIO	→	0.5181 LTS/SEG.
CAUDAL DE CONDUCCIÓN	→	0.78 LTS/SEG.
CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN	→	1.036 LTS/SEG.
FACTOR DIA MÁXIMO	→	1.5
FACTOR HORA MÁXIMO	→	2
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	→	20.00 M ³
SISTEMA POR	→	GRAVEDAD
TIPO DE PROYECTO	→	CONEXIÓN DOMICILIAR
PRESIÓN MÁXIMA	→	35.55 MTS.
PRESIÓN MÍNIMA	→	9.21 MTS
CÁLCULO DE TUBERÍA	→	HAZEN & WILLIAMS
CAUDAL POR VIVIENDA	→	0.03 LTS. / SEG. / CASA.



2.2.9 Diseño de los componentes del sistema

2.2.9.1 Caja de captación

La captación se ubica en el mismo naciente del manantial, evitando que el agua subterránea se contamine.

Esta compuesta por:

- Muro de retención.
- Filtro de piedra bola sellado con una capa de mezcla.
- Caja de registro (captación), con un tubo de salida, uno de limpieza (desagüe) y de rebalse, y una tapadera de acceso.
- Caja con una válvula de compuerta en el tubo de salida.

Es primordial que no haya filtración de aguas superficiales en el filtro, para que el agua captada no se contamine. La válvula de compuerta permite cerrar el tubo de salida y limpiar la caja de registro sin contaminar la red.



2.2.9.2 Tanque de almacenamiento

En todo sistema, debe diseñarse un tanque como mínimo, con las siguientes características:

- Compensar las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución.
- Almacenar agua en horas de poco consumo como reservas.
- Regular presiones en la red de distribución.
- Que el agua almacenada se renueve cada 24 horas.

Cuando no se cuenta con demandas reales de la aldea, en un sistema por gravedad, el volumen de capacidad para el tanque se calcula así:

$$V = 0.25 * Q_{cond.}$$

$$V = 0.25 * 0.78 \text{ l/seg} \approx 20 \text{ m.}^3$$

Y sus dimensiones interiores para cumplir con la capacidad serán:

$$V = L * A * H$$



$$V = 3 \cdot 4.2 \cdot 1.6$$

Donde:

0.25 = es el porcentaje de almacenamiento destinado a garantizar la renovación de agua depositada en 24 horas y las demandas máximas por no contar con un estudio de demandas.

V = volumen del tanque (m³).

L = largo del tanque (m).

A = ancho del tanque (m).

H = altura del tanque (m).

2.2.9.3 Línea de distribución

Para el cálculo de las condiciones propuestas en la línea de distribución, se emplea la fórmula de Hazen-Williams. Utilizando esta ecuación y con los datos o condición inicial propuesta, se procede a calcular el valor de la pérdida de carga (en m.c.a.); dicha pérdida se calcula con la fórmula siguiente:

$$H_f = (1743.811 \cdot L \cdot Q^{1.852}) / (D^{4.87} \cdot C^{1.852})$$



Donde:

H_f = pérdida de carga.

L = longitud del tramo (m).

Q = caudal (lt/seg.).

D = diámetro nominal de tubería (pl.).

C = coeficiente de rugosidad (adimensional).

La explicación de la tabla VII, para el calculo hidráulico por columna es la siguiente.

Columna 1: corresponde a la cantidad de viviendas del tramo.

Columnas 2 y 3: en estas columnas se coloca el número de estación correspondiente al principio y al final del tramo.

Columna 4 y 5: cota de terreno al inicio y al final del tramo (m).

Columna 6: corresponde al consumo de las viviendas en el tramo (l/s).

Columna 7: caudal de diseño de cada tramo (l/s).

Columna 8: longitud para los cálculos hidráulicos y para la cuantificación de materiales (m).

Columna 9: coeficiente de rugosidad de la tubería (adimensional).



Para determinar el coeficiente de rugosidad, tomando en cuenta que se tiene planificado utilizar tubería PVC y HG, la ASTM especifica utilizar un valor de 150 para tuberías de PVC y 100 para tubería de HG.

Columna 10: diámetro interno, respecto de esto se debe mencionar que comercialmente las tuberías se asignan por un diámetro nominal, que difiere del diámetro interno del conducto. Con la fórmula de Hf despejada para diámetro.

$$D = ((1743.811 * L * Q^{1.85}) / (H * C^{1.85}))^{1/4.87}$$

Columna 11: corresponde al diámetro existente comercialmente que se ajusta al diámetro teórico.

Columna 12: con el diámetro existente comercial se calculan las pérdidas que ocurren en el tramo con la fórmula:

$$H_f = (1743.811 * L * Q^{1.852}) / (D^{4.87} * C^{1.852})$$

Columna 13: cota piezométrica, es la diferencia de alturas de un punto debido a la pérdida de carga en la tubería. La cota piezométrica en el punto B es igual a la cota piezométrica del punta A menos la pérdida de carga.

Columna 14: presión disponible, es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno del punto.

Columna 15: velocidad (m/s) en el tramo, ésta se calcula con la fórmula:

$$V = (1.974) * Q / D^2$$



Como demostración de cálculo se tomará el tramo saliendo del tanque de almacenamiento E-0 a E-20 del Ramal 1:

Viviendas= 2

Q.V. = 0.06

Q = 0.78 l/s

Longitud = 799.7 m.

C= 150

CT E-0 = 1,000.00

H= 37.97

CT E-20=962.03

$$D = ((1743.811 * 799.7 * 0.78^{1.85}) / (37.97 * 150^{1.85}))^{1/4.87} = 1.17417$$

D comercial útil = 1½''

$$H_f = (1743.811 * 799.7 * 0.78^{1.85}) / (1\frac{1}{2}^{4.87} * 150^{1.85}) = 11.5294$$

CP E-20= Cpz del tanque - hf = 998.5-11.5204= 986.9796

CP E-0 = 998.5 acoplada a cota de piezométrica (piso) del tanque de almacenamiento.

$$\text{Presión E-20} = \text{Cpz 20} - \text{CT 20} = 986.98 - 962.03 = 24.95$$

$$\mathbf{V \text{ en el tramo} = (1.974) * Q / D^2 = (1.974) * (0.78 / (1\frac{1}{2}''^2)) = 1.0607\text{m/s.}}$$



Tabla VII Cálculo Hidráulico.

No. Viv.	Eo. - Ef.		C.T. o - C.T. f		Q. V.	Caudal de Diseño	Long	Coef. Rug.	D.I.	D.N.	Hf	Piez.	Pres.	V.
Ramal I⁽¹⁾														
2	0	20 ⁽²⁾	1,000	962.03	0.06	0.78	799.7	150	1.1741	1 ½	11.52	986.98	24.95	1.061
2	20	27	962.03	932.47	0.06	0.72	361.6	150	1.0188	1 ½	4.4922	956.938	24.4678	0.979
4	27	29 ⁽³⁾	932.47	917.91	0.12	0.66	135.4	150	0.9316	1 ¼	3.4798	953.458	35.548	1.292
2	29	32 ⁽⁴⁾	917.91	882.48	0.06	0.54	189.2	150	0.77	1 ¼	3.35	913.96	31.48	1.057
5	32	42	882.48	849.38	0.15	0.315	451.5	150	0.76	1	8.7551	873.125	23.7448	0.968
5	42	44	849.38	829.69	0.15	0.165	132.9	150	0.52	¾	3.1626	869.956	35.2662	0.898
Sub-Ramal II⁽⁵⁾														
...	32	1	882.48	870.77	0.165	80	150	0.52	¾	1.9	879.98	9.21	0.898
2	1	1.1	870.77	864.47	0.06	0.0675	100	150	0.51	¾	0.455	879.525	15.055	0.367
3	1	2	870.77	856.59	0.09	0.0975	180	150	0.51	¾	1.6185	878.362	21.772	0.53
Sub-Ramal I⁽⁶⁾														
3	0	7	1,000	972.85	0.09	0.18	898.4	150	0.74	1	6.1866	992.313	19.4634	0.551
3	7	9	972.85	954.44	0.09	0.09	390	150	0.52	¾	3.0241	989.289	34.8492	0.49

(1) El Ramal I, cuenta con su propio nacimiento (nacimiento 2 que se localiza en el E-0), donde se construirá una caja de captación de un solo brote con cota de terreno 1,000. El aforo obtenido fue de 1.20 lts/s, acoplado a la caja de captación se construirá un tanque de almacenamiento de 20 m³ de capacidad, semienterrado con cota de terreno 1,000 cota de piso 998.5. Este tanque tendrá la función de alimentar el Ramal I, Sub-Ramal I, Sub-Ramal II.

(2) En E-20 = 0+799.7 construir caja rompe presión de 1.00 m³ de capacidad semienterrada con cota de terreno 962.03 y cota de piso 961.43 con válvula de flote de 1 ½". Esta estructura tendrá función únicamente para Ramal I.

(3) En E-29=1+296.70 construir caja rompe presión de 1.00 m³ de capacidad semienterrada con cota de terreno 917.91 y cota de piso 917.31 con válvula de flote de 1 ¼". Esta estructura tendrá función únicamente para el Ramal I.

(4) En E-32= 1+485.90 construir caja rompe presión de 1 m³ de capacidad semienterrada con cota de terreno 882.48 y cota de piso 881.88 con válvula de flote de 1 ¼". Esta estructura tendrá función tanto para el Ramal I como para el Sub-Ramal II.

(5) Sale de caja rompe presión en la E-32 del Ramal I.

(6) Sale de tanque de almacenamiento de 20.00 m³.



2.2.10 Desinfección del agua

Se puede decir que la desinfección del agua es el método que permite la destrucción de los agentes capaces de producir infección mediante la aplicación directa de medios químicos o físicos. De acuerdo a los resultados obtenidos por INFOM/UNEPAR en el inciso 4, el agua de la muestra no cumple con los requisitos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001, por lo tanto se hace necesario la desinfección con cloro.

La cloración es el método más común para la desinfección del agua en sistemas de abastecimiento público. El cloro y sus compuestos son activos desinfectantes para la destrucción de la flora bacteriana que se encuentra en el agua, y en especial las de origen entérico. Ya que la cloración es de fácil aplicación de bajo costo, de efecto inocuo para el hombre en las dosis utilizadas en la desinfección del agua, de fácil mantenimiento en la red de distribución y por su efectiva acción, hacen que éste sea el sistema de mayor uso en los sistemas de abastecimiento de agua potable rurales.

El cloro es utilizado como gas o compuesto clorado. El compuesto clorado de mayor uso es el hipoclorito de calcio. La aplicación de cloro se hace mediante equipos especiales. Dentro de los equipos más utilizados en nuestro medio esta el Hipoclorador, utilizado en este proyecto.



Hipoclorador hidráulico

Este método de cloración es recomendado por diferentes instituciones encargadas de estudiar el abastecimiento de agua a las diferentes comunidades. Por su fácil manejo y gran efectividad, se recomienda a las pequeñas y medianas comunidades. Requiere de una persona para realizar el procedimiento inicial; luego, automáticamente clora toda el agua del tanque de distribución.

Es un hipoclorador que funciona por gravedad, basado en el principio de carga hidráulica constante. Se compone de un flotador plástico, que soporta un elemento de toma para la captación de la solución; y de un dispositivo de control de la solución que va unido a una manguera flexible, que es por donde se suministra la solución al agua que ingresa al tanque de almacenamiento.

Esta tubería o manguera será de 2½ pulgada y estará colocada exactamente sobre la tubería de ingreso de agua al tanque de almacenamiento para que ingrese conjuntamente la solución clorada, de tal manera que la mezcla sea lo más homogénea posible (agua y cloro).

El sistema de captación de la solución va colocado en el interior de un recipiente inmune al cloro, cuyo objetivo es almacenar la solución.



Se usará un sólo hipoclorador que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65%, diluido en agua en pequeñas dosis, directamente al caudal de entrada del tanque de almacenamiento.

Dosis de cloro necesaria

La solución para aplicar en la entrada del tanque, el flujo de cloro (fc) en gramos/hora, se calcula con la siguiente fórmula:

$$F_c = Q * D_c * 0.06$$

Donde:

Q = caudal de agua conducida en Litro/minuto.

Dc = demanda de cloro en mg/litro o PPM.

$$F_c = 46.8 \text{ lts/min.} * 0.005 \text{ PPM} * 0.06$$

$$F_c = 0.014 \text{ gr. /h.}$$

Para cumplir con la demanda de cloro que se necesita cubrir en un mes de trabajo ininterrumpido se necesitaran 10.08 gramos de solución de cloro. Entonces la cantidad de tabletas (Ct) que consumirá en un mes será de:



$Ct = 10.08 \text{ gramos / hora} * 24 \text{ horas / 1 día} * 30 \text{ días / 1 mes.}$

$Ct = 7,257.6 \text{ gramos / 1 mes} * 1 \text{ tableta / 300 gramos.}$

$Ct = 24.192 \approx 25 \text{ tabletas / mes.}$

El costo anual de demanda de cloración durante los 20 años se presenta en la tabla VIII. Se indica la fecha en la que fue elaborado pues los precios pueden variar.

Tabla VIII Costo anual de demanda de cloración durante los 20 años.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
Epesista: Angela Esther Ixcot Reyna	Carné: 200130547
Presupuesto: Costo anual de demanda de cloración de agua potable para la aldea Fraternidad, municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos.	

COSTO ANUAL DE DEMANDA DE CLORACION DURANTE LOS 20 AÑOS. septiembre 2,007				Tasa de inflación al 8%
Año	Tabletas mensuales	Tabletas al año	Costo unitario tableta	Costo anual de tabletas
1	25	300	Q9.75	Q2,925.00
2	26	312	Q10.53	Q3,285.36
3	27	324	Q11.37	Q3,683.88
4	28	336	Q12.28	Q4,126.08
5	29	348	Q13.26	Q4,614.48
6	29	348	Q14.32	Q4,983.36
7	30	360	Q15.47	Q5,569.20
8	31	372	Q16.71	Q6,216.12
9	32	384	Q18.05	Q6,931.20
10	32	384	Q19.49	Q7,484.16
11	33	396	Q21.05	Q8,335.80
12	33	396	Q22.73	Q9,001.08
13	34	408	Q24.55	Q10,016.40
14	34	408	Q26.51	Q10,816.08
15	35	420	Q28.63	Q12,024.60
16	36	432	Q30.92	Q13,357.44
17	37	444	Q33.39	Q14,825.16
18	38	456	Q36.06	Q16,443.36
19	39	468	Q38.94	Q18,223.92
20	40	480	Q42.06	Q20,188.80
Total Costo				Q183,051.48



2.2.11 Programa de operación y mantenimiento

Para que un sistema de abastecimiento de agua potable funcione correctamente, se tiene que contemplar un programa de operación y mantenimiento tanto para los equipos como para la infraestructura, situación que va a determinar la vida útil del proyecto.

Operación

Se refiere a las acciones externas que se ejecutan a las instalaciones o equipo, sin afectar su naturaleza y características internas.

Mantenimiento

Se refiere a las acciones internas que se ejecutan a las instalaciones o equipos y que de algún modo alteran su naturaleza o partes constitutivas del sistema. Estas acciones internas tienen por objeto la prevención o la reparación de daños.

Hay dos clases de mantenimiento: correctivo y preventivo.



Mantenimiento correctivo

Consiste en la reparación inmediata y oportuna de cualquier daño que se produzca en las instalaciones o equipos. Este tipo de mantenimiento no se puede programar, debido a que los daños pueden ser de diferente índole y por diferentes circunstancias. Para ello es necesario que se disponga de personal especializado y equipo idóneo.

Mantenimiento preventivo

Consiste en la ejecución de un conjunto de acciones internas en las instalaciones o el equipo para evitar, dentro de lo posible, que se produzcan daños. Todas las intervenciones en las instalaciones o equipos deben programarse usando un calendario, con intervalos periódicos basados en otras experiencias de sistemas similares y, con el tiempo, ajustarlos a las necesidades propias del acueducto correspondiente.

Es importante tomar en cuenta, además, los informes sobre las características y el comportamiento operacional de los equipos o instalaciones que provienen de los lugares de fabricación.

Las etapas para la organización eficiente del mantenimiento preventivo de un sistema son:



- Inventario técnico de las instalaciones o equipos.
- Clasificación en grupos de acuerdo con características similares.
- Identificación individual de cada una de las instalaciones o equipos.
- Formularios necesarios para el control del mantenimiento preventivo.
- Normas de mantenimiento preventivo para cada grupo de componentes.
- Plan periódico de mantenimiento preventivo, que se recomienda sea archivos técnicos de mantenimiento.



Tabla IX Programación para el mantenimiento preventivo.

Actividad	Frecuencia
Captación	
Verificar el nivel en el tanque de captación.	diario
Revisar válvulas y rebalses.	diario
Limpiar el área adyacente a la captación (removiendo plantas, piedras, tierra o cualquier otra obstrucción).	mensual
Limpiar la contra cuneta de protección.	mensual
Revisar la malla perimetral.	trimestral
Inspeccionar el área de influencia del nacimiento para detectar posibles fuentes de contaminación, como aguas negras presencia de animales domésticos, letrinas, etc.	anual
Operar válvulas para verificar si giran con facilidad. Si tienen partes rotas o fugas se corrigen; revisar las tuberías, corregir las fugas si las hubiera y pintar con pintura anticorrosiva.	anual
Línea de Conducción	
Mantener una brecha sobre la línea de conducción con el fin de facilitar la inspección y detectar fugas.	anual
Observar si hay fugas, deslizamientos o hundimientos de la tierra que pueda afectar la línea: cualquier área húmeda anormal sobre la línea enterrada debe ser investigada.	mensual
Inspeccionar elementos de mampostería y concreto en la línea.	semestral
Tanque de almacenamiento	
Para su limpieza, cortar la entrada del agua cerrando la válvula de la línea de conducción. Abrir la válvula de drenaje para vaciar el tanque, abrir la escotilla, penetrar al tanque y limpiar con cepillos metálicos las paredes y el fondo del tanque. Sacar los residuos de la limpieza usando un chorro de agua.	semestral
Revisar el estado extremo de las válvulas, verificar que no haya fugas, roturas o falta de piezas, en cuyo caso deberá repararse la válvula o bien cambiarla por otra si fuese necesario.	trimestral
Revisar la estructura del tanque.	semestral
Línea de Distribución	
Inspeccionar la red de distribución con el fin de detectar fugas u otras anomalías; si es posible, corregirlas; en caso contrario, anotarlas en las hojas de registro, verificar y revisar las cajas de válvulas.	mensual
Revisar el funcionamiento de las válvulas, las cuales deben abrir y cerrar lentamente. Pintar y retocar con pinturas anticorrosivas las válvulas y accesorios que estén a la vista de la red de distribución.	semestral
Válvulas	
Abrir y cerrar lentamente la válvula para evitar el golpe de ariete, comprobar que el número de vueltas y el sentido de rotación, al cerrar o abrir, coincide con el indicado en la hoja de registro.	semestral
Abrir y cerrar varias veces las válvulas con el fin de eliminar los depósitos que se hayan podido acumular en el asiento de la compuerta; comprobar el estado de la empaadura del presa-estopa y reemplazarla si hay dificultad en el manejo de la válvula o si hay fugas que no se eliminan apretando el presa-estopa.	semestral
Revisar los empaques; si están en mal estado cambiarlos. Verificar que los pernos y tuercas estén suficientemente apretados para evitar fugas.	semestral
Cambiar la pieza si es necesario, pintar o retocar la pintura de las válvulas y accesorios. Para ello, usar pintura anticorrosiva. Revisar y limpiar la caja de la válvula. Revisar tapaderas y reemplazar las que estén rotas.	semestral
Conexiones domiciliarias	
Revisar las conexiones por sectores del sistema	diario
Revisar empaques de las llaves de chorro	mensual
Revisar llaves de paso y posibles fugas en las conexiones	trimestral



Responsabilidad del técnico:

Conocer todas las partes del acueducto y sus funciones.

- Organizar el mantenimiento preventivo de la obra.
- Recibir capacitación técnica práctica en su comunidad en el momento que se esté realizando la construcción del proyecto de agua potable.
- Recibir herramientas básicas para el mantenimiento de las obras de agua potable, y responder por ellas en todo momento.
- Realizar, con la ayuda de los demás beneficiarios, las reparaciones de la obra.
- Para poder ejercer correctamente sus funciones, se recomienda que el técnico tenga buen liderazgo, sepa leer y escribir, y permanezca en la comunidad; tenga curiosidad por entender el funcionamiento de las cosas y encontrar solución a los problemas, estando disponible para las intervenciones de emergencia.
- Además, cada técnico debe capacitar a un reemplazante que pueda intervenir en caso de que este ausente de la comunidad.



Tabla X Presupuesto del mantenimiento de la línea de distribución de agua potable. Se indica la fecha en la que fue elaborado pues los precios pueden variar.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA					
FACULTAD DE INGENIERIA					
Epesista: Angela Esther Ixcot Reyna Carné: 2001-30547					
Presupuesto: Mantenimiento de la línea de distribución de agua potable para la aldea Fraternidad, municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos.					
INTEGRACION DE COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO					
septiembre 2,007					
REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q	TOTAL / Q
MATERIALES					
TUBO PVC DE 1 1/2" * 160 PSI	3	U	Q45.30	Q135.90	
TUBO PVC DE 1 1/4" * 160 PSI	2	U	Q34.70	Q69.40	
TUBO PVC DE 1" * 160 PSI	6	U	Q25.60	Q153.60	
TUBO PVC DE 3/4" * 250 PSI	5	U	Q20.00	Q100.00	
Tubo HG de 1" liviano	1	U	Q213.75	Q213.75	
CODO LISO PVC DE 1 1/2" * 45°	4	U	Q7.25	Q29.00	
CODO LISO PVC DE 1" * 45°	2	U	Q4.35	Q8.70	
CODO LISO PVC DE 3/4" * 45°	2	U	Q3.40	Q6.80	
RED. BUSHING LISO PVC DE 1 1/2" A 1 1/4"	1	U	Q3.45	Q3.45	
RED. BUSHING LISO PVC DE 1" A 3/4"	1	U	Q2.00	Q2.00	
TEE LISA PVC DE 1"	1	U	Q3.50	Q3.50	
TEE LISA PVC DE 3/4"	1	U	Q1.75	Q1.75	
Adaptador Hembra PVC de 1"	1	U	Q2.25	Q2.25	
Válvula de Pila	1	U	Q10.00	Q10.00	
Válvula de compuerta de 2 1/2"	1	U	Q401.96	Q401.96	
Válvula de compuerta de 1 1/2"	1	U	Q115.00	Q115.00	
Válvula de compuerta de 1"	1	U	Q50.00	Q50.00	
Válvula de compuerta de 1 1/4"	1	U	Q91.00	Q91.00	
Válvula de flote de 1 1/2"	1	U	Q460.00	Q460.00	
Válvula de flote de 1 1/4"	1	U	Q398.50	Q398.50	
Válvula de aire de 1/2"	1	U	Q85.50	Q85.50	
Válvula de limpieza de 1/2"	1	U	Q89.50	Q89.50	
Válvula de limpieza de 1"	1	U	Q50.00	Q50.00	
PEGAMENTO PVC TANGIT GALON	0.25	Gal.	Q420.00	Q105.00	
THINER	0.25	Gal.	Q50.00	Q12.50	
WIPE	0.25	Lb.	Q12.00	Q3.00	
TOTAL COSTO DE MATERIALES				Q2,602.06	
MANO DE OBRA					
Fontanero + prueba de presión	40.00	U	Q 37.50	Q1,500.00	
FLETE					
Acarreo	10	Viajes	Q5.00	Q50.00	
TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA Y FLETE				Q1,550.00	
TOTAL					Q4,152.06



Tabla XI Costo anual de mantenimiento durante los 20 años. Se indica la fecha en la que fue elaborado pues los precios pueden variar.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA					
FACULTAD DE INGENIERIA					
Epesista: Angela Esther Ixcot Reyna Carné: 200130547					
Presupuesto: Mantenimiento durante los 20 años, de la línea de distribución de agua potable para la aldea Fraternidad, municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos.					
INTEGRACION DE COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO DURANTE LOS 20 AÑOS				Tasa de inflación al 8%	
septiembre 2,007					
REGION	TIEMPO	COSTO ANUAL DE MANO DE OBRA	COSTO DE MANTENIMIENTO	COSTO ANUAL DE TABLETAS	TOTAL / Q
Fontanero	año 1	Q1,550.00	Q2,602.06	Q2,925.00	Q7,077.06
Fontanero	año 2	Q1,674.00	Q2,602.06	Q3,285.36	Q7,561.42
Fontanero	año 3	Q1,807.92	Q2,602.06	Q3,683.88	Q8,093.86
Fontanero	año 4	Q1,952.55	Q2,602.06	Q4,126.08	Q8,680.69
Fontanero	año 5	Q2,108.75	Q2,602.06	Q4,614.48	Q9,325.29
Fontanero	año 6	Q2,277.45	Q2,602.06	Q4,983.36	Q9,862.87
Fontanero	año 7	Q2,459.65	Q2,602.06	Q5,569.20	Q10,630.91
Fontanero	año 8	Q2,656.42	Q2,602.06	Q6,216.12	Q11,474.60
Fontanero	año 9	Q2,868.93	Q2,602.06	Q6,931.20	Q12,402.19
Fontanero	año 10	Q3,098.44	Q2,602.06	Q7,484.16	Q13,184.66
Fontanero	año 11	Q3,346.32	Q2,602.06	Q8,335.80	Q14,284.18
Fontanero	año 12	Q3,614.03	Q2,602.06	Q9,001.08	Q15,217.17
Fontanero	año 13	Q3,903.15	Q2,602.06	Q10,016.40	Q16,521.61
Fontanero	año 14	Q4,215.40	Q2,602.06	Q10,816.08	Q17,633.54
Fontanero	año 15	Q4,552.63	Q2,602.06	Q12,024.60	Q19,179.29
Fontanero	año 16	Q4,916.84	Q2,602.06	Q13,357.44	Q20,876.34
Fontanero	año 17	Q5,310.19	Q2,602.06	Q14,825.16	Q22,737.41
Fontanero	año 18	Q5,735.00	Q2,602.06	Q16,443.36	Q24,780.42
Fontanero	año 19	Q6,193.80	Q2,602.06	Q18,223.92	Q27,019.78
Fontanero	año 20	Q6,689.30	Q2,602.06	Q20,188.80	Q29,480.16
TOTAL COSTO					Q306,023.45



2.2.12 Propuesta de tarifa

El propósito de ésta es rembolsar el costo del proyecto al mismo tiempo recaudar el costo de su mantenimiento y así lograr un proyecto sostenible.

Para obtener la tasa de interés se calculó por medio de la fórmula siguiente:

$$i = PR + TI + PR * TI$$

$$i = 4.25\% + 10\% + 4.25\% * 10\%$$

$$i = 14.67\%$$

Donde:

PR= Premio al riesgo, la tasa mínima de interés

TI= Tasa de inflación dato obtenido del Banco de Guatemala

La explicación de la tabla XII de estudio tarifario por columna es la siguiente:



Columna 1: período de mantenimiento en años.

Columna 2: costo anual por derecho de servicio de agua potable.

Columna 3: número de viviendas por cada año.

Columna 4: propuesta tarifaria incrementada a cada 5 años con una tasa de interés al 14.67%

Columna 5: costo anual acumulado.



Tabla XII Estudio tarifario anual por servicio de agua potable. Se indica la fecha en la que fue elaborado pues los precios pueden variar.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
Epesista: Angela Esther Ixcot Reyna	Carné: 200130547
Presupuesto: Tarifa anual por servicio de agua potable para la aldea Fraternidad, municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos.	

TARIFA ANUAL POR SERVICIO DE AGUA POTABLE. septiembre 2,007			Tasa de interés al 14.67%	
Periodo anual	Renglón	Numero de viviendas	Propuesta tarifaria	Tarifa anual
año 1	Tarifa anual por servicio de agua	31	Q45.00	Q16,740.00
año 2	Tarifa anual por servicio de agua	36	Q45.00	Q19,440.00
año 3	Tarifa anual por servicio de agua	38	Q45.00	Q20,520.00
año 4	Tarifa anual por servicio de agua	40	Q45.00	Q21,600.00
año 5	Tarifa anual por servicio de agua	43	Q45.00	Q23,220.00
año 6	Tarifa anual por servicio de agua	45	Q52.00	Q28,080.00
año 7	Tarifa anual por servicio de agua	47	Q52.00	Q29,328.00
año 8	Tarifa anual por servicio de agua	50	Q52.00	Q31,200.00
año 9	Tarifa anual por servicio de agua	53	Q52.00	Q33,072.00
año 10	Tarifa anual por servicio de agua	55	Q52.00	Q34,320.00
año 11	Tarifa anual por servicio de agua	58	Q60.00	Q41,760.00
año 12	Tarifa anual por servicio de agua	61	Q60.00	Q43,920.00
año 13	Tarifa anual por servicio de agua	64	Q60.00	Q46,080.00
año 14	Tarifa anual por servicio de agua	67	Q60.00	Q48,240.00
año 15	Tarifa anual por servicio de agua	70	Q60.00	Q50,400.00
año 16	Tarifa anual por servicio de agua	74	Q69.00	Q61,272.00
año 17	Tarifa anual por servicio de agua	77	Q69.00	Q63,756.00
año 18	Tarifa anual por servicio de agua	81	Q69.00	Q67,068.00
año 19	Tarifa anual por servicio de agua	84	Q69.00	Q69,552.00
año 20	Tarifa anual por servicio de agua	88	Q69.00	Q72,864.00
Total Costo				Q822,432.00



2.2.13 Planos y detalles

Los planos son el resultado gráfico del diseño hidráulico. Para su presentación se dibujaron en hojas con formato A-1 y se redujeron a formatos doble carta para su inclusión en el presente trabajo de graduación (ver apéndice).

2.2.14 Presupuesto

El presupuesto presentado se trabajó con base en los precios unitarios, la mano de obra calculada se basó en los datos proporcionados por la municipalidad, mientras que los materiales fueron cotizados en ventas de materiales de construcción de la cabecera municipal. El presupuesto se presenta en la siguiente tabla XIII.



Tabla XIII Presupuesto del diseño de la línea de distribución de agua potable. Se indica la fecha en la que fue elaborado pues los precios pueden variar.

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
Longitud: 3,718.70 m				Epesista: Angela Esther Ixcot Reyna Carné: 200130547		
Presupuesto: Diseño de la línea de distribución de agua potable para la aldea Fraternidad, municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos.						
INTEGRACIÓN DE COSTOS septiembre 2,007			PRESUPUESTO DESGLOSADO INCLUIDO EN APÉNDICE			
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q	TOTAL DEL PROYETO
1	Trabajos preliminares	1888.65	M2	Q1.74	Q3,287.98	
2	Trazo y replanteo topográfico	3,718.70	MI	Q2.18	Q8,098.05	
3	Caja de captación	1.00	Unidad	Q20,058.70	Q20,058.70	
4	Cajas rompe presión	3.00	Unidades	Q6,219.88	Q18,659.64	
5	Cajas de válvulas	4.00	Unidades	Q1,786.28	Q7,145.10	
6	Tanque de almacenamiento 20 m3	1.00	Unidad	Q65,306.60	Q65,306.60	
7	Línea de distribución	3718.70	MI	Q10.72	Q39,864.25	
8	Conexión domiciliar	1115.60	MI	Q15.16	Q16,910.02	
9	Paso de zanjón	1.00	Unidad	Q5,956.25	Q5,956.25	
10	Paso en asfalto	16.00	M2	Q1,576.44	Q25,223.00	
11	Limpieza general	944.33	M2	Q0.50	Q472.17	
SUB TOTAL					Q210,981.75	
Factor de Indirectos:		42% - 47%				
Impuestos:		IVA 12%				
		ISR 5%				
Gastos de Administración:		7% - 9%				
Imprevistos:		4% - 9%				
GASTOS INDIRECTOS						
	Fianzas + Legal	3.50%	%	Q210,981.75	Q7,384.36	
	Impuestos	17.00%	%	Q210,981.75	Q35,866.90	
	Utilidades	10.00%	%	Q210,981.75	Q21,098.17	
	Gastos de Administración	7.00%	%	Q210,981.75	Q14,768.72	
	Imprevistos	5.00%	%	Q210,981.75	Q10,549.09	
SUB TOTAL					Q89,667.24	
Total del Proyecto						Q300,648.99



2.2.15 Evaluación de impacto ambiental del proyecto

En sentido estricto, la ecología ha definido al ambiente como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe. Dentro de ella, también, entra lo que la sociedad construye a través de su accionar. Generalmente, esto es lo que se identifica como "ambiente".

Podría definirse el Impacto Ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales.

Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. La Evaluación de Impacto Ambiental está destinada a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental.



Identificación de los factores que puedan causar impacto al medio ambiente y que parte está afectando en la etapa de construcción y operación

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son.

El agua: debido a que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo. Aplica a etapa de construcción.

El suelo: se impactará negativamente el mismo si no se verifica la etapa de compactación, pudiendo sufrir el suelo hundimientos y provocar fisuras o quebraduras en la tubería. Aplica a etapa de construcción y operación.

Salud: se impactará negativamente si existiera fugas de agua que no sean localizadas rápidamente, ocasionando contaminación de la misma. Aplica a etapa de operación.



2.2.16 Medidas de mitigación

Medidas de mitigación en la etapa de construcción:

En el movimiento de tierra se deberá ubicar adecuadamente el material, con el fin de no dañar fuentes superficiales pequeñas.

Programa de monitoreo ambiental en construcción:

Supervisar periódicamente, si están siendo ejecutadas las medidas dadas en esta etapa del proyecto.

Monitorear si el personal utiliza el equipo necesario para la prevención de accidentes y de salud.

Medidas de mitigación en la etapa de operación:

Capacitar al (o a los) comunitarios que se encargaran de darle mantenimiento al sistema, especialmente sobre aspectos de limpieza de obras hidráulicas, identificación de fugas y cualquier emergencia dada en el proyecto.



Programa de monitoreo ambiental en operación:

Supervisar periódicamente, si están siendo ejecutadas las medidas de mantenimiento.

2.2.17 Evaluación socio-económica

La evaluación socio-económica trata del tiempo en el cual será rembolsado el costo del proyecto, el tiempo de reembolso debe ser el menor que se pueda para que empiece a generar ganancias.

Por medio de este estudio se puede conocer la rentabilidad del proyecto, en este caso se analizó el valor presente neto y su comparación con la tasa interna de retorno.

2.2.17.1 Valor presente neto

EL valor presente neto (VPN) se define como el valor presente del flujo de ingresos (flujo positivo) menos el valor presente del flujo de egresos (flujo negativo). Esto es, la suma algebraica de los flujos de efectivo futuros (positivos y negativos) al valor presente, incluyendo en esta suma el egreso inicial de la inversión.



La explicación de la tabla XIV de valor presente neto por columna es la siguiente:

Columna 1: período de análisis en años.

Columna 2: ingresos por tarifa propuesta por consumo de agua potable incrementada a una tasa de interés 14.67% a cada 5 años.

Columna 3: egresos por mantenimiento (Tabla X).

Columna 5: egresos por mano de obra (mantenimiento) (Tabla X).

Columna 4: demanda de cloración (Tabla VIII).

Columna 6: total de egresos.

Columna 7: flujo neto (ingresos menos egresos).



Tabla XIV Valor presente neto. Se indica la fecha en la que fue elaborado
 pues los precios pueden variar.

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
Longitud: 3,718.70 m	
Cálculo: Valor presente neto de la línea de distribución de agua potable para la aldea Fraternidad, municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos.	

VALOR PRESENTE NETO septiembre 2,007						
Vida años	Ingresos	Egresos			Costo total egresos	Flujo neto
	Tarifa	Valor inicial	Mano de obra	Costo anual de tabletas		
		Q300,648.99 Mantenimiento				
1	Q16,740.00	Q2,602.06	Q1,550.00	Q2,925.00	Q7,077.06	Q9,662.94
2	Q19,440.00	Q2,602.06	Q1,674.00	Q3,285.36	Q7,561.42	Q11,878.58
3	Q20,520.00	Q2,602.06	Q1,807.92	Q3,683.88	Q8,093.86	Q12,426.14
4	Q21,600.00	Q2,602.06	Q1,952.55	Q4,126.08	Q8,680.69	Q12,919.31
5	Q23,220.00	Q2,602.06	Q2,108.75	Q4,614.48	Q9,325.29	Q13,894.71
6	Q28,080.00	Q2,602.06	Q2,277.45	Q4,983.36	Q9,862.87	Q18,217.13
7	Q29,328.00	Q2,602.06	Q2,459.65	Q5,569.20	Q10,630.91	Q18,697.09
8	Q31,200.00	Q2,602.06	Q2,656.42	Q6,216.12	Q11,474.60	Q19,725.40
9	Q33,072.00	Q2,602.06	Q2,868.93	Q6,931.20	Q12,402.19	Q20,669.81
10	Q34,320.00	Q2,602.06	Q3,098.44	Q7,484.16	Q13,184.66	Q21,135.34
11	Q41,760.00	Q2,602.06	Q3,346.32	Q8,335.80	Q14,284.18	Q27,475.82
12	Q43,920.00	Q2,602.06	Q3,614.03	Q9,001.08	Q15,217.17	Q28,702.83
13	Q46,080.00	Q2,602.06	Q3,903.15	Q10,016.40	Q16,521.61	Q29,558.39
14	Q48,246.00	Q2,602.06	Q4,215.40	Q10,816.08	Q17,633.54	Q30,612.46
15	Q50,400.00	Q2,602.06	Q4,552.63	Q12,024.60	Q19,179.29	Q31,220.71
16	Q61,272.00	Q2,602.06	Q4,916.84	Q13,357.44	Q20,876.34	Q40,395.66
17	Q63,756.00	Q2,602.06	Q5,310.19	Q14,825.16	Q22,737.41	Q41,018.59
18	Q67,068.00	Q2,602.06	Q5,735.00	Q16,443.36	Q24,780.42	Q42,287.58
19	Q69,552.00	Q2,602.06	Q6,193.80	Q18,223.92	Q27,019.78	Q42,532.22
20	Q72,864.00	Q2,602.06	Q6,689.30	Q20,188.80	Q29,480.16	Q43,383.84
						Q516,414.55

Cálculo del valor presente neto con una tasa al 14.67%



Para obtener el valor presente neto se calcula por medio de la fórmula siguiente:

$$VPN = (-VALOR INICIAL + FLUJO NETO) (1/(1+0.1467)^n)$$

Donde:

VPN = Valor presente neto.

n= Período de diseño.

Utilizando la hoja electrónica del programa EXCEL encontramos el valor presente neto.

$$VPN = Q 13,963.23$$

Al dar un valor positivo indica que la inversión es conveniente.

2.2.17.2 Tasa interna de retorno

Se llama tasa interna de retorno (TIR) al tipo de interés al que hay que descontar una serie de flujos en unas fechas determinadas para que tengan una valor actual neto (VAN) igual a cero.



La explicación de la tabla XV de tasa interna de retorno por columna es la siguiente:

Columna 1: período de análisis en años.

Columna 2: ingresos por tarifa propuesta por consumo de agua potable incrementada a una tasa de interés 14.67% a cada 5 años.

Columna 3: egresos por mantenimiento (Tabla X).

Columna 5: egresos por mano de obra (mantenimiento)(Tabla X).

Columna 4: demanda de cloración (Tabla VIII).

Columna 6: total de egresos.

Columna 7: flujo neto (ingresos menos egresos).



Tabla XV Tasa Interna de Retorno. Se indica la fecha en la que fue elaborado pues los precios pueden variar.

Cálculo del valor presente neto con una tasa al 14.67%

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
Longitud: 3,718.70 m	
Cálculo: Valor presente neto de la línea de distribución de agua potable para la aldea Fraternidad, municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos.	

VALOR PRESENTE NETO septiembre 2,007						
Vida años	Ingresos	Egresos			Costo total egresos	Flujo neto
	Tarifa	Valor inicial	Mano de obra	Costo anual de tabletas		
		Q300,648.99 Mantenimiento				
1	Q16,740.00	Q2,602.06	Q1,550.00	Q2,925.00	Q7,077.06	Q9,662.94
2	Q19,440.00	Q2,602.06	Q1,674.00	Q3,285.36	Q7,561.42	Q11,878.58
3	Q20,520.00	Q2,602.06	Q1,807.92	Q3,683.88	Q8,093.86	Q12,426.14
4	Q21,600.00	Q2,602.06	Q1,952.55	Q4,126.08	Q8,680.69	Q12,919.31
5	Q23,220.00	Q2,602.06	Q2,108.75	Q4,614.48	Q9,325.29	Q13,894.71
6	Q28,080.00	Q2,602.06	Q2,277.45	Q4,983.36	Q9,862.87	Q18,217.13
7	Q29,328.00	Q2,602.06	Q2,459.65	Q5,569.20	Q10,630.91	Q18,697.09
8	Q31,200.00	Q2,602.06	Q2,656.42	Q6,216.12	Q11,474.60	Q19,725.40
9	Q33,072.00	Q2,602.06	Q2,868.93	Q6,931.20	Q12,402.19	Q20,669.81
10	Q34,320.00	Q2,602.06	Q3,098.44	Q7,484.16	Q13,184.66	Q21,135.34
11	Q41,760.00	Q2,602.06	Q3,346.32	Q8,335.80	Q14,284.18	Q27,475.82
12	Q43,920.00	Q2,602.06	Q3,614.03	Q9,001.08	Q15,217.17	Q28,702.83
13	Q46,080.00	Q2,602.06	Q3,903.15	Q10,016.40	Q16,521.61	Q29,558.39
14	Q48,246.00	Q2,602.06	Q4,215.40	Q10,816.08	Q17,633.54	Q30,612.46
15	Q50,400.00	Q2,602.06	Q4,552.63	Q12,024.60	Q19,179.29	Q31,220.71
16	Q61,272.00	Q2,602.06	Q4,916.84	Q13,357.44	Q20,876.34	Q40,395.66
17	Q63,756.00	Q2,602.06	Q5,310.19	Q14,825.16	Q22,737.41	Q41,018.59
18	Q67,068.00	Q2,602.06	Q5,735.00	Q16,443.36	Q24,780.42	Q42,287.58
19	Q69,552.00	Q2,602.06	Q6,193.80	Q18,223.92	Q27,019.78	Q42,532.22
20	Q72,864.00	Q2,602.06	Q6,689.30	Q20,188.80	Q29,480.16	Q43,383.84
						Q516,414.55



Utilizando los valores de la tabla anterior se calcula la tasa interna de retorno por medio de la hoja electrónica del programa EXCEL.

$$0 = - \text{INVERSIÓN} + \text{ANUALIDAD (P/A, TIR, n)} + (\text{INGRESOS} - \text{EGRESOS})(\text{P/A, TIR, n})$$

$$\text{TIR} = 18 \%$$

Donde:

P/A = Presente dado una anualidad.

P/F = Presente dado un futuro.

n = Período de diseño.

TIR = Tasa de interés de retorno.

Esta tasa de interés del 20% está lejos de cero lo cual significa que los egresos no igualan a los ingresos por lo que el proyecto es rentable financieramente, siendo viable su construcción y mantenimiento.

Un valor negativo de TIR no es un valor práctico a utilizar significaría que los costos superan a los ingresos y el proyecto no tendría los recursos para el mantenimiento.



3 FASE DE DOCENCIA

3.3 Docencia

3.3.1 Realizar charlas del mantenimiento de ambos proyectos

En esta fase se dará a conocer a los habitantes de las aldeas en estudio el programa de mantenimiento:

- Para la aldea Buena Vista: se considerará la limpieza del pavimento rígido y cunetas integradas para evitar deterioro del mismo, como el de presencia de residuos sólidos en cunetas evitando así taponamientos en cajas de salidas y sus respectivas tuberías, se planificará con el COCODE para que cierto grupo de beneficiarios se encarguen de limpiar áreas específicas, se realizará un recorrido en el tramo para dar a conocer los componentes estructurales en el pavimento, como también para reconocer ciertas áreas por grupos para su respectiva limpieza.



- Para la aldea Fraternidad: se considerará el programa de mantenimiento de la línea de distribución de agua potable, incluido en el presente trabajo de graduación en el capítulo 2 sección 2.2.11, en el cual se especifica detalladamente el mantenimiento correctivo, preventivo y responsabilidad del técnico (persona asignada por COCODE quien tiene que estar presente desde que se lleva a cabo la construcción de la obra). Se llevará a cabo un recorrido en el tramo para dar a conocer los componentes del sistema.

Con la realización de dichas charlas se estará garantizando la vida útil de cada uno de los proyectos, quedando como responsable la municipalidad y el COCODE de cada una de las aldeas, para que el programa de mantenimiento se lleve a cabo.



CONCLUSIONES

1. En cuanto al diseño del pavimento rígido será de gran beneficio para la población, ya que sólo existe esta vía de comunicación para la aldea Buena Vista. Es de suma urgencia mejorar el acceso, debido al mal estado del camino, consecuencia de los estragos causados por el paso de la tormenta tropical STAN. Con esto se garantiza el acceso a los servicios, mediante una mejor infraestructura.
2. El período de vida de un pavimento dependerá del diseño adecuado, como de la construcción del mismo que contenga los materiales y procedimientos específicos.
3. El método simplificado que propone la PCA para el diseño de pavimentos rígidos, utilizado en este caso, es bastante simple y práctico, especialmente en las áreas del interior de la república de Guatemala, se basa en buena parte en tablas, que son resultados de ensayos y experimentos de laboratorio y de campo. Ayudando así a economizar recursos.



4. Igual que la problemática del paso de la tormenta tropical Stan, la población de la aldea Fraternidad está careciendo del vital líquido, considerando que es de suma importancia para la subsistencia humana, por lo tanto, es necesario ejecutar el proyecto de distribución de agua potable, ya que parte de la tubería fue dañada. Con la ejecución de dicho proyecto, se pretende dar solución a la problemática existente.
5. Se proveerá a los usuarios de un servicio sin interrupción, que además contará con un sistema eficaz de cloración para evitar la contaminación con algún agente patógeno.
6. La distribución de viviendas en la aldea Fraternidad que se van a abastecer en el presente proyecto obliga a que el sistema de distribución de agua potable sea por medio de ramales abiertos. Además este sistema presenta las ventajas de ser económico y menos complicado de construir en el área rural.
7. La supervisión del proyecto de pavimentación como el de agua potable, de parte de un Ingeniero, es de gran importancia, para el seguimiento de todas las especificaciones de construcción, para asegurar un buen proyecto de Ingeniería Civil.



8. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), favorece el desarrollo de las capacidades técnicas del futuro profesional de la Ingeniería Civil, ya que confronta la teoría con la práctica en la búsqueda de soluciones, tanto técnicas como económicas a problemas reales. Beneficiando con ello comunidades del interior de la República, dejando así gran satisfacción al estudiante.



DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA,
MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y
DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD,
MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

UNIVERSIDAD DE LA AMÉRICA CENTRAL



RECOMENDACIONES

1. Antes de iniciar la construcción del pavimento es aconsejable hacer todas las reparaciones de drenaje y agua potable posibles o necesarias, para que en un futuro no causen problemas al pavimento y se tenga que romper el mismo.
2. Para la construcción de los proyectos debe existir coordinación entre el departamento técnico de las Municipalidades, la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y los beneficiados, para evitar atrasos en todo el proceso.
3. Para garantizar el período de diseño de los proyectos, es necesario que los que trabajen en su construcción, sigan las indicaciones de los planos y especificaciones. Que el supervisor indique cambios, si los hay, y que los trabajadores directos de campo sigan las indicaciones del supervisor.
4. Se sugiere apoyar el programa de EPS, con el fin de fortalecerlo, ya que los resultados que proporciona sería beneficio para el país.



5. A los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala se les exhorta a que realicen el Ejercicio Profesional Supervisado, ya que éste brinda la oportunidad de poner en práctica la teoría, adquiriendo experiencia en el campo profesional, además de la satisfacción de poder servir a las comunidades necesitadas, y colaborar con el mejoramiento del nivel de vida de los guatemaltecos.



BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. REGLAMENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE CONCRETO REFORZADO (ACI 318S-05) Y COMENTARIOS. (ACI 318SR-05). Versión en español y en sistema métrico. Producido por el Comité ACI 318, 2,005.
2. APUNTES DEL CURSO DE INGENIERÍA SANITARIA I.
3. CRESPO VILLALAZ. MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES. México: Editorial Limusa, 1998.
4. DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS, MINISTERIO DE COMUNICACIONES, INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDA PÚBLICAS. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES. República de Guatemala, impresos industriales, 2000.
5. GUÍA PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES. Instituto de Fomento Municipal - INFOM. Ciudad de Guatemala, junio 1997.
6. INGENIERÍA ECONÓMICA. LELAND T. BLANK ANTHONY J. TARUIN. Cuarta edición.
7. INVENTARIOS DE TECNOLOGÍAS DE AGUA Y SANEAMIENTO EN GUATEMALA UTILIZADAS EN COMUNIDADES RURALES E INDÍGENAS. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Organización Mundial de la Salud, octubre 2,003.



8. **MANUAL CENTROAMERICANO DE NORMAS AMBIENTALES PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS.**
Secretaría de integración económica centroamericana –SIECA-USAID.
Guatemala, noviembre de 2002.

9. **NORMAS PARA EXÁMENES BACTERIOLÓGICO Y FÍSICO-QUÍMICO SANITARIO.**
Norma COGUANOR 29001.
Comisión Guatemalteca de Normas.



APÉNDICE

- 1. Topografía del proyecto de pavimento rígido para la aldea Buena Vista.**

- 2. Topografía del proyecto de sistema de agua potable para la aldea Fraternidad.**

- 3. Presupuesto desglosado del proyecto de pavimento rígido para la aldea Buena Vista.**

- 4. Presupuesto desglosado del proyecto de sistema de agua potable para la aldea Fraternidad.**

- 5. Planos y detalles, pavimento rígido de aldea Buena Vista y sistema de agua potable para la aldea Fraternidad.**



Apéndice 1: Topografía del proyecto de pavimento rígido para la aldea Buena Vista.

E	PO	Azimut			Dist. Hor.	Dist. Acumulada	
		G	M	S			
	E-0	242	20	0	entre ests. centro	0	0+000.000
E-0	E-1	243	37	0	20	0+020.000	
E-0	E-2	244	26	30	20	0+040.000	
E-0	E-3	237	39	0	20	0+060.000	
E-0	E-4	208	52	30	40	0+100.000	
E-0	E-5	208	16	0	20	0+120.000	
E-0	E-6	208	51	30	20	0+140.000	
E-6	E-7	238	17	0	20	0+160.000	
E-6	E-8	238	18	15	10	0+170.000	
E-6	E-9	233	22	0	10	0+180.000	
E-9	E-10	182	29	0	10	0+190.000	
E-9	E-11	172	26	0	20	0+210.000	
E-9	E-12	169	70	0	20	0+230.000	
E-9	E-13	171	45	0	10	0+240.000	
E-13	E-14	287	23	0	30	0+270.000	
E-14	E-15	301	10	30	30	0+300.000	
E-15	E-16	290	30	0	30	0+330.000	
E-16	E-17	291	48	0	30	0+360.000	
E-17	E-18	312	0	0	30	0+390.000	
E-18	E-19	283	45	0	20	0+410.000	
E-19	E-20	227	0	0	20	0+430.000	
E-19	E-21	223	19	0	50	0+480.000	
E-21	E-22	194	11	30	25	0+505.000	
E-22	E-23	284	12	0	20	0+540.000	
E-22	E-24	283	34	30	30	0+570.000	
E-23	E-25	256	6	30	30	0+600.000	
E-23	E-26	249	53	0	30	0+630.000	
E-23	E-27	251	51	0	20	0+650.000	
E-26	E-28	227	37	0	20	0+670.000	
E-26	E-29	231	20	30	20	0+690.000	
E-26	E-30	241	32	0	20	0+710.000	
E-29	E-31	271	49	0	15	0+725.000	
E-29	E-32	272	30	0	20	0+745.000	
E-29	E-33	263	10	0	30	0+775.000	
E-30	E-34	258	38	0	30	0+805.000	
E-30	E-35	259	35	0	30	0+835.000	
E-33	E-36	266	25	0	30	0+865.000	
E-33	E-37	269	12	0	30	0+895.000	
E-33	E-38	253	32	0	30	0+925.000	
E-35	E-39	193	30	0	30	0+955.000	
E-35	E-40	186	48	0	38	0+993.000	
E-35	E-41	175	0	0	20	1+013.000	
E-40	E-42	163	80	0	30	1+043.000	
E-41	E-43	163	53	0	30	1+073.000	
E-41	E-44	163	56	0	30	1+103.000	
E-41	E-45	168	19	0	30	1+133.000	
E-41	E-46	163	40	0	30	1+163.000	



E	PO	Azimut			Dist. Hor. entre ests. centro	Dist. Acumulada
		G	M	S		
E-43	E-47	163	15	0	30	1+193.000
E-43	E-48	166	70	0	30	1+223.000
E-43	E-49	167	21	0	30	1+253.000
E-43	E-50	167	5	0	20	1+273.000
E-47	E-51	143	18	0	20	1+293.000
E-55	E-56	104	47	0	30	1+433.000
E-55	E-57	102	32	0	30	1+463.000
E-55	E-58	102	39	0	30	1+493.000
E-55	E-59	104	11	0	31	1+524.000



Apéndice 2: Topografía del proyecto de sistema de agua potable para la aldea Fraternidad.

EST.	P. O.	Azimut	Distancia de tramo	Distancia Acumulada	V. A	V. I.	Nivel	Referencias
E-9	A	20°00'	150.00		10	0.21	964.23	Julián Pérez
E-8	E-9	350°00'	230.00	0+593.40	0	12.4	954.44	
E-7	E-8	30°00'	160.00	0+363.40	0	6.01	966.84	
E-7	B	345°00'	30		1	1.76	972.09	Salomé Miranda
E-7	A	50°00'	25.00		1	0.82	973.03	Domingo Chávez
E-6	E-7	36°18'	30.20	0+203.40	1.5	0.81	972.85	
E-6	A	330°00'	25		0	3.9	968.26	Leandro López
E-5	E-6	30°00'	22.2	0+173.20	1.9	0.49	972.16	Entre E-5 Y E-6 cortar asfalto y reconstruir el tramo de 16 mts.
E-4	E-5	55°00'	16.30	0+151.00	1.1	0.02	970.75	
1	B	120°00'	12.00		1.9	0.8	972.27	Arnoldo López
1	A	197°00'	21.00		1.9	0.1	972.97	José López
E-4	1	197°00'	20.10		1.9	0.4	971.17	
E-3	E-4	60°00'	48.00	0+134.7	4.01	0.3	969.67	
E-2	E-3	45°00'	31.80	0+086.7	2	0.11	965.96	
E-1	E-2	20°00'	27.2	0+054.9	1.81	0.16	964.07	
E-16	E-1	330°00'	27.7	0+027.70	2.2	0.4	962.42	
							960.62	

SALE RAMAL

EST.	P. O.	Azimut	Distancia de tramo	Distancia Acumulada	V. A	V. I.	Nivel	
E-44	B	265°00'	55.00		1.1	1.5	829.29	Mario Sandoval
E-44	A	310°00'	10.00		1.1	2.4	828.39	Fidel Escobar
E-43	E-44	265°00'	73.00	2+070.30	0	10	829.69	
E-43	B	240°00'	39.00		0.1	3.9	835.89	Geronimo Escobar
E-43	A	10°18'	16.00		0.11	2.4	837.4	Luís Escobar
	E-43				0	4.79	839.69	
E-42		300°00'	59	1+997.30	0	4.9	844.48	
E-42	A	22°00'	45.00		0	4.91	844.47	Aurelio Escobar
E-41	E-42	340°12'	33.00	1+937.40	0	5.11	849.38	
E-41	A	40°00'	10		0.11	1.1	853.5	Dionisio Escobar
E-40	E-41	346°00'	55	1+904.40	0.9	2.41	854.49	
E-39	E-40	359°00'	29.00	1+849.40	1.4	1.51	856	
1	B	310°00'	34.00		0.21	4.11	848.05	Víctor Escobar
1	A	200°00'	9.00		0.21	2.1	850.06	Hipólito Escobar



EST.	P. O.	Azimut	Distancia de tramo	Distancia Acumulada	V. A	V. I.	Nivel	Referencias
E-39	1	268°00'	20.00		0	4.16	851.95	
E-38	E-39	350°00'	23.00	1+820.40	1.8	0.22	856.11	
E-37	E-38	298°00'	18.00	1+797.40	1.1	1.45	854.53	
E-36	E-37	300°00'	70	1+779.40	6.18	0	854.88	
E-36	A	310°00'	19		2.1	0.11	850.69	Ebelio Escobar
E-35	E-36	295°00'	39.50	1+709.40	2.5	0.11	848.7	
	E-35				0.2	2.8	846.31	
E-34		347°00'	50.00	1+669.90	0	4.1	848.91	Entre E-34 Y E-35 construir paso de zanjón long. 5.00 mts prof. 3.40 mts
	E-34				0.04	5.11	853.01	
					0.11	4.36	858.08	
E-33		349°10'	42.00	1+619.90	0.1	4.11	862.33	
	E-33				0	2.8	866.34	
					0.11	4.18	869.14	
					0	4.36	873.21	
E-32		00°10'	92.00	1+577.90	0	4.91	877.57	
2	C	359°00'	126.00		0	7.1	849.49	Eugenio Sandoval
2	B	298°00'	43.00		0.12	1.14	855.57	Bécquer Sandoval
2	A	60°00'	62.00		0.12	1.1	855.61	Saúl Sandoval
1	2	359°00'	180.00	0+260.00	0	14.18	856.59	
1	B	280°00'	75.00		0.11	4.18	860.4	Agustín Gonzáles
1	A	350°00'	22.10		0.1	3.15	861.42	Juan Pérez
1	1*	352°00'	100		0.1	6.4	864.47	
	1				0	6.51	870.77	
E-32		261°00'	80.00	0+080.00	0	5.2	877.28	
							882.48	
E-32	A	268°00'	74.00		0	4.16	878.32	Lisandro Sandoval
	E-32				0.14	4.59	882.48	
E-31		279°00'	76.00	1+485.90	0.1	4.21	886.93	
	E-31				0	5.23	891.04	
					0	4.7	896.27	
E-30		279°00'	61.00	1+409.90	0	4.39	90 ⁹⁰ 0.97	
E-30	A	35°00'	14.00		0.01	1.81	903.56	Ulises Sandoval
	E-30				0.18	3.18	905.36	
					0	4.84	908.36	
E-29		298°10'	52.20	1+348.90	0	4.71	913.2	
E-29	B	42°51'	35.00		0.1	1.4	916.61	Hernán Reyes
E-29	A	20°00'	250.00		0	22.1	895.81	Víctor López
	E-29				0.11	5.25	917.91	
E-28		285°15'	70.10	1+296.70	0.1	4.42	923.05	
E-27	E-28	296°00'	65.30	1+226.60	0	5.1	927.37	



PROYECTO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

EST.	P. O.	Azimut	Distancia de tramo	Distancia Acumulada	V. A	V. I.	Nivel	Referencias
1	B		30.00		0.1	2.4	929.36	Socorro Sandoval
1	A		23.40		0.1	1.9	929.86	Agustín Gonzáles
E-27	1	20°00'	18.50		0.1	0.91	931.66	
E-27	A		29.10		0.8	1.1	932.17	Pedro Gonzáles
	E-27				0.8	2.14	932.47	
E-26		295°00'	108.10	1+161.30	0.1	3.62	933.81	
	E-26				0.3	4.16	937.33	
E-25		298°13'	84.3	1+053.20	0.2	3.89	941.19	
E-25	A	118°00'	17		1	1.4	944.48	Marcotulio López
E-24	E-25	298°13'	40.00	0+968.90	0.03	4.1	944.88	
E-23	E-24	298°13'	26.80	0+928.90	0.3	3.89	948.95	
E-23	A	30°10'	25.00		0	2.4	950.14	Marleny De Ochoa
E-22	E-23	297°19'	52.10	0+902.10	0.13	1.12	952.54	
E-21	E-22	305°00'	23.70	0+850.00	0	4.42	953.53	
E-20	E-21	352°32'	26.60	0+826.30	0.13	4.21	957.95	
E-19	E-20	322°00'	23.4	0+799.70	1.5	0.7	962.03	
E-19	B	270°00'	10		0	3.1	958.13	Felipe Vásquez
E-19	A	90°00'	10.00		3	0.2	964.03	Edilio Vásquez
E-18	E-19	332°00'	27.60	0+776.30	0.32	1.29	961.23	
E-17	E-18	317°00'	25.00	0+748.70	1.48	1.69	962.2	
E-16	E-17	305°00'	28.70	0+723.70	1.92	0.13	962.41	
E-15	E-16	312°00'	52.20	0+695.00	4.01	0.32	960.62	
E-14	E-15	301°00'	134.00	0+642.80	2.15	2.85	956.93	Entre E-16 Y E-17 cortar y reconstruir tramo asfaltado long. 16.00 ml.
E-13	E-14	301°00'	17.70	0+508.80	0.2	1.8	957.63	
E-12	E-13	301°00'	16.80	0+491.11	1.82	0.33	959.23	
E-11	E-12	310°32'	35.10	0+474.30	1.86	0.21	957.74	
E-10	E-11	313°20'	45.00	0+439.20	1.46	0.16	956.09	
E-9	E-10	306°00'	37.40	0+394.20	5.1	0.02	954.79	
E-8	E-9	304°10'	22.70	0+356.80	4.17	0.18	949.71	
E-7	E-8	337°14'	45.90	0+334.10	0	4.75	945.72	
E-6	E-7	327°15'	25.40	0+288.20	1.1	1.17	950.47	
	E-6				0.13	4.02	950.54	
					0	4.5	954.43	
E-5		332°20'	33.70	0+262.80	0	4.18	958.93	
	E-5				0.96	4.16	963.11	
E-4		324°10'	75.1	0+229.10	0.4	3.42	966.31	
E-3	E-4	316°40'	37.30	0+154.00	0.3	3.1	969.33	
E-2	E-3	316°00'	25.80	0+116.70	0	3.91	972.13	
E-2	N2	157°00'	28.40		8.16	0.13	984.03	
	E-2				0.32	3.86	976.04	
					0	4.21	979.58	
E-1		33°14'	48.90	0+090.9	0	4.1	983.79	



EST.	P. O.	Azimut	Distancia de tramo	Distancia Acumulada	V. A	V. I.	Nivel	Referencias
	E-1				0	7.17	987.89	En E-0 nacimiento No.2 de un solo brote aforo obtenido 1.20 lts/seg
E-0		60°13'	42	0+042.00	0.02	4.96	995.06	
							1000	



Apéndice 3: Presupuesto desglosado del proyecto de pavimento rígido para la aldea Buena Vista.

1	TRAZO Y REPLANTEO				
	1,524.00 ML	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q
	MATERIALES				
	MANO DE OBRA				
	Mano de obra calificada	1,524.00	MI	Q3.00	Q4,572.00
	Mano de obra no calificada	1,524.00	MI	Q1.00	Q1,524.00
	SUB - TOTAL				
	Q6,096.00				

2	CONFORMACION Y PREPARACION DE LA BASE				
	7,619.95 M2	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q
	MATERIALES				
	Material para terreno erosionado, Grava 1/4" para relleno	156	m3	Q90.00	Q14,040.00
	Selecto	1,142.99	m3	Q130.00	Q148,588.70
	MANO DE OBRA				
	Movimiento de tierra	761.995	m3	Q40.00	Q30,479.80
	Relleno	141.82	m3	Q40.00	Q5,672.80
	Nivelación y conformación	7,619.95	m2	Q15.00	Q114,299.25
	MAQUINARIA Y EQUIPO				
	Vibro-Compactadora	96	horas	Q350.00	Q33,600.00
	Patrol	96	horas	Q375.00	Q36,000.00
	Regadora	12	días	Q850.00	Q10,200.00
	FLETE				
	Camión de Volteo capacidad 12m3	108	viajes	Q200.00	Q21,600.00
	SUB TOTAL				
	Q414,480.55				

3	Carpeta de Pavimento Rígido				
	1181.1 M3	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q
	MATERIALES				
	Cemento	11,575.00	unidades	Q45.00	Q520,875.00
	Piedrín 1/2 "	650	M3	Q180.00	Q117,000.00
	Arena de río	650	M3	Q170.00	Q110,500.00
	Antisol para curado de concreto	934	gals.	Q75.00	Q70,050.00
	Material petrolástico para sello de juntas	32,151.00	Lbs.	Q4.75	Q152,717.25
	Costanera	102	unidades	Q180.00	Q18,360.00



MANO DE OBRA					
Calificada	7,619.95	M2	Q80.00	Q609,596.00	
No calificada	7,619.95	M2	Q50.00	Q380,997.50	
MAQUINARIA Y EQUIPO					
FLETE					
Camión de Volteo capacidad 12m3	136	viajes	Q200.00	Q27,200.00	
SUB TOTAL					Q2,007,295.75

4 Cuneta "A"					
1524 MI	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q	
MATERIALES					
Cemento Gris Portland	2240	Sacos	Q45.00	Q100,800.00	
Arena de Río	126	M3	Q170.00	Q21,420.00	
Piedrin	126	M3	Q180.00	Q22,680.00	
MANO DE OBRA					
Calificada	1,524.00	ML	Q25.00	Q38,100.00	
No calificada	1,524.00	ML	Q15.00	Q22,860.00	
FLETE					
Camión de Volteo capacidad 12m3	209	viajes	Q200.00	Q41,800.00	
SUB TOTAL					Q247,660.00

5 Cuneta "B"					
1524 MI	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q	
MATERIALES					
Cemento Gris Portland	1,792.50	Saco	Q45.00	Q80,662.50	
Arena de Río	101	M3	Q170.00	Q17,170.00	
Piedrin	101	M3	Q180.00	Q18,180.00	
MANO DE OBRA					
Calificada	1,524.00	ML	Q25.00	Q38,100.00	
No calificada	1,524.00	ML	Q15.00	Q22,860.00	
FLETE					
Camión de Volteo capacidad 12m3	184	viajes	Q200.00	Q36,800.00	
SUB TOTAL					Q213,772.50



6	CAJA RECOLECTORA CON TUBERIA +MURO CONCRETO CICLOPEO				
1 unidad	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q	
MATERIALES					
Block 15*20*40	160	UNIDAD	Q5.00	Q800.00	
Tubo de concreto de 30"	6	Unidad	Q500.00	Q3,000.00	
Arena de río	16	M3	Q170.00	Q2,720.00	
Piedrin	0.5	M3	Q180.00	Q90.00	
Cemento	189	Saco	Q45.00	Q8,505.00	
Piedra Bola	23.5	M3	Q150.00	Q3,525.00	
Hierro de 1/2" No. 4	18	Var	Q38.00	Q684.00	
Hierro de 3/8" No. 3	2	Var	Q23.00	Q46.00	
Madera 1"* 12"*9'	37	UNIDAD	Q30.00	Q1,110.00	
Madera 4"* 4"*9'	20	UNIDAD	Q30.00	Q600.00	
Clavo 3"	3	lb	Q7.00	Q21.00	
MANO DE OBRA					
Calificada para colocar tubo de 30"	6	Unidad	Q350.00	Q2,100.00	
Calificada para caja + muro	1	Unidad	Q1,125.00	Q1,125.00	
No calificada para colocar tubo de 30"	6	Unidad	Q250.00	Q1,500.00	
No calificada para caja + muro	1	Unidad	Q850.00	Q850.00	
FLETE					
Camión de Volteo capacidad 12m3	5	viajes	Q200.00	Q1,000.00	
SUB TOTAL					Q27,676.00

7	TRANSVERSAL CON TUBO, CAJAS DE SALIDA 1/2 CAÑA y DISIPADOR				
11.00 UNIDADES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q	
MATERIALES					
Arena de río	22	M3	Q170.00	Q3,740.00	
Piedra Bola	27.5	M3	Q150.00	Q4,125.00	
Tubo de concreto de 30 "	66	Unidades	Q500.00	Q33,000.00	
Cemento	220	Sacos	Q45.00	Q9,900.00	
MANO DE OBRA					
Calificada	16	Unidades	Q7,000.00	Q112,000.00	
No calificada	16	Unidades	Q4,000.00	Q64,000.00	
FLETE					
Camión de Volteo capacidad 12m3	44	viajes	Q200.00	Q8,800.00	
SUB TOTAL					Q235,565.00



8	LIMPIEZA GENERAL					
	1524 MI	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO/ Q	SUB TOTAL/ Q	
	MATERIALES					
	Escobon	4	unidades	Q60.00	Q240.00	
	Carreta	2	unidades	Q300.00	Q600.00	
	Pala	4	unidades	Q51.00	Q204.00	
	MANO DE OBRA					
	Mano de obra no calificada, limpieza	1524	MI	Q3.00	Q4,572.00	
	SUB - TOTAL					Q5,616.00



Apéndice 4: Presupuesto desglosado del proyecto de sistema de agua potable para la aldea Fraternidad.

1	TRABAJOS PRELIMINARES (M2)					
	1888.65	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q	
	MATERIALES					
	MANO DE OBRA					
	Mano de Obra no Calificada	1888.65	M2	Q1.50	Q2,832.98	
	HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO					
	Machetes	3	U	Q35.00	Q105.00	
	Palas	2	U	Q55.00	Q110.00	
	Piochas	2	U	Q60.00	Q120.00	
	Azadones	2	U	Q60.00	Q120.00	
	COMBUSTIBLE					
	FLETE					
	SUB TOTAL					Q3,287.98

2	TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO (ML)					
	3718.70	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q	
	MATERIALES					
	MANO DE OBRA					
	Cuadrilla Topografía	3718.70	ML	Q1.50	Q5,578.05	
	HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO					
	Estacas	60	U	Q2.00	Q120.00	
	Estación Total	3	Día	Q400.00	Q1,200.00	
	Vehículo	3	Día	Q400.00	Q1,200.00	
	COMBUSTIBLE					
	FLETE					
	SUB TOTAL					Q8,098.05

3	CAJA DE CAPTACION					
	1.00	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q	
	MATERIALES					
	Cemento	54	Sc.	Q50.00	Q2,700.00	
	Arena de Río	5	M3	Q175.00	Q875.00	
	Piedrin	1	M3	Q250.00	Q250.00	
	Piedra bola	6	M3	Q70.00	Q420.00	
	Tablas de 1"*12"*8'	24	U	Q30.00	Q720.00	
	Parales de 3"*3"*6'	9	U	Q30.00	Q270.00	
	Clavo de 3"	6	Lb.	Q7.00	Q42.00	



00000000000000000000

Alambre de Amarre	6	Lb.	Q7.00	Q42.00	
Alambre espigado	3	Rollo	Q191.00	Q573.00	
Grapa	3	Lb.	Q8.00	Q24.00	
Hierro de 1/2" No. 4	2	Vahar	Q38.00	Q76.00	
Hierro de 3/8" No. 3	15	Vahar	Q23.00	Q345.00	
Hierro de 1/4 No. 2	10	Vahar	Q12.00	Q120.00	
Válvula de compuerta de 2 1/2"	1	U	Q401.96	Q401.96	
Codo Liso PVC de 2" a 90°	2	U	Q70.05	Q140.10	
Adaptador Macho PVC de 2 1/2"	2	U	Q26.02	Q52.04	
Válvula de Pila	1	U	Q10.00	Q10.00	
Pichacha plástica de 2 1/2"	1	U	Q350.00	Q350.00	
Tubo de PVC de 2" 160 psi	1	U	Q130.00	Q130.00	
Aceite de 3 en 1	1	U	Q12.50	Q12.50	
Candados de 5mm	2	U	Q15.00	Q30.00	
MANO DE OBRA					
Mano de obra calificada	1.00	U	Q4,427.10	Q4,427.10	
Mano de Obra no calificada	1.00	U	Q1,898.00	Q1,898.00	
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO					
Palas	2	U	Q55.00	Q110.00	
Piochas	2	U	Q60.00	Q120.00	
Azadones	2	U	Q60.00	Q120.00	
Cubetas	2	U	Q12.00	Q24.00	
Toneles	1	U	Q250.00	Q250.00	
COMBUSTIBLE					
FLETE					
Camión 8 M3	3	Viajes	Q300.00	Q900.00	
Acarreo	257	Viajes	Q18.00	Q4,626.00	
SUB TOTAL					Q20,058.70

4	CAJAS ROMPE PRESIÓN				
	3.00	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q
MATERIALES					
Cemento	33.00	Sc	Q50.00	Q1,650.00	
Arena de río	1.00	M3	Q175.00	Q175.00	
Piedrin	1.00	M3	Q250.00	Q250.00	
Piedra Bola	6.00	M3	Q70.00	Q420.00	
Tablas de 1**12**8'	15.00	U	Q30.00	Q450.00	
Parales de 3**3**8'	1.00	U	Q30.00	Q30.00	
Clavo de 3"	6.00	U	Q7.00	Q42.00	
Alambre de amarre	9.00	Lb.	Q7.00	Q63.00	
Alambre espigado	1.00	Rollo	Q460.00	Q460.00	
Grapa	6.00	Lb.	Q8.00	Q48.00	
Hierro de 1/2" No. 4	2.00	Var.	Q38.00	Q76.00	
Hierro de 3/8" No.3	27.00	Var.	Q23.00	Q621.00	
Válvula de compuerta de 1 1/2"	1	U	Q115.00	Q115.00	



C:\Program Files\Autodesk\AutoCAD 2011\AutoCAD.exe

Válvula de compuerta de 1 1/4"	2	U	Q91.00	Q182.00	
Tee lisa PVC de 1 1/2"	1	U	Q12.16	Q12.16	
Tee lisa PVC de 1 1/4"	2	U	Q9.94	Q19.88	
Válvula de flote de 1 1/2"	1	U	Q460.00	Q460.00	
Válvula de flote de 1 1/4"	2	U	Q398.50	Q797.00	
Codos PVC de 1 1/2" 90°	4	U	Q5.10	Q20.40	
Codos PVC de 1 1/4" 90°	8	U	Q4.55	Q36.40	
Adaptador macho PVC 1 1/2"	4	U	Q3.70	Q14.80	
Adaptador macho PVC 1 1/4"	8	U	Q2.80	Q22.40	
Tubo de PVC de 1 1/2" 160 psi	2	U	Q83.00	Q166.00	
Tubo de PVC de 1 1/4" 160 psi	4	U	Q64.00	Q256.00	
Pichacha plástica de 1 1/2"	1	U	Q25.00	Q25.00	
Pichacha plástica de 1 1/4"	2	U	Q22.50	Q45.00	
Candado de 50mm	6	U	Q15.00	Q90.00	
MANO DE OBRA					
Mano de obra calificada	3.00	U	Q 1,921.60	Q5,764.80	
Mano de obra no calificada	3.00	U	Q 823.60	Q2,470.80	
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO					
Palas	1	U	Q55.00	Q55.00	
Piochas	1	U	Q60.00	Q60.00	
Azadones	1	U	Q60.00	Q60.00	
Cubetas	1	U	Q12.00	Q12.00	
Toneles	1	U	Q250.00	Q250.00	
COMBUSTIBLE					
FLETE					
Camión 8 M3	3	Viajes	Q300.00	Q900.00	
Acarreo	254	Viajes	Q10.00	Q2,540.00	
SUB TOTAL					Q18,659.64

5	CAJAS DE VALVULAS				
4.00		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q
MATERIALES					
Cemento		14	Sc.	Q50.00	Q700.00
Arena de río		1	M3	Q175.00	Q175.00
Piedrin		1	M3	Q250.00	Q250.00
Piedra bola		1	M3	Q150.00	Q150.00
Hierro de 1/2" No. 4		2	Var.	Q38.00	Q76.00
Hierro de 3/8" No. 3		12	Var.	Q23.00	Q276.00
Hierro de 1/4" No. 2		4	Var.	Q12.00	Q48.00
Válvula de aire de 1/2"		2	U	Q85.50	Q171.00
Válvula de limpieza de 1/2"		1	U	Q89.50	Q89.50
Válvula de limpieza de 1"		1	U	Q50.00	Q50.00
Candado de 50mm		4	U	Q48.00	Q192.00
Alambre de amarre		4	Lb.	Q7.00	Q28.00
Clavo de 3 "		1	Lb.	Q5.00	Q5.00



00000000000000000000

MANO DE OBRA					
Mano de obra calificada	4.00	U	Q	530.60	Q2,122.40
Mano de obra no calificada	4.00	U	Q	210.80	Q843.20
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO					
Palas	1	U		Q55.00	Q55.00
Piochas	1	U		Q60.00	Q60.00
Azadones	0	U		Q60.00	Q0.00
Cubetas	1	U		Q12.00	Q12.00
COMBUSTIBLE					
FLETE					
Camión 8 M3	2	Viajes		Q300.00	Q600.00
Acarreo	69	Viajes		Q18.00	Q1,242.00
SUB TOTAL					Q7,145.10

6 TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (20 M3)					
	1	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q
MATERIALES					
Cemento		188	Sc.	Q50.00	Q9,400.00
Arena de Río		12	M3	Q175.00	Q2,100.00
Piedrin		10	M3	Q250.00	Q2,500.00
Piedra bola		32	M3	Q150.00	Q4,800.00
Tablas de 1**12**8'		32	U	Q30.00	Q960.00
Parales de 3**3**8'		60	U	Q30.00	Q1,800.00
Tendales de 3**4**8'		18	U	Q30.00	Q540.00
Clavo de 3"		30	Lb.	Q7.00	Q210.00
Alambre de amarre		40	Lb.	Q7.00	Q280.00
Alambre espigado		2	Rollo	Q460.00	Q920.00
Grapa		3	Lb.	Q8.00	Q24.00
Hierro de 1/2" No. 4		1	Var.	Q38.00	Q38.00
Hierro de 3/8" No. 3		77	Var.	Q23.00	Q1,771.00
Hierro de 1/4" No. 2		16	Var.	Q12.00	Q192.00
Válvula de compuerta de 1 1/2"		1	U	Q115.00	Q115.00
Válvula de compuerta de 1"		1	U	Q50.00	Q50.00
TUBO PVC DE 1 1/2" * 160 PSI		2	U	Q45.30	Q90.60
Adaptador macho PVC de 1 1/2"		2	U	Q3.70	Q7.40
Adaptador macho PVC de 1"		2	U	Q2.70	Q5.40
Tee PVC de 1 1/2"		1	U	Q6.70	Q6.70
Tee PVC de 1"		1	U	Q3.50	Q3.50
Pichacha plástica de 1 1/2"		1	U	Q25.00	Q25.00
Pichacha plástica de 1"		1	U	Q13.00	Q13.00
Pintura anticorrosiva		1	Gal.	Q80.00	Q80.00
Thiner		1	Gal.	Q50.00	Q50.00
Candado de 50mm		3	U	Q15.00	Q45.00



MANO DE OBRA					
Mano de obra calificada	1	U	Q16,668.00	Q16,668.00	
Mano de obra no calificada	1	U	Q7,121.00	Q7,121.00	
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO					
Piocha	5	U	Q60.00	Q300.00	
Azadones	10	U	Q60.00	Q600.00	
Cubetas	11	U	Q12.00	Q132.00	
Toneles	6	U	Q250.00	Q1,500.00	
Palas	9	U	Q55.00	Q495.00	
Picadera	6	U	Q25.00	Q150.00	
Pincel Grueso	2	U	Q5.00	Q10.00	
Brocha 3"	2	U	Q11.00	Q22.00	
Vibro compactadora	1	Día	Q2,800.00	Q2,800.00	
COMBUSTIBLE					
Combustible	2	Gal.	Q26.00	Q52.00	
FLETE					
Camión 8 M3	13	Viajes	Q300.00	Q3,900.00	
Acarreo	1106	Viajes	Q5.00	Q5,530.00	
SUB TOTAL					Q65,306.60

7	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN (ML)				
	3718.70	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q
MATERIALES					
	TUBO PVC DE 1 1/2" * 160 PSI	194	U	Q45.30	Q8,788.20
	TUBO PVC DE 1 1/4" * 160 PSI	55	U	Q34.70	Q1,908.50
	TUBO PVC DE 1" * 160 PSI	222	U	Q25.60	Q5,683.20
	TUBO PVC DE 3/4" * 250 PSI	148	U	Q20.00	Q2,960.00
	Tubo HG de 1 1/2" liviano	3	U	Q250.00	Q750.00
	Tubo HG de 1" liviano	3	U	Q213.75	Q641.25
	CODO LISO PVC DE 1 1/2" * 45°	12	U	Q7.25	Q87.00
	CODO LISO PVC DE 1" * 45°	8	U	Q4.35	Q34.80
	CODO LISO PVC DE 3/4" * 45°	2	U	Q3.40	Q6.80
	RED. BUSHING LISO PVC DE 1 1/2" A 1 1/4"	1	U	Q3.45	Q3.45
	RED. BUSHING LISO PVC DE 1" A 3/4"	2	U	Q2.00	Q4.00
	TEE LISA PVC DE 1"	1	U	Q3.50	Q3.50
	TEE LISA PVC DE 3/4"	3	U	Q1.75	Q5.25
	Adaptador Hembra PVC de 1 1/2"	2	U	Q2.50	Q5.00
	Adaptador Hembra PVC de 1"	2	U	Q2.25	Q4.50
	PEGAMENTO PVC TANGIT GALON	1	Gal.	Q420.00	Q420.00
	THINER	1	Gal.	Q50.00	Q50.00



DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA,
MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y
DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD,
MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

C:\Program Files\Autodesk\AutoCAD 2011\AutoCAD.exe

WIPE	2	Lb.	Q12.00	Q24.00
PINTURA DE ACEITE	1	Gal.	Q80.00	Q80.00
MANO DE OBRA				
Mano de obra calificada	3718.70	U	Q 2.50	Q9,296.75
Mano de obra no calificada	3718.70	U	Q 1.50	Q5,578.05
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				
Palas	2	U	Q55.00	Q110.00
Piochas	2	U	Q60.00	Q120.00
COMBUSTIBLE				
FLETE				
Camión 8 M3	8	Viajes	Q300.00	Q2,400.00
Acarreo	180	Viajes	Q5.00	Q900.00
SUB TOTAL				Q39,864.25

8	CONEXIÓN DOMICILIAR (ML)				
	1115.60	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q
MATERIALES					
	CEMENTO	12	Sc.	Q50.00	Q600.00
	ARENA DE RIO	1	M3	Q175.00	Q175.00
	PIEDRIN	1	M3	Q250.00	Q250.00
	TUBO PVC DE 1/2" * 315 PSI	186	U	Q15.50	Q2,883.00
	TEE RED. LISA PVC DE 1 1/2" A 1/2"	4	U	Q3.45	Q13.80
	TEE RED. LISA PVC DE 1 1/4" A 1/2"	2	U	Q3.40	Q6.80
	TEE RED. LISA PVC DE 1" A 1/2"	7	U	Q2.00	Q14.00
	TEE RED. LISA PVC DE 3/4" A 1/2"	1	U	Q1.25	Q1.25
	CRUZ PVC DE 1 1/2"	1	U	Q24.00	Q24.00
	CRUZ PVC DE 1"	1	U	Q20.15	Q20.15
	CRUZ PVC DE 3/4"	1	U	Q16.23	Q16.23
	TUBO HG DE 1/2" LIVIANO	8	U	Q102.00	Q816.00
	VALVULA DE PASO DE 1/2"	31	U	Q33.00	Q1,023.00
	CODO HG DE 1/2" X 90°	31	U	Q2.00	Q62.00
	COPLA HG DE 1/2" THAIANDES	31	U	Q2.00	Q62.00
	LLAVE DE CHORRO HG DE 1/2"	31	U	Q20.00	Q620.00
	CODO ADAPTADOR DE 1/2" * 90°	62	U	Q3.00	Q186.00
	PEGAMENTO PVC TANGIT GALON	1	Gal.	Q420.00	Q420.00
MANO DE OBRA					
	Mano de obra calificada	1115.60	U	Q 4.00	Q4,462.40
	Mano de obra no calificada	1115.60	U	Q 1.50	Q1,673.40
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO					
	Palas	1	U	Q55.00	Q55.00
	Piochas	1	U	Q60.00	Q60.00



DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA,
MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y
DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD,
MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

Azadones	1	U	Q60.00	Q60.00	
Cubetas	1	U	Q12.00	Q12.00	
Toneles	1	U	Q250.00	Q250.00	
COMBUSTIBLE					
FLETE					
Camión 8 M3	4	Viajes	Q300.00	Q1,200.00	
Acarreo	108	Viajes	Q18.00	Q1,944.00	
SUB TOTAL					Q16,910.02

9	PASO DE ZANJON					
		1.00	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q
	MATERIALES					
	Cemento		10	M3	Q50.00	Q500.00
	Arena de río		1	M3	Q175.00	Q175.00
	Piedrin		1	M3	Q250.00	Q250.00
	Tablas de 1"x12"x8'		8	M3	Q30.00	Q240.00
	Hierro de 1/2" No. 4		5	U	Q38.00	Q190.00
	Hierro de 3/8" No.3		6	U	Q23.00	Q138.00
	Hierro de 1/4" No.2		4	U	Q22.00	Q88.00
	Tubo HG de 1" liviano		1	U	Q213.75	Q213.75
	Adaptador Hembra PVC de 1"		2	U	Q2.25	Q4.50
	Alambre de amarre		8	U	Q5.00	Q40.00
	Clavo de 3"		2	U	Q5.00	Q10.00
	MANO DE OBRA					
	Mano de obra calificada	1.00		U	Q 1,520.00	Q1,520.00
	Mano de obra no calificada	1.00		U	Q 650.00	Q650.00
	HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO					
	Palas		1	U	Q55.00	Q55.00
	Piochas		1	U	Q60.00	Q60.00
	Azadones		1	U	Q60.00	Q60.00
	Cubetas		1	U	Q12.00	Q12.00
	Toneles		1	U	Q250.00	Q250.00
	COMBUSTIBLE					
	FLETE					
	Camión 8 M3		2	Viajes	Q300.00	Q600.00
	Acarreo		50	Viajes	Q18.00	Q900.00
	SUB TOTAL					Q5,956.25

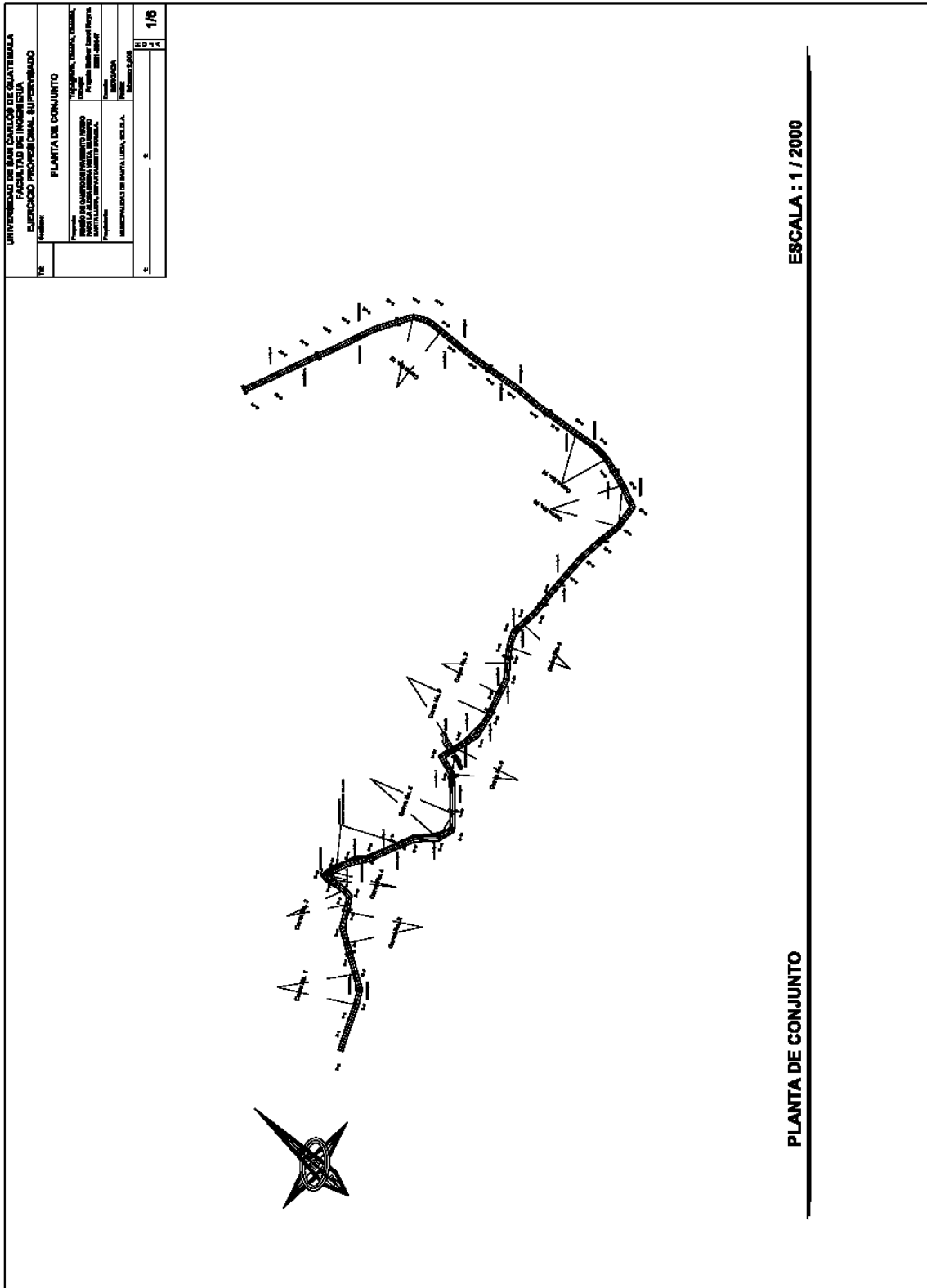


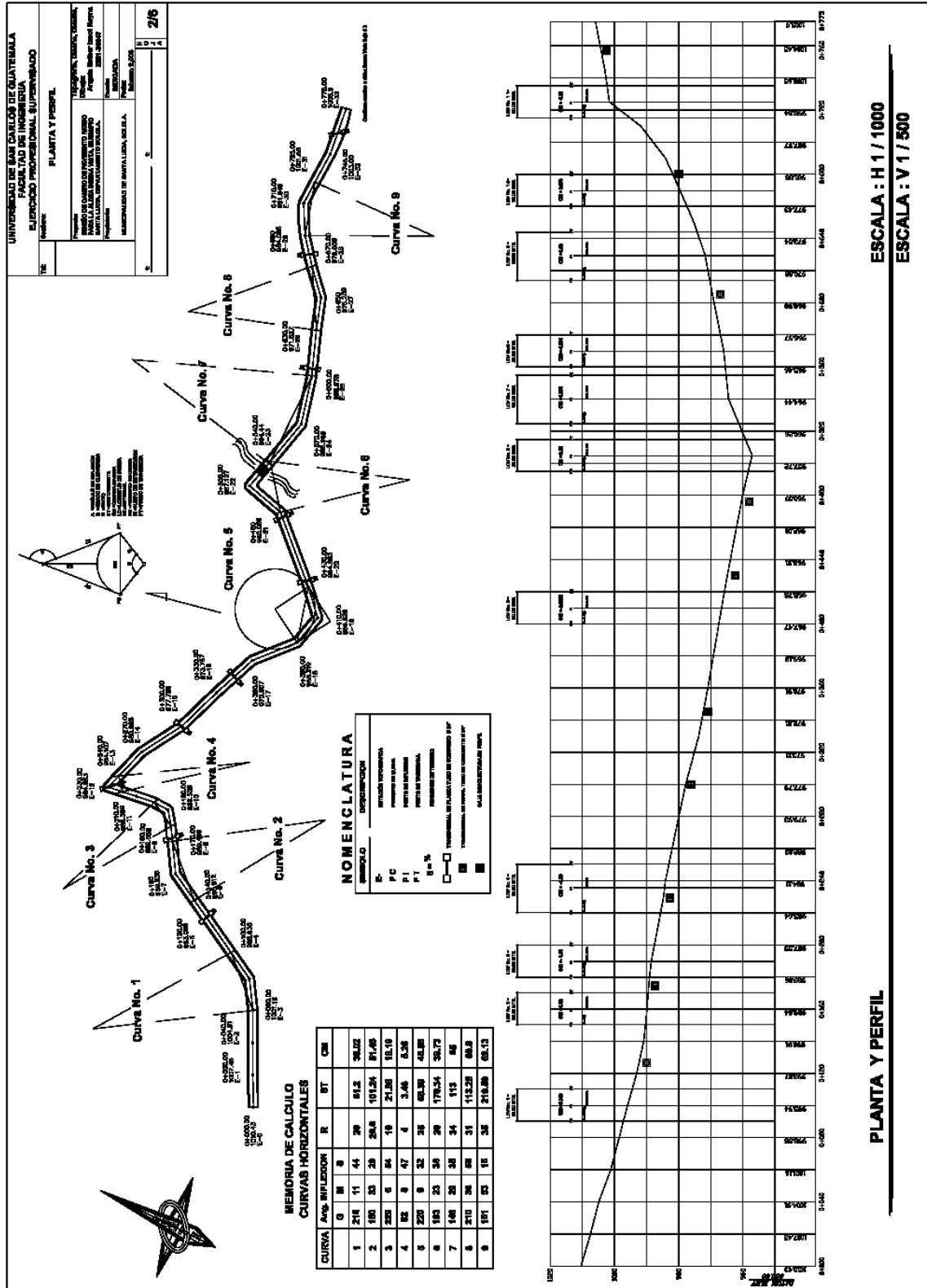
10	PASOS EN ASFALTO (M2)					
	16	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q	
MATERIALES						
		13	M3	Q130.00	Q1,690.00	
		5	Gal.	Q75.00	Q375.00	
		3	Ton.	Q5,535.00	Q16,605.00	
MANO DE OBRA						
		16	M2	Q50.00	Q800.00	
		16	M2	Q20.00	Q320.00	
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO						
		4	U	Q60.00	Q240.00	
		3	U	Q55.00	Q165.00	
		1.5	Día	Q2,800.00	Q4,200.00	
COMBUSTIBLE						
		3	Gal.	Q26.00	Q78.00	
FLETE						
		2.5	Viajes	Q300.00	Q750.00	
SUB TOTAL					Q25,223.00	

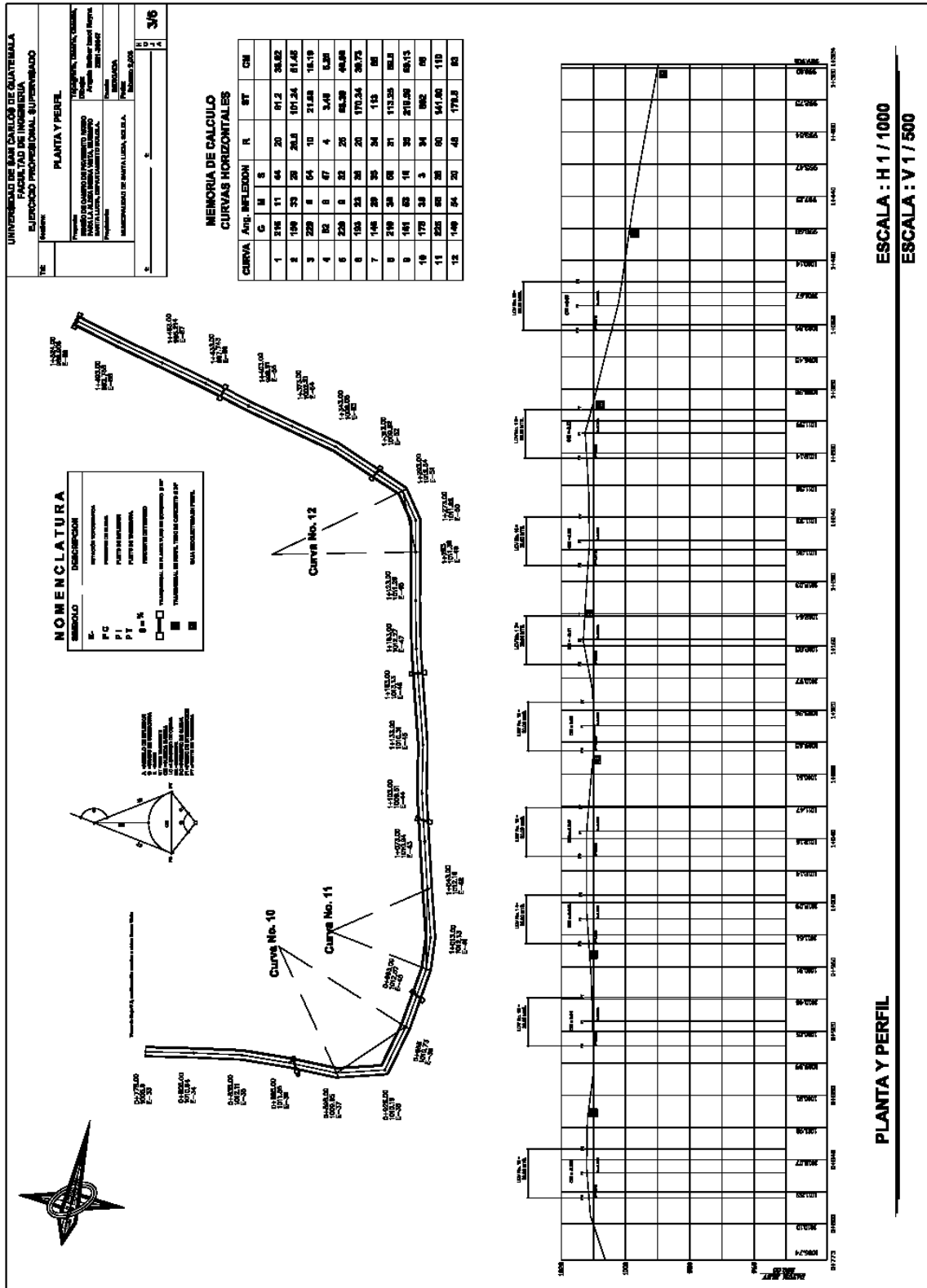
11	LIMPIEZA GENERAL M2					
	944.33	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO / Q	SUB TOTAL / Q	
MATERIALES						
MANO DE OBRA						
		944.33	M2	Q0.50	Q472.17	
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO						
COMBUSTIBLE						
FLETE						
SUB TOTAL					Q472.17	



Apéndice 5: Planos y detalles, pavimento rígido para aldea Buena Vista y sistema de agua potable para la aldea Fraternidad



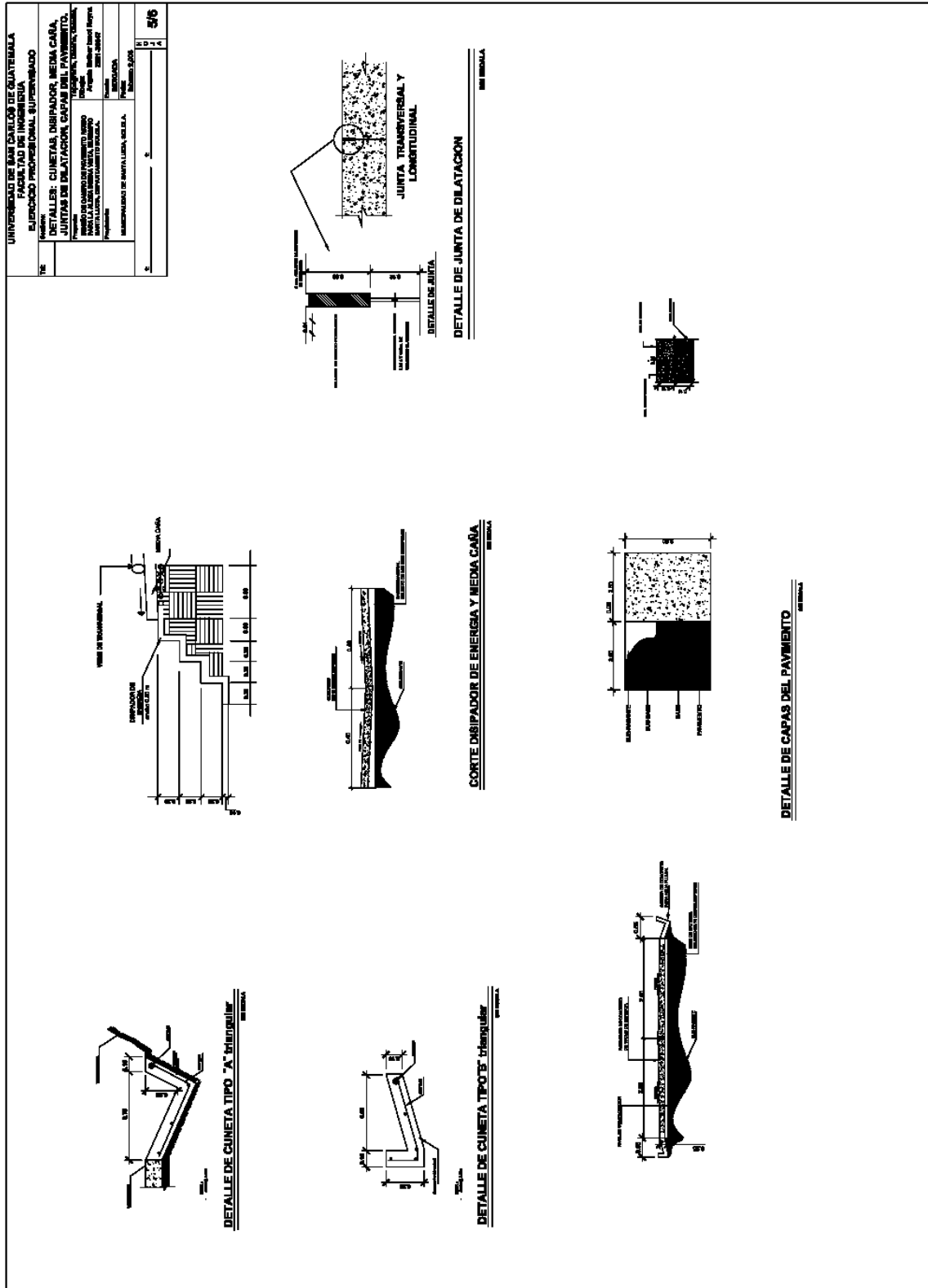


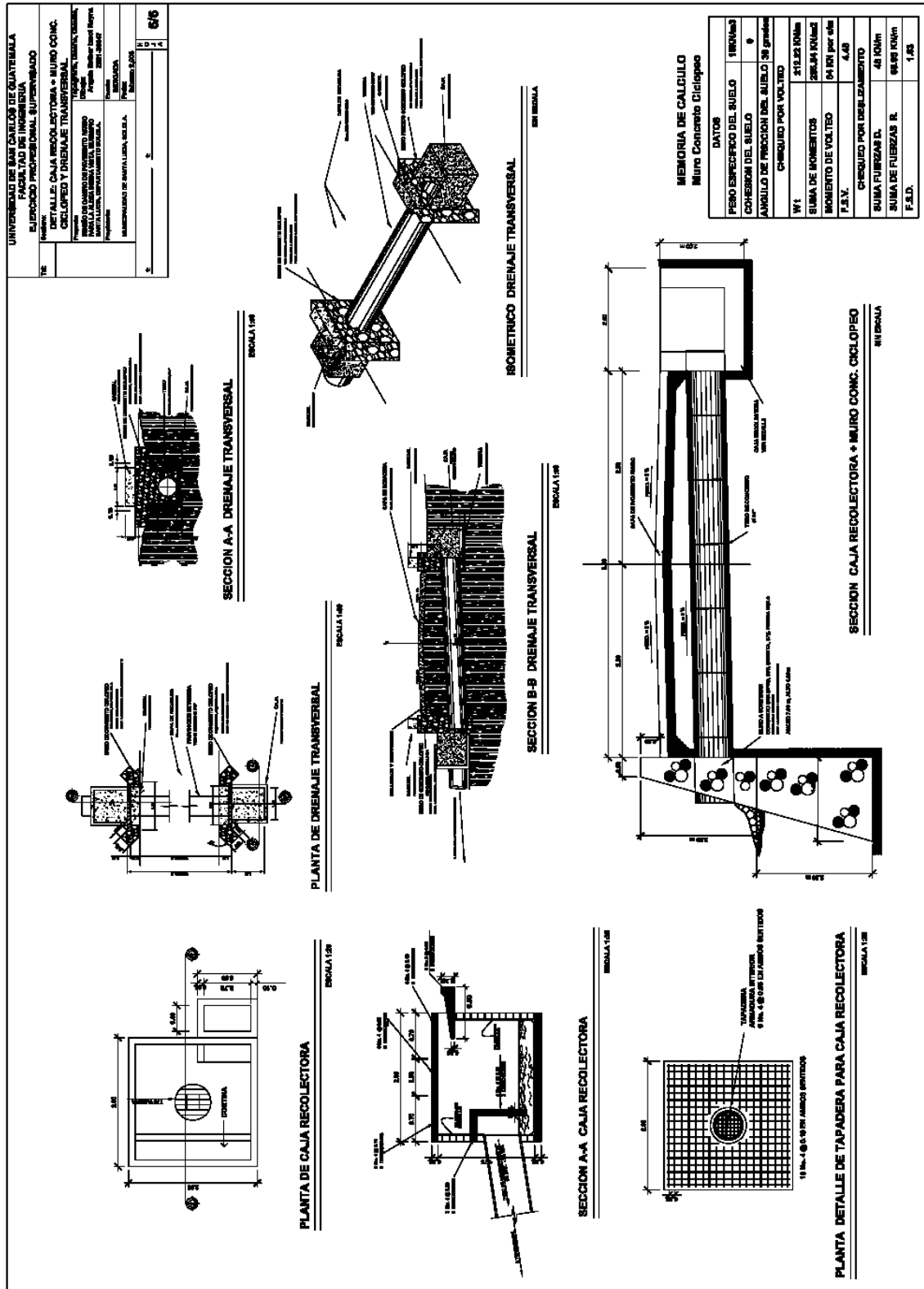


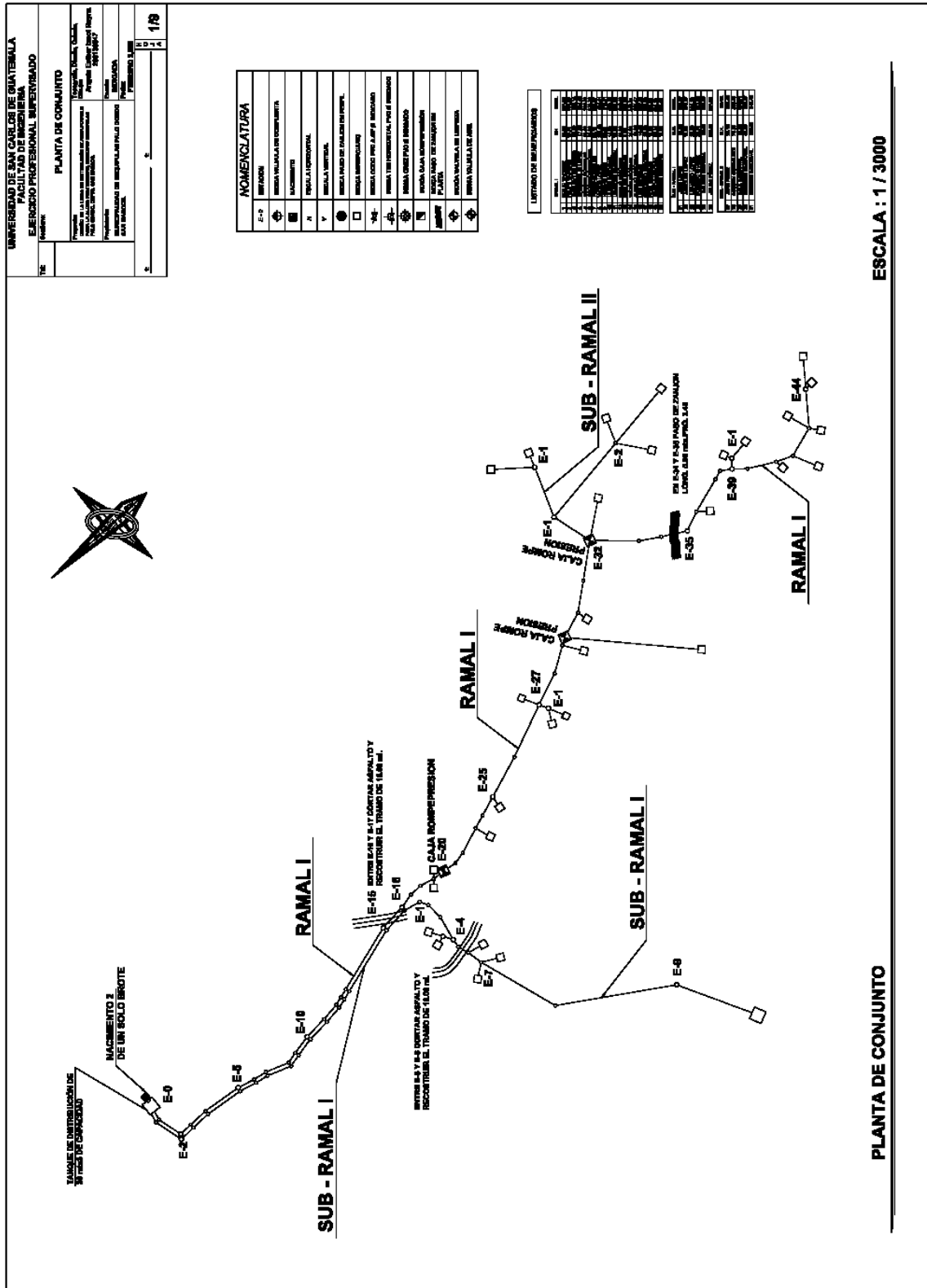


DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA,
 MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y
 DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD,
 MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA BIENEFICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PERFIL DE CORTES Y RELLENO		NOMENCLATURA	
Nombre:		Proyecto:		Escala:	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ		1:50	
Carrera:		Ingeniería Civil		4/6	
Materia:		Diseño de Obras de Arte			
Fecha:		2021-2022			
Autor:		Ing. [Nombre]			
Revisor:		Ing. [Nombre]			
Aprobado:		Ing. [Nombre]			
E-1 P-1	E-2 P-2	E-3 P-3	E-4 P-4	E-5 P-5	E-6 P-6
986	986	982	976	964	968
986	986	980	974	962	966
984	984	978	972	960	964
982	982	976	970	958	962
E-7 P-7	E-8 P-8	E-9 P-9	E-10 P-10	E-11 P-11	E-12 P-12
986	976	964	968	964	968
986	974	962	966	962	966
984	972	960	958	960	964
982	970	968	966	966	964
E-13 P-13	E-14 P-14	E-15 P-15	E-16 P-16	E-17 P-17	E-18 P-18
986	976	964	968	964	968
986	974	962	966	962	966
984	972	960	958	960	964
982	970	968	966	966	964

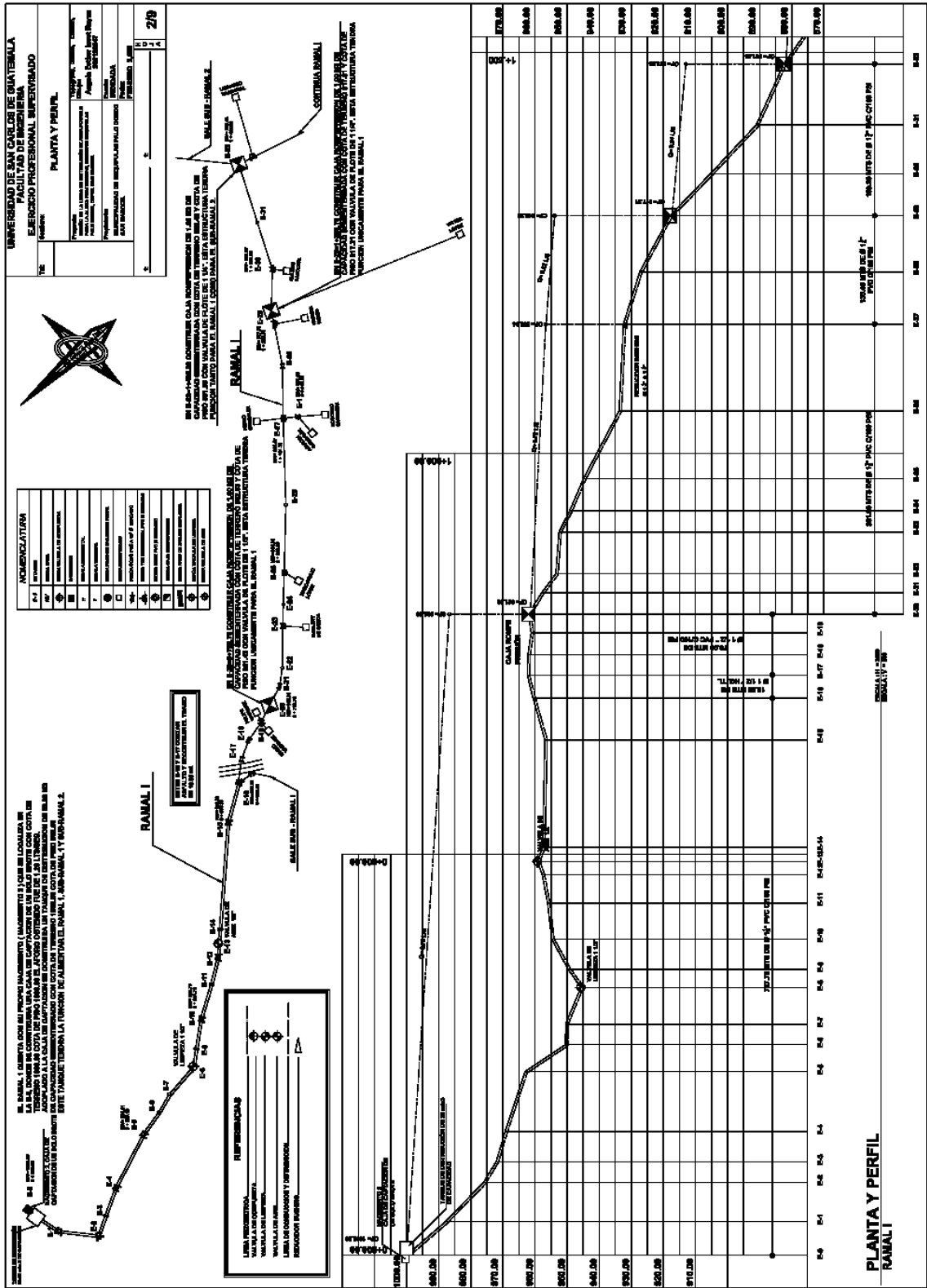






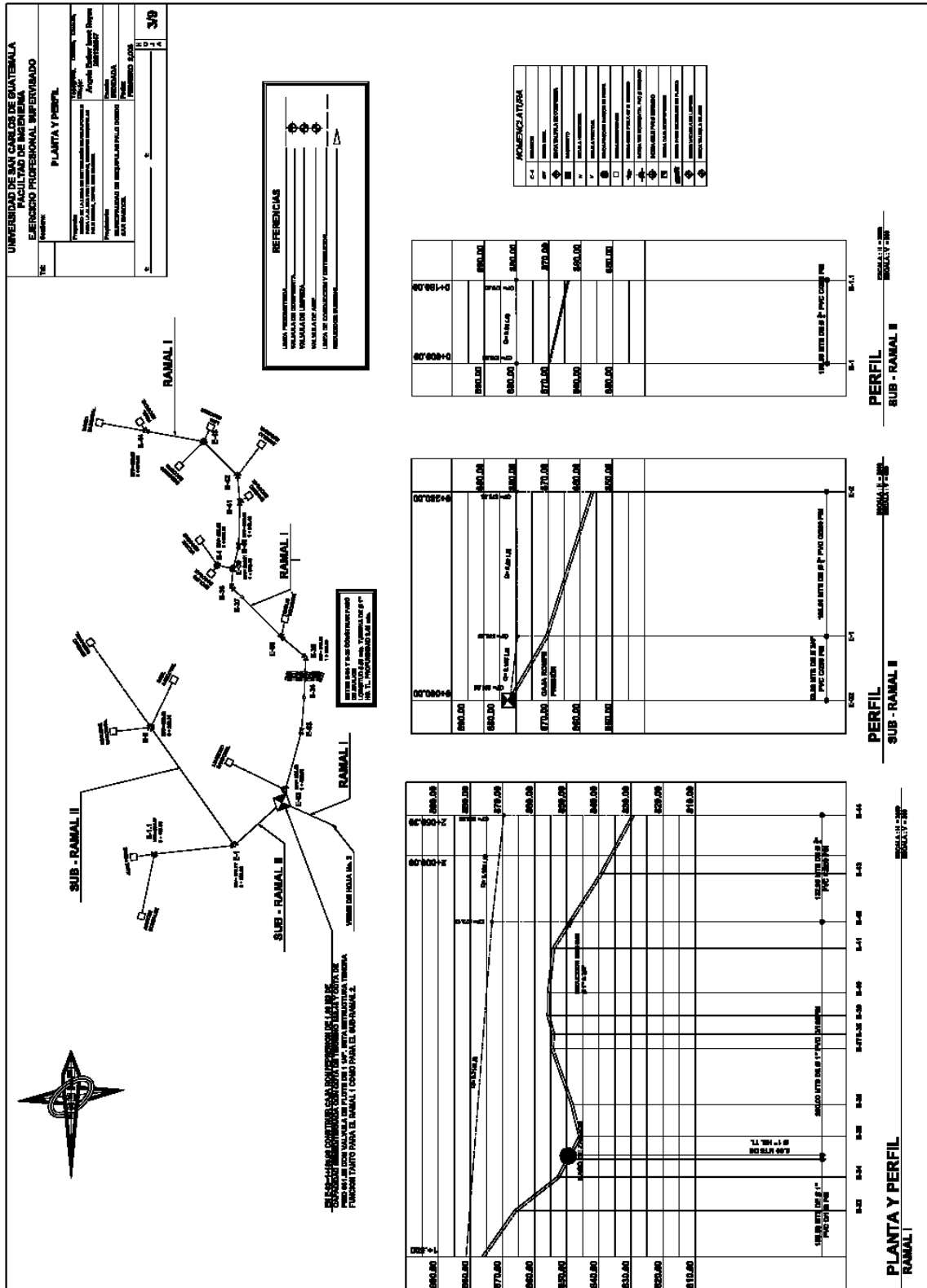


DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA,
MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y
DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD,
MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS





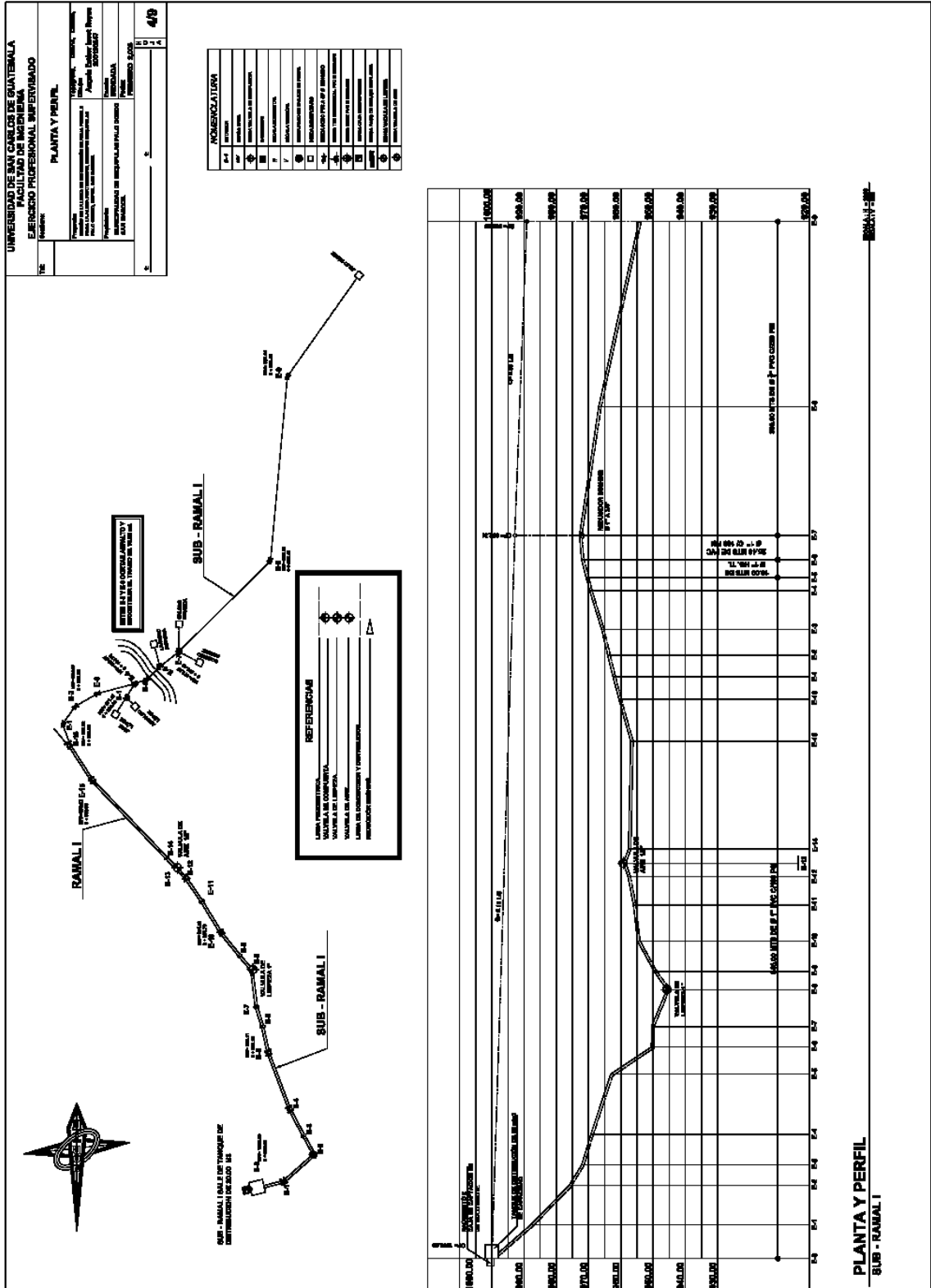
DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA,
 MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y
 DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD,
 MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

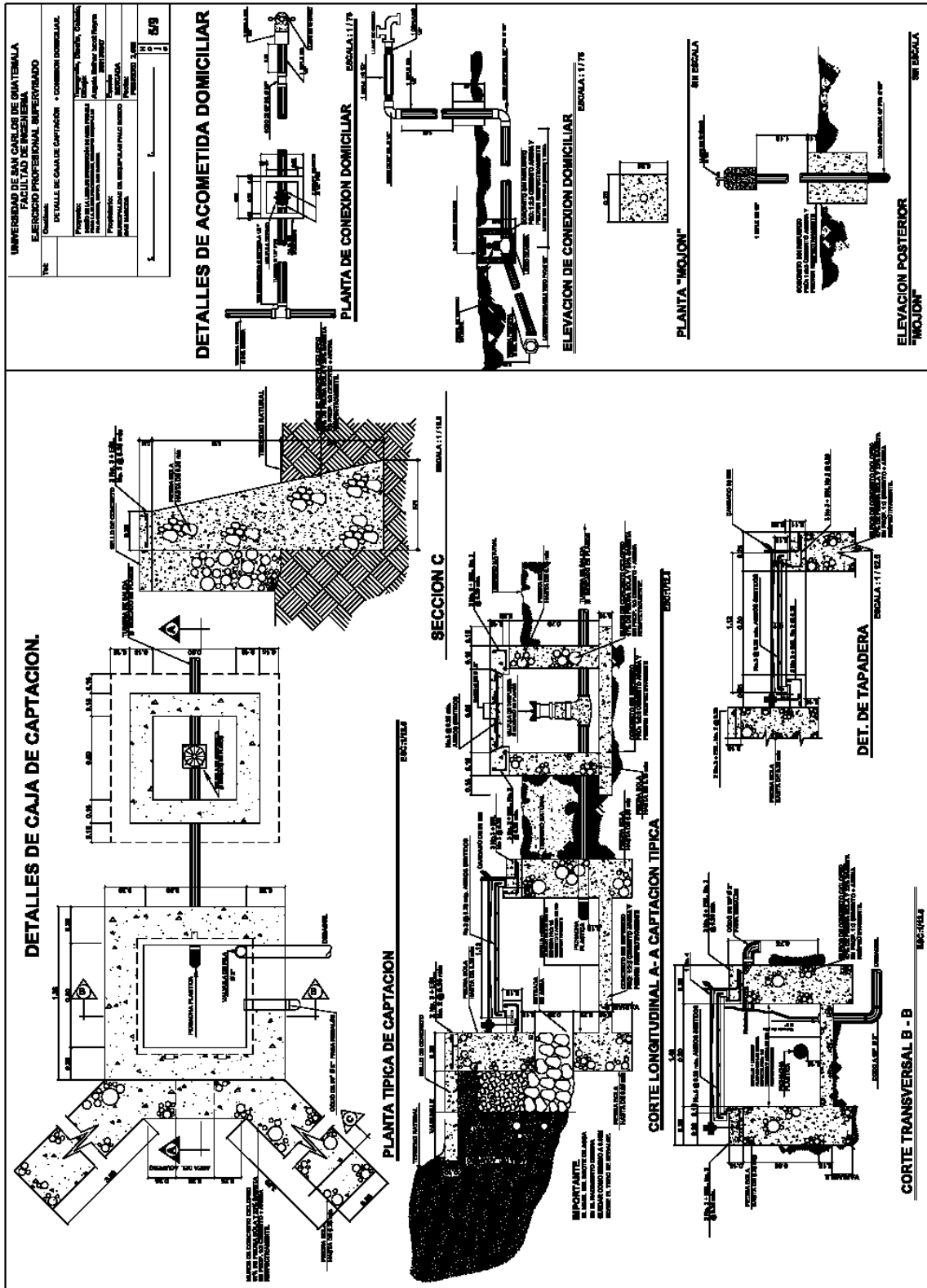


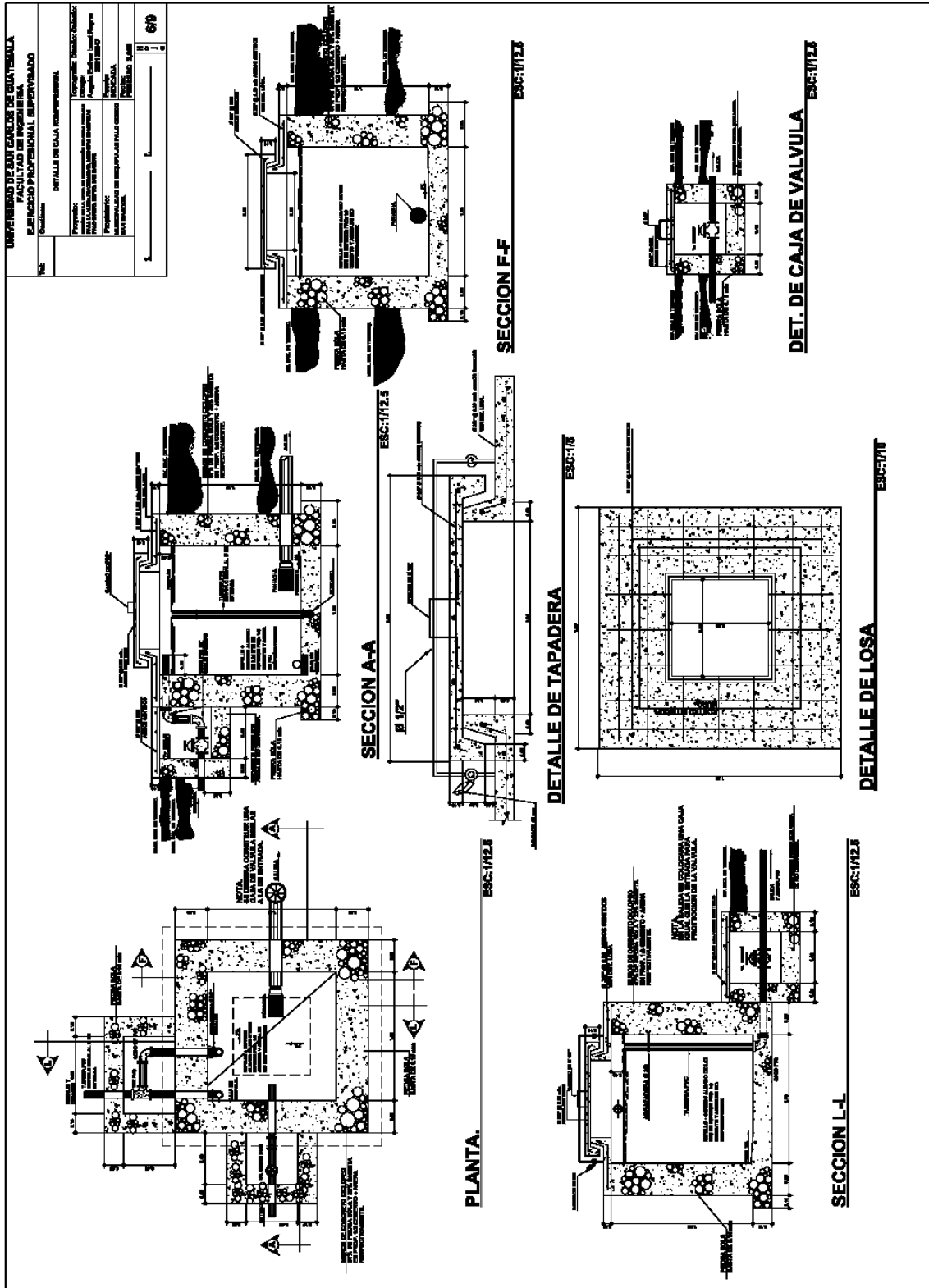


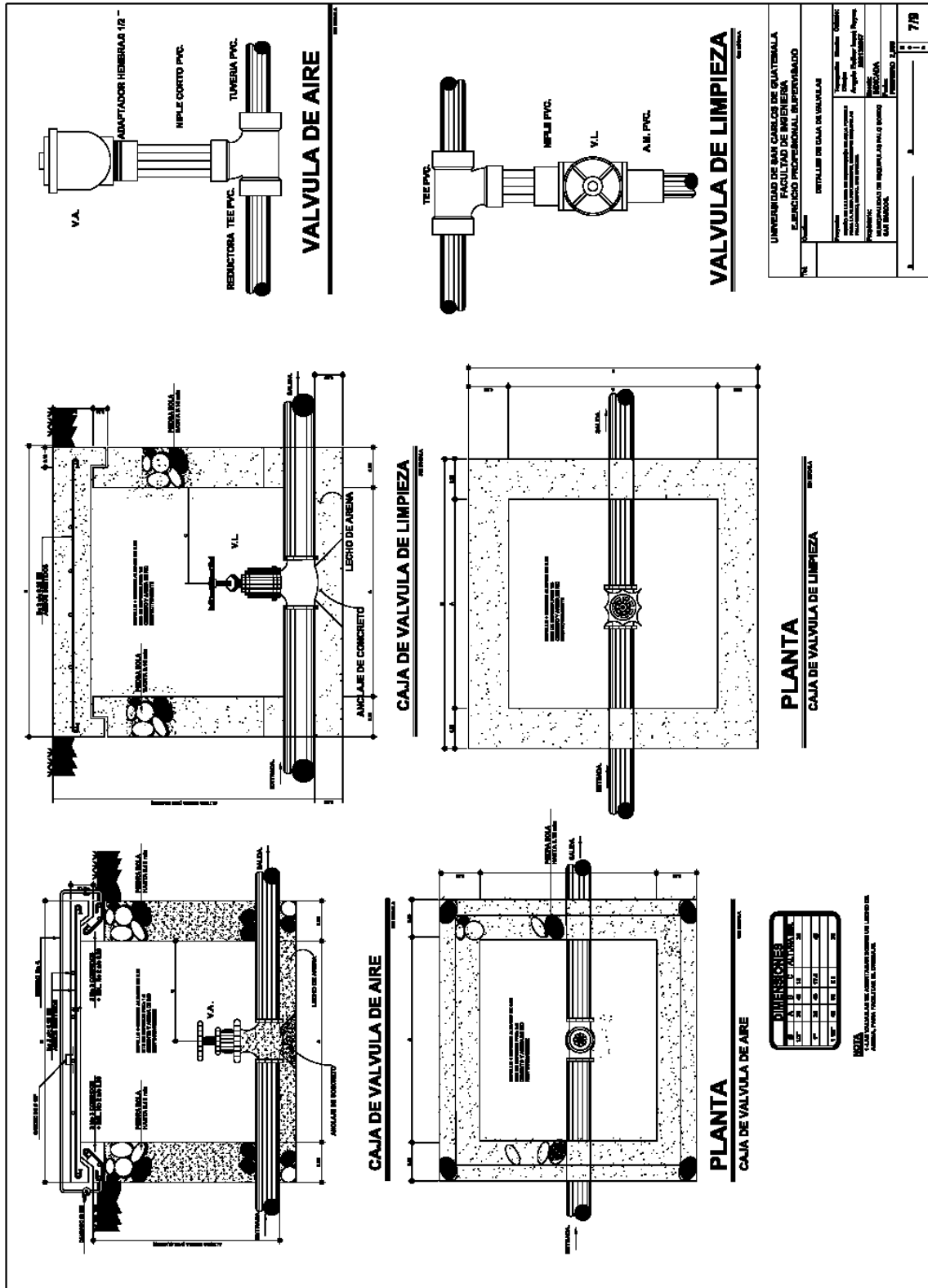
DISEÑO DE CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA BUENA VISTA,
MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y
DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FRATERNIDAD,
MUNICIPIO DE ESQUIPULAS PALO GORDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

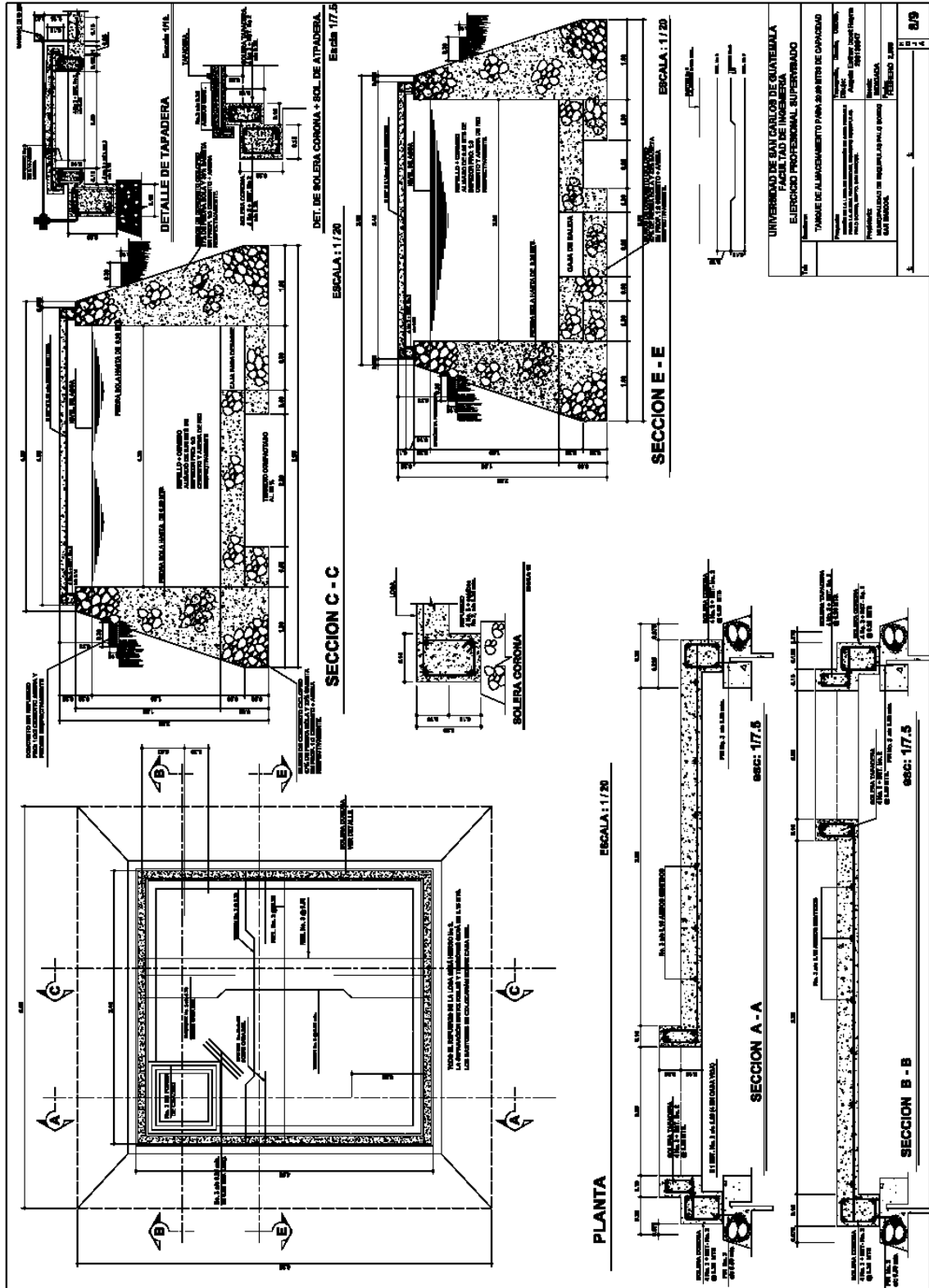
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

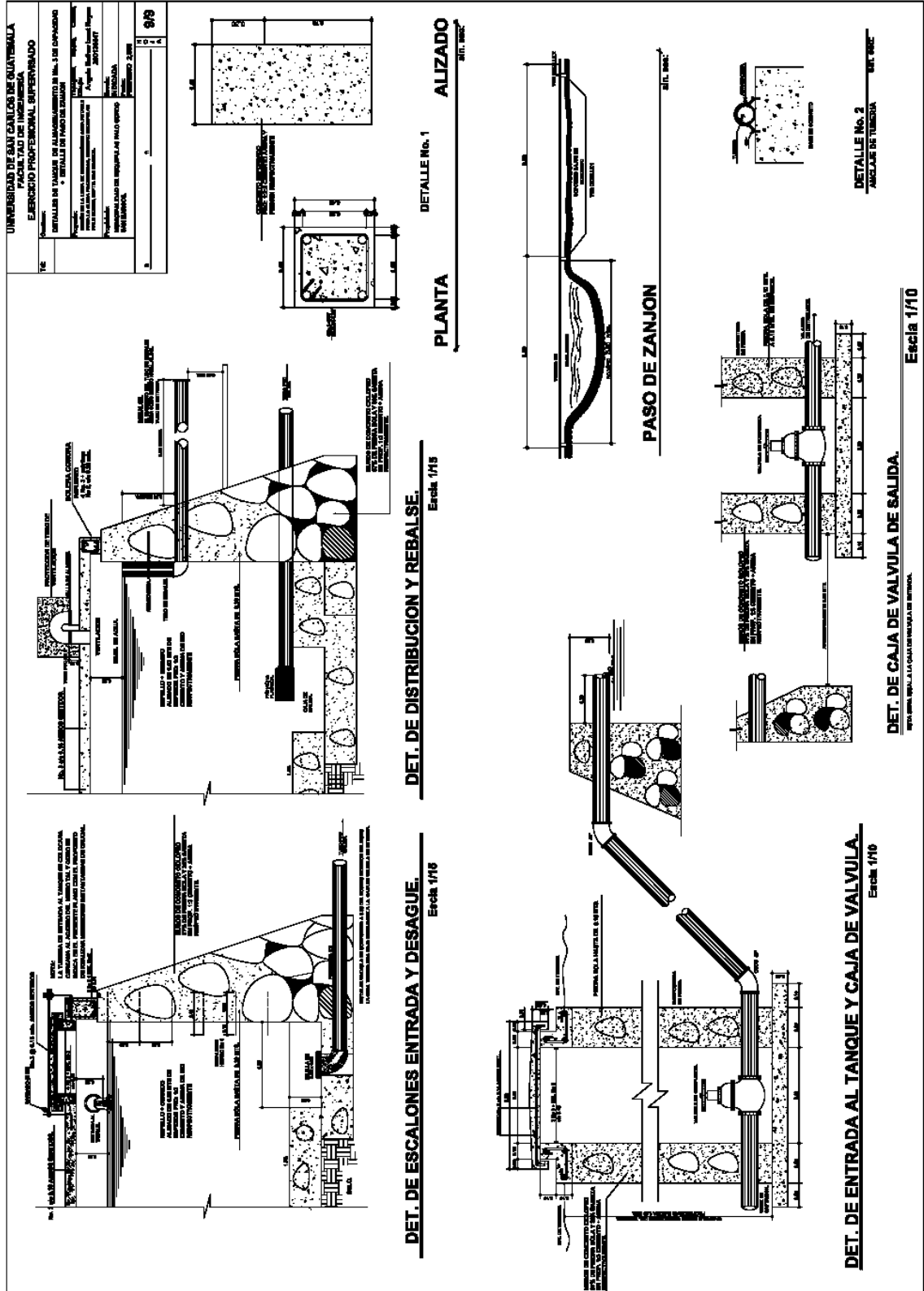














ANEXOS

- 1. Datos existentes de años anteriores de temperatura máxima y mínima para comparación con aldea Buena Vista de estación El Tablón.**
- 2. Datos existentes de años anteriores de temperatura máxima y mínima para comparación con aldea Fraternidad de estación Las Merceditas.**
- 3. Ensayo de Límites de Atterberg.**
- 4. Ensayo de Análisis Granulométrico.**
- 5. Ensayo de Compactación (Proctor).**
- 6. Ensayo de Razón Soporte California (CBR).**
- 7. Ejemplo de hoja de control para tránsito clasificado.**
- 8. Intensidad de lluvia máxima.**
- 9. Análisis Físicoquímico y Bacteriológico de Agua.**



Anexo 1: Datos existentes de años anteriores de temperatura máxima y mínima para comparación con aldea Buena Vista de estación El Tablón.

INSIVUMEH



**INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA,
VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA**
**Ministerio de comunicaciones Infraestructura y
Vivienda**



GUATEMALA C.A.

Temperatura Máxima Promedio en °C

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1994	19.3	19.8	21.1	20.3	20.1	19.1	20.1	20.0	19.4	19.9	20.6	20.8	20.0
1995	19.8	21.5	20.4	20.2	20.2	20.0	20.3	19.3	19.7	19.4	20.0	20.1	20.1
1996	16.7	19.8	19.8	19.4	19.6	19.8	20.1	20.8	20.9	20.2	19.4	20.1	19.7
1997	19.3	19.5	20.2	21.2	21.4	19.4	20.6	20.8	19.6	19.4	19.3	19.6	20.0
1998	19.4	20.4	21.0	22.1	21.9	21.1	20.0	21.0	19.2	20.5	19.7	19.2	20.5
1999	20.3	19.9	21.3	21.6	21.8	19.1	19.8	20.4	18.8	19.4	18.3	19.5	20.0
2000	19.2	19.7	21.3	21.0	19.2	25.6	20.2	19.8	19.4	20.0		20.0	20.5
2001	19.8		20.0	21.5	20.4	19.6	20.0		19.3	20.7	19.9	20.6	20.2
2002	20.7	21.3	21.1	21.9	21.4	20.1	20.8	21.3	19.2	20.8	20.2		20.8

Temperatura Mínima Promedio en °C

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1994	6.0	6.7	7.6	8.0	19.2	9.4	10.3	10.0	10.1	9.0	8.5	8.4	9.4
1995	5.5	6.7	6.9	9.3	9.6	10.4	10.4	9.8	10.8	10.3	8.8	8.2	8.9
1996	5.2	5.4	6.0	9.8	10.7	10.7	10.3	10.0	10.1	10.6	9.0	6.5	8.7
1997	5.4	7.3	7.6	8.6	9.9	10.6	11.2	10.8	10.3	9.5	10.4	6.1	9.0
1998	6.5	4.2	7.1	8.4	9.0	11.3	10.1	10.6	9.1	10.5	9.6	7.3	8.6
1999	6.4	5.5	5.7	8.0	9.4	10.2	10.0	9.9	10.5	9.0	7.6	6.5	8.2
2000	5.4	5.0	5.9	7.8	10.3	10.2				0.0		6.6	5.5
2001	4.2		6.0	8.7	10.8	9.9	9.7	10.0	9.1	10.0	6.6	7.3	8.0
2002	5.8	7.2	6.6	8.9	9.9	10.7	10.4	10.1	9.9	9.0	8.0		8.8



Anexo 2: Datos existentes de años anteriores de temperatura máxima y mínima para comparación con aldea Fraternidad de estación Las Merceditas.

INSIVUMEH



**INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA,
VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGIA**
**Ministerio de comunicaciones Infraestructura y
Vivienda**



GUATEMALA C.A.

Temperatura Máxima Promedio en °C

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1967										24.3	24.9	24.6	24.6
1968	24.8	25.4	26.5	25.5	25.3	26.2	26.6	25.5	25.1	25.3	25.5	25.5	25.6
1969	25.4	26.6	27.1	24	24.7	25.4	25	24.3	24.1	25.4	24.9	25.2	25.18

Temperatura Mínima Promedio en °C

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1967										17.3	17.1	16.3	16.9
1968	16	15.3	16	17.9	17.6	17.3	17.7	17.6	17.1	17.4	16.8	16.1	16.9
1969	16	16.7	18.1	19	19.5	18.7	18.6	18.1	18.2	17.6	17.3	16.6	17.9



Anexo 3: Ensayo de Límites de Atterberg.



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



INFORME No. 513 S S

O.T.: 22,436

Interesado: Angela Esther Ixcot Reyna
Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Banco No: 1
Ubicación: Aldea Buena Vista, Santa Lucía, Sololá

FECHA: 27 de noviembre de 2007

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	38,3	4,1	ML	Arena limosa con grava color café

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

Observaciones: Muestra tomada por el interesado

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



Anexo 4: Ensayo de Granulometría.



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



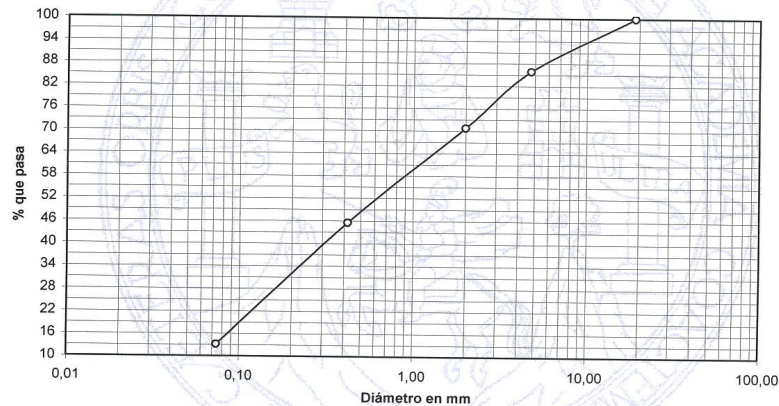
INFORME No. 512 S.S. O.T.: 22,436

Interesado: Angela Esther Ixcot Reyna
Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.
Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Procedencia: Aldea Buena Vista, Santa Lucía, Sololá
Fecha: 27 de noviembre de 2007
Banco No. 1


Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50,8	100,00
3/4"	19,00	100,00
4	4,76	85,86
10	2,00	70,71
40	0,42	45,45
200	0,074	13,13

% de Grava: 14,14
% de Arena: 72,73
% de Finos: 13,13



Descripción del suelo: Arena limosa con grava color café
Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-1-b
Observaciones: Muestra tomada por el interesado

Atentamente,

Vo. Bo. 
Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



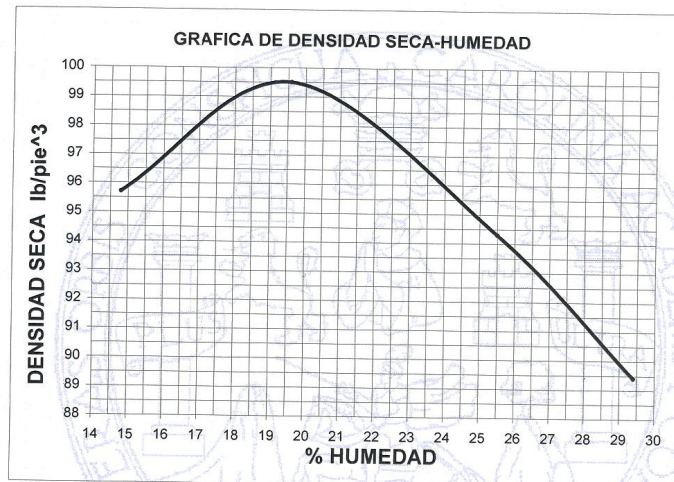
Anexo 5: Ensayo de Compactación (Proctor).



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



INFORME No. 510 S.S. O.T.: 22,436
Interesado: Angela Esther Ixcot Reyna
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: () Norma:
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180
Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS
Ubicación: Aldea Buena Vista, Santa Lucía, Sololá
Fecha: 27 de noviembre de 2007



Banco No. 1
Descripción del suelo: Arena limosa con grava color café
Densidad seca máxima γ_d : 1594 Kg/m³ 99,5 lb/ft³
Humedad óptima Hop.: 19,6 %
Observaciones: Muestra tomada por el interesado

Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
DIRECTOR CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



Anexo 6: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.).

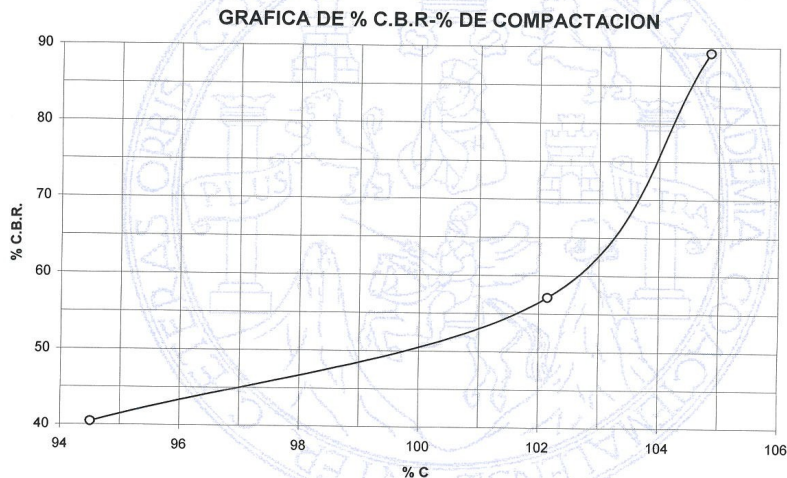


**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No.: 511 S.S. O.T.: 22,436
Interesado: Angela Esther Ixcot Reyna
Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS
Ubicación: Aldea Buena Vista, Santa Lucía, Sololá
Descripción del suelo: Arena limosa con grava color café
Banco No.: 1
Fecha: 27 de noviembre de 2007

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d (Lb/pie ³)			
1	10	20,00	94,0	94,5	0,30	40,4
2	30	20,00	101,6	102,1	0,33	57,1
3	65	20,00	104,3	104,9	0,43	89,2



Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Oswaldo Romo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC

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





Anexo 7: Ejemplo Hoja de Control para Tránsito Clasificado.

Estación: _1_Día: _1_Mes: ___Año: ___Ciclo: _____Ruta: _____Km.: _____

TIPO DE VEHÍCULO

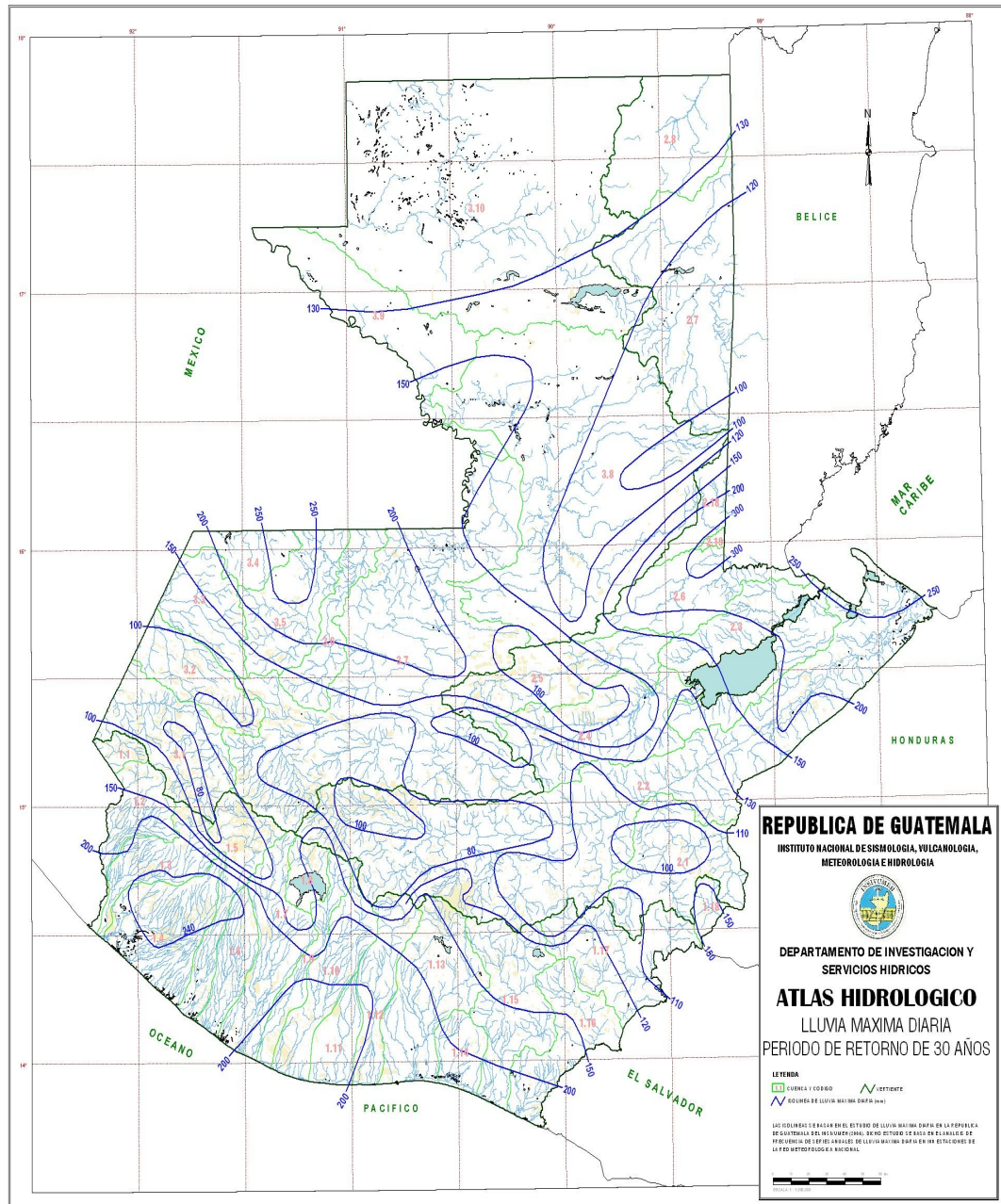
HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	T.D.V.	T.V.P.
0-1										
1-2										
2-3										
3-4										
4-5										
5-6										
6-7										
7-8										
8-9										
9-10										
10-11										
11-12										
12-13										
13-14										
14-15										
15-16										
16-17										
17-18										
18-19										
19-20										
20-21										
21-22										
22-23										
23-24										
TOTAL										

CLAVE: 1. Automóviles, paneles y Jeeps; 2. Pick-ups; 3. Camiones medianos (un eje); 4. Camiones de dos ejes o más; 5. TS; 6. Microbuses; 7. Buses; 8. Otros.

Nomenclatura: T.D.V. TOTAL DE VEHÍCULOS; T.V.P. TOTAL DE VEHÍCULOS PESADOS



Anexo 8: Intensidad de lluvia máxima diaria.





Anexo 9: Análisis Físicoquímico y Bacteriológico.



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
11 Av. "A" 11-67, zona 7, La Verbena
Telefax: 2472-3499



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA MUESTRA No. 459-07

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA ⁽¹⁾

Interesado: ÁNGELA ESTHER IXCOT REYNA	
Punto de muestreo: Nacimiento No. 2	Fecha de captación: 26-08-2007
Fuente: Nacimiento No. 2	Hora de captación: 09:00
Municipio: Esquipulas Palo Gordo, aldea Fraternidad	Fecha de recepción: 27-08-2007
Departamento: San Marcos	Hora de recepción: 08:00
Responsable de captación: Ángela E. Ixcot R. (Persona ajena al Laboratorio INFOM)	

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
1	Color aparente	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	<1.0
2	Hierro total	mg/L Fe	0.100	1.000	0.06
3	Manganeso total	mg/L Mn	0.050	0.500	ND
4	Nitrato	mg/L NO ₃ ⁻	Nsc	10	18
5	Nitrito	mg/L NO ₂ ⁻	Nsc	1	<0.01
6	Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	20
7	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	<0.5
8	Cloruro	mg/L Cl ⁻	100.000	250.000	<10
9	Dureza total	mg/L CaCO ₃	100.000	500.000	26
10	Calcio	mg/L Ca	75.000	150.000	6.4
11	Magnesio	mg/L Mg	50.000	100.000	2.4
12	Conductividad	µS/cm	100	750	70
13	pH	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	6.2
14	Temperatura	°C	15.0 - 25.0	34.0	22
15	Olor a temperatura ambiente	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	No rechazable
ITEM	PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS	UNIDADES	LMA	LMP	RESULTADO
16	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	Nsc	Nsc	<2
17	Coliformes totales	NMP/100 mL	Nsc	< 2	13
18	Conteo aeróbico en placa	UFC/mL	Nsc	Nsc	1

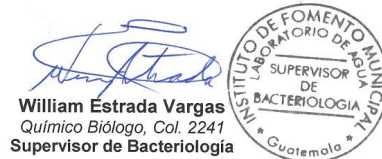
*LMA = límite máximo aceptable LMP = límite máximo permisible ND = No detectado Nsc = no se contempla en la norma

OBSERVACIONES

- Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Ac. Gubernativo No. 986-1999) publicada en el Diario de Centro América el 4 de febrero de 2000. Los parámetros analizados corresponden a los establecidos en el numeral E2, inciso 5.4 de dicha norma.
- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH in situ, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el laboratorio.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el Nitrato presente en la muestra de agua NO CUMPLE con los requerimientos físicoquímicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el agua de la muestra NO CUMPLE con los requerimientos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.



Mirna Gómez
Ingeniera Química, Col. 914
Supervisora de Físicoquímico



William Estrada Vargas
Químico Biólogo, Col. 2241
Supervisor de Bacteriología