



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

**DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA 3<sup>a</sup>. AVENIDA DEL SECTOR 1,  
1<sup>a</sup>. Y 2<sup>a</sup>. CALLE Y 5<sup>a</sup>. AVENIDA DE LOS SECTORES 2 Y 3, COLONIA  
TIERRA VERDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN FELIPE, MUNICIPIO DE  
SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

**Víctor José Wilfredo Milián Siliézar**

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, marzo de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA 3ª. AVENIDA DEL SECTOR 1,  
1ª. Y 2ª. CALLE Y 5ª. AVENIDA DE LOS SECTORES 2 Y 3, COLONIA  
TIERRA VERDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN FELIPE, MUNICIPIO DE  
SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**VÍCTOR JOSÉ WILFREDO MILIÁN SILIÉZAR**

ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MARZO DE 2009

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 López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Christa Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA 3ª. AVENIDA DEL SECTOR  
1, 1ª. Y 2ª. CALLE Y 5ª. AVENIDA DE LOS SECTORES 2 Y 3,  
COLONIA TIERRA VERDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN  
FELIPE, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE  
ESCUINTLA,**

tema que fue aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 25 de enero de 2008.



Víctor José Wilfredo Milián Siliézar.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 24 de noviembre de 2008.  
Ref.EPS.D.1056.11.08.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Victor José Wilfredo Milián Siliezar** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200313502**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA 3a. AVENIDA DEL SECTOR 1; 1a. Y 2a. CALLE Y 5a. AVENIDA DE LOS SECTORES 2 Y 3, COLONIA TIERRA VERDE. Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA ALDEA SAN FELIPE, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

Ing. Ángel Roberto Sic García  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
ARSG/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 24 de noviembre de 2008.  
Ref.EPS.D.1056.11.08.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA 3a. AVENIDA DEL SECTOR 1; 1a. Y 2a. CALLE Y 5a. AVENIDA DE LOS SECTORES 2 Y 3, COLONIA TIERRA VERDE. Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA ALDEA SAN FELIPE, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Victor José Wilfredo Milián Siliezar**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ingeniero Angel Roberto Sic García**.

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 Leceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Guatemala,  
10 de febrero de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA 3ª AVENIDA DEL SECTOR 1; 1ª Y 2ª CALLE Y 5ª AVENIDA DE LOS SECTORES 2 Y 3, COLONIA TIERRA VERDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN FELIPE, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Victor José Wilfredo Milián Siliézar, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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. Fernando Amilcar Boiton Velásquez  
Coordinador del Área de Topografía y Transporte



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
TRANSPORTES  
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,  
16 de febrero de 2009

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA 3ª AVENIDA DEL SECTOR 1; 1ª Y 2ª CALLE Y 5ª AVENIDA DE LOS SECTORES 2 Y 3, COLONIA TIERRA VERDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN FELIPE, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Víctor José Wilfredo Milián Siliézar, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

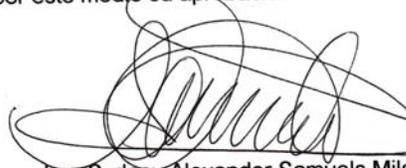
/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Víctor José Wilfredo Milián Siliézar, titulado DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA 3ª. AVENIDA DEL SECTOR 1, 1ª. Y 2ª. CALLE Y 5ª. AVENIDA DE LOS SECTORES 2 Y 3, COLONIA TIERRA VERDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN FELIPE, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, marzo 2009-03-16

/bbdeb

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.067-.09

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA 3ª AVENIDA DEL SECTOR 1, 1ª. Y 2ª. CALLE Y 5ª. AVENIDA DE LOS SECTORES 2 Y 3, COLONIA TIERRA VERDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN FELIPE, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario, **Víctor José Wilfredo Milián Siliézar**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, marzo de 2009

/cc

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios:** Por brindarme sabiduría, bendición, fortaleza y porque todo lo que tengo y recibo, es don suyo.
- Mis padres:** Rubén Wilfredo Milián Juárez  
Vilma Yolanda Siliézar Gálvez  
Y mi abuelita Alicia.  
Por el apoyo, esfuerzo, comprensión, amor, cariño y por ser siempre mi ejemplo.
- Mis hermanos:** Cristian y María Fernanda, por ser parte especial de mi vida.
- Mis familiares y amigos:** Porque cada uno de ellos fue parte importante en la realización de este trabajo.
- Universidad de San Carlos de Guatemala** Especialmente a la Facultad de Ingeniería, por brindarme los conocimientos necesarios que de ahora en adelante pondré en práctica.

## **AGRADECIMIENTO ESPECIAL**

Al ingeniero Ángel Roberto Sic, por su asesoría en la realización del presente trabajo de graduación.

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

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>XV</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIX</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XXI</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XXIII</b>

### **1 FASE DE INVESTIGACIÓN**

1.1	Monografía de la colonia Tierra Verde y comunidad San Felipe	1
1.1.1	Descripción del lugar	1
1.1.2	Ubicación	2
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	5
1.1.7	Servicios públicos	8
1.1.8	Ecología	9
1.1.9	Vías de acceso	11
1.2	Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los lugares de estudio.	
1.2.1	Descripción de las necesidades.	11
1.2.2	Priorización de las necesidades.	11

**2 FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL** 11

**2.1 Diseño del pavimento rígido para algunas calles de la colonia  
Tierra Verde, municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla**

2.1.1 Descripción del proyecto	15
2.1.2 Levantamiento topográfico	15
2.1.2.1 Altimetría	15
2.1.2.2 Planimetría	16
2.1.3 Muestra de suelo	16
2.1.4 Estudio de tránsito	25
2.1.5 Diseño geométrico	27
2.1.6 Definición de pavimento	28
2.1.6.1 Tipo de distribución de esfuerzos en los pavimentos	28
2.1.6.2 Componentes estructurales en los pavimentos	30
2.1.6.2.1 Sub-rasante	30
2.1.6.2.2 Sub-base	31
2.1.6.2.3 Base	31
2.1.6.2.4 Capa de rodadura	32
2.1.7 Parámetros de diseño	34
2.1.8 Período de diseño	34
2.1.9 Diseño de pavimento rígido	35
2.1.10 Planos y detalles	48
2.1.11 Presupuesto	48

**2.2 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la  
comunidad San Felipe, municipio de Siquinalá, departamento de  
Escuintla**

2.2.1 Descripción del proyecto	61
--------------------------------	----

2.2.2	Localización de fuentes de abastecimiento.	61
2.2.3	Aforo de las fuentes	61
2.2.4	Ensayos de calidad del agua	64
2.2.4.1	Análisis físico-químico sanitario	64
2.2.4.2	Análisis bacteriológico	66
2.2.5	Criterios de diseño	66
2.2.5.1	Período de diseño	66
2.2.5.2	Tasa de crecimiento poblacional	67
2.2.5.3	Estimación de la población de diseño	68
2.2.5.4	Dotación	69
2.2.6	Determinación de caudales	70
2.2.6.1	Caudal medio diario	71
2.2.6.2	Caudal máximo diario	72
2.2.6.3	Caudal máximo horario	72
2.2.7	Parámetros de diseño	72
2.2.8	Diseño de los componentes del sistema	73
2.2.8.1	Captación	73
2.2.8.2	Línea de conducción	74
2.2.8.3	Tanque de almacenamiento	74
2.2.8.4	Línea de distribución	75
2.2.8.5	Red de distribución	76
2.2.8.6	Obras de arte	78
2.2.8.7	Válvulas	78
2.2.9	Desinfección del agua	79
2.2.10	Planos y detalles	81
2.2.11	Presupuesto	81
2.2.12	Programa de operación y mantenimiento	90
2.2.13	Propuesta de tarifa	94
2.2.14	Evaluación de impacto ambiental del proyecto	97

2.2.15 Evaluación socio-económica	98
2.2.15.1 Valor presente neto	98
2.2.15.2 Tasa interna de retorno	100
<b>CONCLUSIONES</b>	103
<b>RECOMENDACIONES</b>	105
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	107
<b>APÉNDICE</b>	109

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Mapa de localización del departamento de Escuintla en la república de Guatemala	11
2. Mapa de localización del municipio de Siquinalá en el departamento de Escuintla	12
3. Gráfica de interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y los valores soporte	13
4. Límites de Atterberg	109
5. Ensayo de equivalente de arena	110
6. Ensayo de granulometría	111
7. Ensayo de C.B.R.	112

### TABLAS

I. Estructura y distribución por sexo	3
II. Proyecciones de poblaciones años 2000-2005	4
III. Producción Agropecuaria Nacional y de Exportación	6
IV. Actividades comerciales, Siquinalá	8
V. Especies forestales de la zona	10
VI. Clasificación general de C.B.R.	22
VII. Símbolos utilizados en el sistema S.U.C.S	24
VIII. Porcentaje anual de crecimiento de tráfico y factores de proyección correspondientes	27

IX.	Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de K	38
X.	Categorías de tráfico por tipo de carga	39
XI.	Valores de K para diseños sobre bases no tratadas	41
XII.	TPDC permisible, carga por eje categoría 1 pavimentos con junta de trabe por agregados (no necesita dovela)	42
XIII.	Asentamientos según la estructura.	43
XIV.	Cantidad de agua según asentamiento y tamaño de agregado	44
XV.	Relación A/C según la resistencia	44
XVI.	Porcentaje de arena sobre el agregado	45
XVII.	Conversiones de materiales a medidas comerciales	47
XVIII.	Norma COGUANOR NGO-29001	64
XIX.	Límites en la cantidad de compuestos	65
XX.	Dotaciones rurales	70
XXI.	Programación para el mantenimiento preventivo	92

## **GLOSARIO**

<b>ASSHTO</b>	Siglas de la American Association State Highway and Transportation Officials.
<b>Acera</b>	Parte de la estructura dedicada exclusivamente al paso de los peatones.
<b>Aforo</b>	Medición del rendimiento de una fuente de agua.
<b>Agua</b>	Compuesto de hidrógeno y oxígeno. En la naturaleza no puede hallarse libre de sustancias en suspensión o solución.
<b>Agua potable</b>	Aquella que por sus características es adecuada para el consumo humano; es decir, agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
<b>Ángulo</b>	Es la menor o mayor abertura que forman entre si dos líneas o dos planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados.
<b>Área</b>	Superficie comprendida dentro de un perímetro. Indica la porción de plano o de tierra comprendido entre ciertos límites.
<b>Área rural</b>	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.

<b>Bacterias</b>	Microorganismos sencillos reproducibles por división.
<b>Banco de marca</b>	Es el lugar que tiene un punto fijo, cuya elevación se toma como referencia para determinar la altura de los otros puntos.
<b>Bombeo</b>	Es la pendiente transversal que se le da al piso de las carreteras, para permitir que drenen las aguas superficiales.
<b>Captación</b>	Estructura que sirve para la toma adecuada del agua de una fuente.
<b>Carga dinámica</b>	Presión ejercida por el agua circulante en un punto determinado del acueducto. O sea, la suma de las cargas de velocidad $\left(\frac{V^2}{2g}\right)$ y de presión.
<b>Carga estática</b>	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.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que corre en un tiempo determinado.
<b>Caudal medio diario</b>	Promedio de los consumos diarios observados en el período de un año.
<b>Caudal máximo diario</b>	Es el mayor caudal de agua consumido por la población en un día durante el transcurso del año.

<b>Caudal máximo horario</b>	Llamado también caudal de distribución, es el que se utiliza para diseñar la red de distribución.
<b>Clima</b>	Condiciones meteorológicas consideradas durante tiempos muy prolongados.
<b>Cloración</b>	Aplicación de cloro con fines de desinfección.
<b>Consumo</b>	Volumen de agua que está en función de una serie de factores inherentes a la localidad que se abastece y que varía de una ciudad a otra, así como podrá variar de un sector de distribución a otro, en una misma ciudad.
<b>Conexión domiciliar</b>	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.
<b>Coordenadas</b>	Son distancias que sirven para determinar la posición de un punto, relativas a los ejes o planos de referencia.
<b>Corte</b>	Es la excavación que se realiza en el terreno, de conformidad al trazo de la carretera o camino. Se realiza a media ladera o en trinchera.
<b>Cota del terreno</b>	Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
<b>Cota piezométrica</b>	Cota del terreno más la altura de la presión del agua.
<b>Densidad de vivienda</b>	Número de viviendas por unidad de superficie.

<b>Dotación</b>	Estimación de la cantidad de agua que, en promedio, consume cada habitante, se expresa en lts/hab/día.
<b>Estación</b>	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico, en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
<b>Esterilización</b>	Destrucción de organismos y sus formas resistentes.
<b>Estribos</b>	Varillas transversales de hierro que resisten los esfuerzos de corte en el alma de la viga.
<b>Formaleta</b>	Armazón provisional que sostiene un elemento de construcción mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.
<b>FMD</b>	Factor por el cual debe multiplicarse el caudal medio para encontrar el caudal máximo diario.
<b>FHM</b>	Es el factor por el cual debe multiplicarse el caudal medio para encontrar el caudal máximo horario.
<b>Gradiente hidráulico</b>	Función de la resistencia por fricción a fluir en una longitud dada de conducto.
<b>Grifo</b>	Es la derivación domiciliar de la red de distribución hacia el medidor de cada uno de los inmuebles.
<b>Hidrología</b>	Parte de las ciencias naturales que trata de las aguas.
<b>Hipoclorador</b>	Dispositivo para aplicación de cloro.
<b>Infraestructura</b>	Conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización cualquiera Base material sobre la que se asienta algo.

<b>Límite líquido</b>	Contenido de humedad con el cual el suelo cambia del estado líquido al estado plástico.
<b>Límite plástico</b>	Contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico y depende generalmente de la cantidad de arcilla.
<b>Línea de distribución</b>	Es un conjunto compuesto de tuberías, válvulas, 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.
<b>Método de incremento aritmético</b>	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.
<b>Método de incremento geométrico</b>	Método que se usa para encontrar el crecimiento de la población, en donde $dy/dt$ es proporcional al tamaño de la población.
<b>Monografía</b>	Breve descripción sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región o pueblo.
<b>Pérdida de carga</b>	Energía perdida por un peso unitario de agua a causa de la resistencia superficial dentro del conducto, energía mecánica que es convertida en energía térmica.
<b>Presión</b>	Es la fuerza ejercida sobre la superficie de algún elemento estructural.

<b>Proctor</b>	Se creó para determinar la humedad óptima con que el suelo puede alcanzar su máxima densidad posible.
<b>Rasante</b>	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.
<b>Relleno</b>	Es el material especial o de terracería uniformemente colocado y compactado en las partes laterales y superiores del camino.
<b>Sección típica</b>	En toda la extensión de la carretera tiene una sección que permanece uniforme la mayoría de las veces.
<b>Subrasante</b>	Es el nivel del terreno sobre el que se asientan los diferentes elementos del pavimento (sub-base o base y carpeta) de una carretera o camino.
<b>Tanque de almacenamiento</b>	Depósito destinado para suplir las demandas máximas y consumos por incendio de un sistema.
<b>Tasa</b>	Incremento probable por año, expresado en porcentaje.
<b>Terraplén</b>	Son los depósitos de material que se realizan sobre el terreno natural, para alcanzar el nivel de la subrasante.
<b>Topografía</b>	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre, sobre dicha superficie y debajo de la misma.
<b>Válvula de aire</b>	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 distribución. 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 más bajos de la línea de distribución. La válvula será de compuerta de bronce de diámetro igual a la tubería.



## LISTADO DE SÍMBOLOS

<b>A</b>	Área
<b>AASHTO</b>	Asociación oficial Americana de Carreteras y Transportes
<b>ACI</b>	Instituto Americano del Concreto
<b>ASTM</b>	Sociedad Americana para Prueba de Materiales
<b>Ø</b>	Diámetro de tubería
<b>CBR</b>	California Bearing Ratio
<b>DH</b>	Distancia horizontal
<b>D</b>	Dotación
<b>FDM</b>	Factor de día máximo
<b>FHM</b>	Factor de hora máximo
<b>f'c</b>	Resistencia del concreto
<b>fy</b>	Resistencia del acero
<b>gr/hr</b>	Gramos por hora
<b>Ha</b>	Hectárea
<b>Hf</b>	Pérdidas en tuberías
<b>INSIVUMEH</b>	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
<b>L</b>	Longitud
<b>LMA</b>	Límite máximo aceptable
<b>LMP</b>	Límite máximo permisible

<b>L.L.</b>	Límite líquido
<b>L.P.</b>	Límite plástico
<b>lts/seg</b>	Litros sobre segundo
<b>lts/hab/día</b>	Litros por habitantes por día
<b>lts/min</b>	Litros por minuto
<b>m</b>	Metro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>m/seg</b>	Metros por segundo
<b>mg/lt</b>	Miligramos por litro
<b>mm/hr</b>	Milímetros por hora
<b>msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros cuadrados
<b>m<sup>3</sup>/seg</b>	Metros cúbicos sobre segundo
<b>k</b>	Módulo de reacción
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramo por centímetro cuadrado
<b>kg/m<sup>3</sup></b>	Kilogramo por metro cúbico
<b>MR</b>	Módulo de ruptura
<b>P<sub>o</sub></b>	Población actual
<b>P<sub>f</sub></b>	Población futura
<b>PCA</b>	Portland Cement Association
<b>PVC</b>	Material fabricado a base de Cloruro de Polivinilo

<b>psi</b>	Libra sobre pulgada cuadrada
<b>Q</b>	Caudal
<b>Qc</b>	Caudal de conducción
<b>Qm</b>	Caudal medio
<b>QMD</b>	Caudal máximo diario
<b>QMH</b>	Caudal máximo horario
<b>Qviv</b>	Caudal por vivienda
<b>Qu</b>	Caudal unitario
<b>s</b>	Segundo
<b>S</b>	Pendiente
<b>TPD</b>	Tránsito promedio diario
<b>TPDC</b>	Tránsito promedio diario de camiones
<b>r</b>	Tasa de crecimiento de la población
<b>v</b>	Velocidad
<b>V</b>	Volumen
<b>V<sub>s</sub></b>	Valor soporte del suelo
<b>w</b>	peso seco



## RESUMEN

El proyecto consiste en el diseño del pavimento con concreto hidráulico por el sistema de fundición por bloques alternos en la colonia Tierra Verde del municipio de Siquinalá, Escuintla, mediante el método simplificado de la PCA, el cual utiliza tablas basadas en la distribución compuesta del tráfico y que tomando en cuenta el estudio de suelos y otros factores económicos, se selecciona el tipo de pavimento rígido, bordillo y sub-base a utilizar. Por último el espesor del pavimento se determina a través de factores como la resistencia a la flexión del concreto, la resistencia de la sub-rasante, el tipo de carga que soportará el pavimento y el período de diseño. El ancho de calle será de 5.00 metros constantes en toda la longitud, acera adoquinada y bordillo prefabricado.

El segundo proyecto surge a raíz de la necesidad de crear un sistema nuevo de abastecimiento de agua potable, en la aldea San Felipe, la fuente se localiza en el nacimiento de un río en las proximidades de dicha población. El sistema funcionará por gravedad debido a la topografía del lugar y se asignará una dotación de 110 lts/hab/día. El tanque de almacenamiento será de 18 m<sup>3</sup> compensando de manera correcta las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución, en cuyo diseño hidráulico se utilizó la fórmula de Hazen-Williams para ramales abiertos, misma fórmula que se utilizó para el diseño de la línea de conducción.

La mano de obra calculada en los presupuestos se basó en datos proporcionados por la municipalidad, mientras que los materiales fueron cotizados en la cabeza municipal.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

1. Realizar diagnósticos sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura para contribuir al desarrollo de las comunidades por medio de la adecuada planificación de los proyectos para garantizar el pleno goce de los servicios de agua potable y pavimentación en la aldea San Felipe y en la colonia Tierra Verde respectivamente.

### **ESPECÍFICOS**

1. Diseñar el pavimento rígido para algunas calles de la colonia Tierra Verde, municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla.
2. Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad San Felipe, municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla.
3. Capacitar a los comités de vecinos para la operación y mantenimiento de cada uno de los proyectos.



## INTRODUCCIÓN

La municipalidad de Siquinalá, departamento de Escuintla, a través de la Oficina Municipal de Planificación se ha propuesto para este período coordinar de una mejor manera y consolidar los diagnósticos, planes, programas y proyectos de desarrollo y que debido a factores atmosféricos o desastres naturales, ocurridos últimamente, se hacen cada vez más indispensables.

Dentro de los proyectos que están propuestos se encuentran: diseño del pavimento rígido en la colonia Tierra Verde. Se considera de suma urgencia pavimentar dicha colonia, debido a que dificulta el acceso vehicular y peatonal, considerando que la colonia es la más grande de la cabecera. Con esto se garantiza el acceso a los servicios, mediante una mejor infraestructura.

Se contempla además, el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de San Felipe, Siquinalá, Escuintla. Al igual que el proyecto anterior surge a raíz de los estragos causados por los últimos temporales del país.

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 realizar 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 los lugares beneficiados. 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 colonia Tierra Verde y comunidad San Felipe.**

#### **1.1.1 Descripción del lugar**

La categoría de la cabecera municipal de Siquinalá es de pueblo, por acuerdo del ejecutivo se erigió en pueblo el 6 de marzo de 1867, su extensión territorial es de 168 kilómetros cuadrados, con una altura de 336 metros sobre el nivel del mar.

El origen del nombre de Siquinalá puede venir de la etimología Tziquin = pájaro, alá = joven. Lo que se puede interpretar como pájaro joven, o muchacho macho.

Desde fines del siglo XVI sobrevino una época fatal para toda esa costa, durante la cual las extorsiones de los estancieros, las epidemias causadas por la excesiva elaboración del anís, la corrupción y costumbres llevada por la multitud de aventureros que iban en busca de fortuna, la embriaguez casi general de los indígenas y muchos otros motivos fueron diezmando la población, haciendo decaer la agricultura y reduciendo aquellas fértiles comarcas a bosques incultos, que en su ceno encerraban algunas señales de su antigua prosperidad.

La principal riqueza del municipio está en sus valiosas fincas y en la crianza de ganado, la elaboración de aceites esenciales, así como de panela y azúcar que se obtiene de las plantaciones de caña dentro de la jurisdicción, especialmente del ingenio Pantaleón.

La fiesta titular es el 25 de noviembre, día principal que la iglesia conmemora a la virgen Santa Catalina de Alejandría. Según publicación por el Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT), se acostumbra en esa ocasión los bailes folklóricos de la conquista, y otros.

### **1.1.2 Ubicación**

El municipio de Siquinalá se encuentra situado en la parte norte del departamento de Escuintla, en la Región V o Región Central. Se localiza en la latitud norte 15° 18' 21" y en la longitud oeste 90° 0'58". Sus límites territoriales son: al norte con Santa Lucía Cotzumalguapa y Escuintla, al este con Escuintla, al Sur con la Democracia y al oeste con Santa Lucía Cotzumalguapa (todos del departamento de Escuintla).

### **1.1.3 Localización**

Por la carretera Internacional del pacífico CA-2 del parque de la cabecera departamental y municipio de Escuintla en dirección oeste a 23 kilómetros de la cabecera de Siquinalá, de donde son 8 Km. para la cabecera de Santa Lucía Cotzumalguapa.

### **1.1.4 Clima**

El pueblo de Santa Catalina de Siquinalá está situado en tierra de costa caliente y húmeda tempestuosa, está el pueblo cerca de un promontorio o peñón, que se descubre a mucha distancia; su temperatura no es tan caliente como los otros de la costa, tiene unos grados menos de calor, por irse avvicinando a la sierra, aunque no está distante del mar.

### 1.1.5 Población e idioma

De acuerdo a la información del Instituto Nacional de Estadística y el Centro de Demografía CELADE, al año 2002, la población de Siquinalá es de 10,761 habitantes, hombres ( 50.51%) y mujeres ( 49.49%), dicha población está casi equilibrada existiendo una pequeña diferencia de 111 hombres más sobre el universo de mujeres .

Dentro de los rangos establecidos se consideró la edad de 0 a 14 como la etapa establecidos por ley los 14 años como la edad mínima para poder ingresar al campo laboral, en este rango la cantidad de personas es 4,485 incluyendo ambos sexos, con un porcentaje en relación al total de población de 41.47%; en el rango de los 15 a los 39 años, se considera una población de 4,173 y corresponde a un porcentaje de 38.75% , y para el rango de los adultos mayores la población es de 2,103 personas , y corresponde a un porcentaje de 19.78 en relación al total de población .

**Tabla I. Estructura y distribución por sexo**

Rango de edad	Hombres	Mujeres	Total	%
<b>TOTAL</b>	<b>5,436</b>	<b>5,325</b>	<b>10,761</b>	<b>100</b>
< 1 año	163	157	320	2.97
1 año	181	183	364	3.38
2 años	163	164	327	3.04
3 años	182	159	341	3.17
4 años	146	179	325	3.02
5 años	137	161	298	2.77
6-9 años	607	576	1,183	10.99

<b>Edad</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
10-14 años	675	651	1,326	12.32
15-19 años	600	512	1,112	10.33
20-24 años	450	501	950	8.83
25-39 años	4,057	1,054	2,111	19.62
40-49 años	470	437	907	8.43
50-59 años	278	274	552	5.13
60 y mas	327	317	644	5.99

Fuente: Instituto nacional de Estadística (INE) y Centro Latinoamericano de Demografía ( CELADE ) , Guatemala 2002.

#### **1.1.5.1 Proyección de población**

Se realizó una proyección de población de los años 2000 –2005, por el INE y CELADE para el área urbana y rural, la que presenta un porcentaje en relación al total de la población de 40.83 % y 59.17% respectivamente. Se puede determinar que la mayoría de la población está ubicada en el área rural, respondiendo a su principal actividad económica como es la agricultura.

**Tabla II. Proyecciones de poblaciones años 2000-2005**

<b>Población</b>	<b>Año</b>					
	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Total	10,596	10,678	10,761	10,844	10,928	11,013
Urbana	4,281	4,338	4,394	4,451	4,506	4,562
Rural	6,315	6,340	6,367	6,393	6,422	6,451

Fuente: Ministerio de Educación Departamental (memoria de labores 2001)

### **1.1.6 Aspectos económicos y actividades productivas**

La principal riqueza del municipio está en sus valiosas fincas y en la crianza de ganado, la elaboración de aceites esenciales, así como la panela y azúcar que se obtienen de las plantaciones de caña dentro de la jurisdicción, especialmente del Ingenio Pantaleón.

- Principales cultivos:

Los principales cultivos que se producen en esta zona son los que se menciona a continuación, no siendo el orden de importancia: caña de azúcar, café, maíz, palo de hule, cítricos, plantas ornamentales, banano, frijol, frutas varias, hoja de sal, cacao, xate, plátano, pacaya, aguacate, y coco.

- Sistema de riego:

De acuerdo a la información del MAGA sobre la infraestructura de apoyo en sistemas de riego, únicamente en el sector privado, específicamente el Ingenio Pantaleón con una cobertura de 14,000 Ha para el cultivo de caña de azúcar, el abastecimiento del agua es tomando de fuentes superficiales, ya sea por aspersión o por gravedad, si bien es cierto que existe un sistema de riego, no beneficia en nada a la población dedicada a la agricultura, ya que no está enfocado a otros productos y grupos de agricultores, únicamente a este propietario y a su plantación.

- Producción agropecuaria:

Otros productos agrícolas que se cultivan en el área de Siquinalá son: banano, citronela, cítricos, caña de azúcar, te de limón, café y maíz blanco, así también la crianza de ganado vacuno y aves de corral y la

explotación de la apicultura.

**Tabla III. Producción Agropecuaria Nacional y de Exportación**

Rubro	Área	Capacidad proa. Del Ciclo	Destino de la Producción
Pollo de Engorde	s/d	776,833 aves	Nacional
Maíz	500 ha	36,000 qq	Nacional
Banano	70 ha	283,00 cajas	Nacional y/o Exportación
Miel de Abeja	0.25 ha	5 toneles	Nacional y/o Exportación
Café	1,100 ha	23,752 qq pergamino	Nacional y/o Exportación

Fuente: Infraestructura de producción. Caracterizaciones municipales, MAGA 2002.

- Actividad pecuaria:

La principal producción del área es el ganado vacuno, cuenta con infinidad de fincas dedicadas a esta actividad, en la ciudad de Escuintla se cuenta con una procesadora de carne PROCASA, la apicultura es abundante por la cantidad de vegetación que presenta esta región, la avicultura y la piscicultura son las actividades que generan ingresos en esta región.

- Actividades extractivas:

Dentro de la producción más significativa esta la caña de azúcar principal producto de cultivo y de explotación, tanto en el mercado interno como externo, el palo de hule es otro de los productos importantes dentro de

la economía del país, el café fue un producto de mucha demanda pero debido a la baja de precio en el mercado internacional ha tenido una disminución en la producción, las maderas finas son apreciadas en el mercado local, pero no están consideradas como un producto de explotación, por el período tan largo de recuperación de la inversión, y la utilización de pequeñas exenciones de terrenos para cultivos de frutas y granos básicos para auto consumo sin poder producir para la venta.

- Industria:

La producción de caña es bien conocida como la más importante de la región de la costa sur, en este lugar se localiza el Ingenio más importante a nivel nacional Ingenio Pantaleón, que produce energía eléctrica como un sub producto dentro del proceso de la caña, se cuenta con una procesadora de carne y embutidos, así como la crianza de ganado para engorde y leche, este producto es utilizado en la producción de lácteos, además existe una avícola que produce carne por mayor.

- Comercio:

La actividad de comercio es variada en la mayoría de poblaciones localizadas en la costa sur, dentro de esta población se puede localizar cualquier actividad necesaria para la vida diaria, la industria y agro industria. A continuación se presentan algunas de las actividades comerciales más importantes.

**Tabla IV. Actividades comerciales, Siquinalá**

Sastrerías	Marranerías
Materiales de construcción	Restaurantes
Ferreterías	Librerías
Carnicerías	Farmacias
Panaderías	Comedores
Centros Comerciales	Viveros
Tiendas	Transportistas
Talleres	Veterinarias
Agropecuarias	Cafeterías

FUENTE: Sección epidemiología jefatura área de Salud Departamental (memoria de Labores 2001)

- Turismo:

Cuenta con atractivos naturales y de gran vistosidad como la catarata del Capulín, y los centros arqueológicos Bolivia, Pantaleón y Siquinalá, hotelería, balnearios y restaurantes. Es necesario fortalecer el apoyo por parte de INGUAT para dar a conocer los centros arqueológicos y centros recreativos para incrementar las visitas de nacionales y extranjeros para elevar el turismo en la zona.

### **1.1.7 Servicios públicos**

- Electrificación

Este municipio tiene un 75% de electrificación que está dividido en: alumbrado público y energía domiciliaria. Desconociéndose el porcentaje en el

área rural que cuenta con este servicio.

- Telefonía

El municipio de Siquinalá cuenta con el servicio de telefonía móvil y residencial.

- Red vial y puentes

La carretera Interamericana CA-2, permite llegar al municipio de Siquinalá. Así mismo, cuenta con caminos vecinales, veredas y roderas que lo comunican con otros municipios y poblados rurales. Otra vía de comunicación con que cuenta Siquinalá es la vía férrea, por medio de la cual se encuentra la estación del ferrocarril Pantaleón.

- Drenaje

Solo en la cabecera municipal y sus colonias cuentan con este servicio. El área rural carece del servicio desconociéndose el porcentaje haciéndose inmediata la necesidad en el área rural.

- Agua

En el municipio de Siquinalá el 88% de la población cuenta con agua clorada por medio del servicio que presta la cabecera municipal con Chorro Propio y Comunitario, y el restante 12% no cuenta con agua clorada debido a que utilizan pozos propios, pozo comunitario o ríos para abastecerse.

### **1.1.8 Ecología**

El municipio de Siquinalá cuenta con una amplia diversidad de fauna y flora, por el momento no cuenta con áreas protegidas pero se recomienda

que una de estas áreas debiera ser el Cerro Peñón, por su riqueza natural y potencial para el fomento al turismo.

La cantidad de especies forestales que se cultivan en la región es variada en cuanto a su origen y utilidad, existen especies de maderas preciosas de mucho valor económico, algunas plantaciones de palo de hule que son explotadas, otras son utilizadas por su resistencia en construcción y producción de muebles, otras son únicamente ornamentales y que utilizados para embalaje de productos.

A continuación se presenta un cuadro con las especies que se identifican en el área.

**Tabla V. Especies forestales de la zona**

Palo de hule	Cedro
Caulote	Caoba
Cenicero	Conacaste
Laurel	Volador
Matilidguate	Chichique
Guachipilin	Hormigo
Mango	Palo
Ceiba	Ámate
Guarumo	Ficus
Madre cacao	

FUENTE: Sección epidemiología jefatura área departamental (memoria de Labores 2001).

### **1.1.9 Vías de acceso**

La carretera Interamericana CA-2, permite llegar al municipio de Siquinalá. Así mismo, cuenta con caminos vecinales, veredas y roderas que lo comunican con otros municipios y poblados rurales. Otra vía de comunicación con que cuenta Siquinalá es la vía férrea, por medio de la cual se encuentra la estación del ferrocarril Pantaleón.

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

### **1.2.1 Descripción de las necesidades.**

Las necesidades de infraestructura se hacen cada vez más indispensables y se deterioran rápidamente, debido a los continuos desastres naturales que acontecen en el país, dentro de los proyectos que están propuestos en ambas comunidades se encuentran:

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

### **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 y el EPS, la priorización se hace de la siguiente manera:

Para la colonia Tierra Verde, Siquinalá, Escuintla:

- El diseño de pavimento rígido se considera de suma urgencia para mejorar las calles de esta colonia, debido a la dificultad del acceso vehicular, sobre todo por estar en pleno casco urbano.

Para la aldea San Felipe, municipio de Siquinalá, Escuintla:

- El diseño de la línea de distribución de agua potable es 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.

**Figura 1. Mapa de localización de la república de Guatemala**

**Departamento de Escuintla**

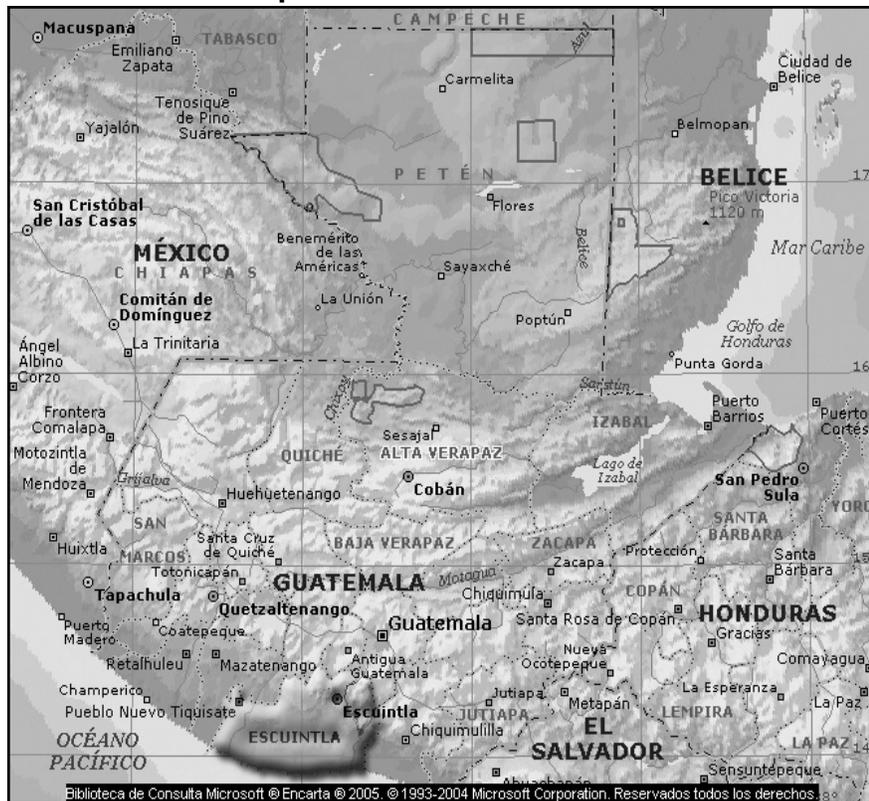
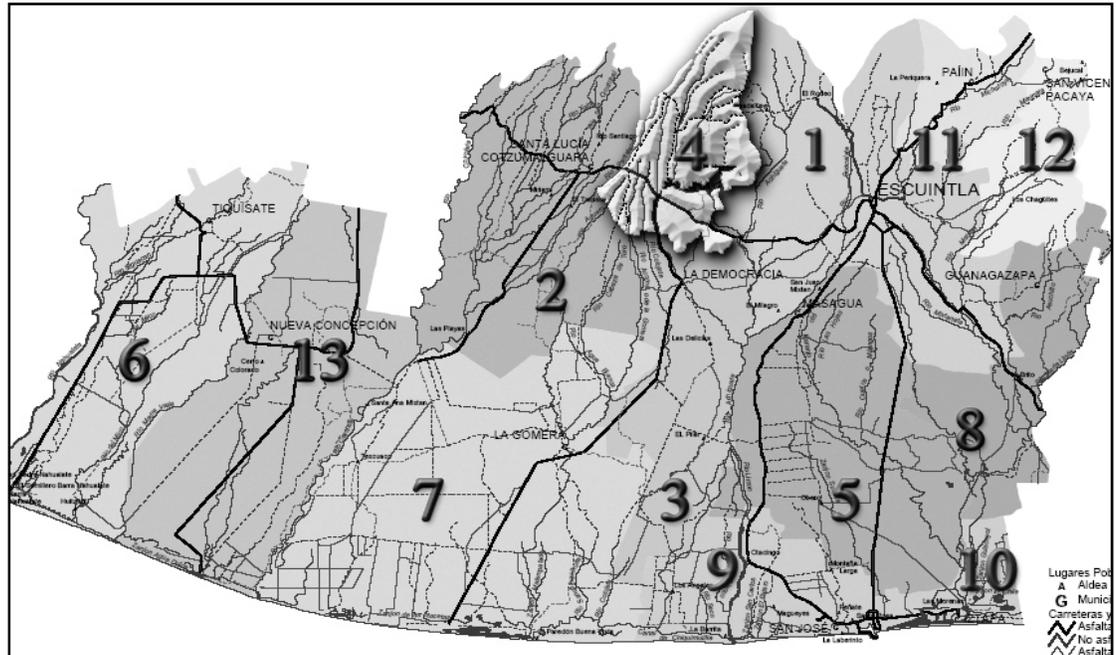


Figura 2. Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla





## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1 Diseño del pavimento rígido para algunas calles de la colonia Tierra Verde, municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla.**

#### **2.1.1 Descripción del proyecto.**

El proyecto consiste en el diseño del pavimento con concreto hidráulico por el sistema de fundición por bloques alternos. El ancho de calle es de 5.00 metros constantes en toda la longitud, acera adoquinada, bordillo prefabricado y niveles con cotas de sub-rasante propuesta y de rasante final. El proyecto en principio beneficiará a 3,000 habitantes directos, con pavimento de calidad el cual tendrá una vida útil de 20 años, a partir de 2008.

El proyecto consta de 10,969.82 m<sup>2</sup> de pavimento rígido distribuido a lo largo de 2,057.95 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. Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano vertical la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias

de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción, para ello es necesario medir distancias verticales, ya sea directa o indirectamente en base a un banco de marca o punto de referencia y a todo este procedimiento se le llama nivelación. Se conocen de esta manera las pendientes de la sub-rasante para proceder al diseño de la pavimentación.

#### **2.1.2.2 Planimetría.**

Son todos los trabajos efectuados en el campo para tomar los datos geométricos necesarios, basados en un norte para su orientación y así proyectar una figura en un plano horizontal. Para el levantamiento planimétrico se utilizó el método de conservación del azimut, se efectuaron radiaciones en varios puntos, localizando así la línea central, ancho de calle y ubicación de los servicios existentes en la vía a pavimentar.

Para la planimetría se utilizó un teodolito marca SOKKIA, un estadal, plomada y cinta métrica.

#### **2.1.3 Muestra de suelo.**

El tipo de suelo en el sitio determinará en gran parte la estructura del pavimento por construir. 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, quien por medio de ellos caracterizó los cuatro estados de consistencia de los suelos cohesivos: estado sólido, estado semisólido, estado plástico y estado líquido. Los resultados del ensayo de límites para este proyecto se encuentran en el apéndice, figura 1.

### **Limite líquido**

Normado por la AASHTO 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 es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad.

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

$$L.L. = W \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

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**

Es el contenido de humedad por debajo del cual se comporta como un material plástico y depende generalmente de la cantidad de arcilla del suelo.

Normado por la AASHTO 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 (3 mm) de diámetro sin romperse.

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

$$L.P. = \left[ \frac{(P_h - P_s)}{P_w} \right] * 100$$

donde:

L.P.= Humedad correspondiente al límite plástico en %

P<sub>h</sub> = Peso de los trocitos de filamentos húmedos en gramos

P<sub>s</sub> = Peso de los trocitos de filamentos secos en gramos

P<sub>w</sub> = 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. Indica el margen de humedades, dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo definen los ensayos

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

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

Dado que el índice plástico es de cero, según el resultado obtenido en el laboratorio; el suelo es NO PLÁSTICO.

- **Ensayo de granulometría**

Normado por la AASHTO 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.

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

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  $D_{10}$ .

De la curva de granulometría en la figura 3 del apéndice vemos que:

$D_{60} = 0.53$

$D_{10} = 0$

$D_{30} = 0.16$

Como  $D_{10} = 0$ , los coeficientes no son aplicables.

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. El suelo se clasifica como arena de origen andesito, ligeramente limosa de color negro. Los resultados del ensayo de granulometría para este proyecto se encuentran en el apéndice (figura 2).

- **Ensayo de proctor modificado.**

Normado por la AASHTO 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 apéndice (figura 3).

- **Ensayo para determinación del valor soporte del suelo (C.B.R.)**

Normado por la AASHTO 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. Es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante.

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 resultados del ensayo de CBR para este proyecto muestran que 10 golpes en la probeta No. 1 son suficientes para alcanzar un 92.81 % de compactación y el CBR que resulta es del 26%. La probeta No. 2 muestra que el CBR alcanzaría el 44% con el 95.12% de compactación; cumple entonces la norma AASHTO T-193 que establece un CBR mínimo de 30 % a una compactación del 95%. En la tabla VI vemos que nuestro suelo se clasifica como bueno (CBR 20-50), pudiéndose usar como sub-base o base.

**Tabla VI. Clasificación general de C.B.R.**

No. De CBR	Clasificación general	Usos
0 – 3	Muy pobre	Subrasante
3 – 7	Pobre o regular	Subrasante
7 – 20	Regular	Sub-base
20 – 50	Bueno	Sub-base, base
50 o más	Excelente	Base

Fuente: Estudio de suelos y su analítica, Javier Viguera Rubio, Ángel Albarrán, pág. 60

- **Ensayo de equivalente de arena.**

Normado por la AASHTO T-176. Esta prueba se aplica para evaluar de manera cualitativa y cuantitativa el material fino presente en los suelos por utilizar. Consiste en ensayar los materiales que pasan la malla No. 4 en una probeta estándar parcialmente llena de una solución que propiciará la sedimentación de los finos. Se hace con el fin de conocer el porcentaje relativo de finos plásticos que contienen los suelos en relación con los agregados pétreos (Apéndice, figura 2).

### **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 pasan 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.

**Tabla VII. Símbolos utilizados en el sistema S.U.C.S**

Símbolo	Descripción
G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla
O	Limos orgánicos y arcilla
Pt	Turba y suelos altamente orgánicos
H	Alta plasticidad
L	Baja plasticidad
W	Bien graduados
P	Mal graduados

Fuente: Características de los métodos de clasificación de los suelos, Abilio Méndez, trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería, 1990, pág. 33.

### **Análisis de resultados.**

Todos los resultados obtenidos de los ensayos de la muestra, así como las graficas, pueden observarse en los anexos.

Según dichos ensayos, se obtuvo que el suelo tiene las siguientes características:

- Descripción del suelo: Arena de origen andesito, ligeramente limosa de Color negro.
- Clasificación P.R.A.: A-2-4

- Clasificación S.C.U: SP-SM
- Límite líquido: No plástico
- Límite plástico: No plástico
- Densidad seca máxima: 121 lb/pie<sup>3</sup>
- Humedad Óptima: 7.8 %
- CBR al 92.81% de compactación: 26%

El material cumple con los requisitos para ser usado como una excelente sub-base o base, el 92.81% de compactación requerida se alcanzará con la humedad óptima según el ensayo de proctor modificado (CBR 20 - 50%).

#### **2.1.4 Estudio de tránsito.**

El tránsito es el número y los pesos por eje pesados, durante la vida de diseño, son las variables del pavimento de concreto. Éstos son derivados de estimaciones siguientes: el tránsito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos lo llamaremos TPD y el tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones, lo llamaremos TPDC.

El principal factor en la determinación del espesor del pavimento rígido es el estudio 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.

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.

El uso de razones altas de crecimiento para calles residenciales no es aplicable, 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, tal como la colonia Tierra Verde. (Factor de proyección de 1.1 a 1.3).

Las tablas se encuentran especificadas para un período de 20 años con su respectivo tránsito promedio de camiones en ambas direcciones (tabla X). 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 tránsito futuro tiene considerable influencia en el diseño, el crecimiento anual es del 2% al 6% que corresponden a factores de proyección de tránsito a 20 años de 1.1 a 1.8, (ver tabla VIII). Pero el uso de razones altas de

crecimiento para calles residenciales no son aplicables, ya que estas calles llevan poco tránsito, por lo que las tasas de crecimiento podrían estar debajo del 2% por año (factor de proyección 1.1 a 1.2).

**Tabla VIII. Porcentaje anual de crecimiento de tráfico y factores de proyección correspondientes**

PORCENTAJE ANUAL DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO %	FACTOR DE PROYECCIÓN 20 AÑOS	FACTOR DE PROYECCIÓN 40 AÑOS
1	1.1	1.2
1½	1.2	1.3
2	1.2	1.5
2½	1.3	1.6
3	1.3	1.8
3½	1.4	2.0
4	1.5	2.2
4½	1.6	2.4
5	1.6	2.7
5½	1.7	2.9
6	1.8	3.2

Fuente: Westergaard H. N. Computación of stresse in concrete roads. Pág. 18

### 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 del neumático 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.**

Pavimento es toda la estructura que descansa sobre el terreno de fundación o sub-rasante, formado por las diferentes capas de sub-base, base y carpeta de rodadura. Tiene el objetivo de 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 resistencia al soporte estable del mismo.

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 es el de absorber los efectos de las cargas que circulan por él, a fin de proteger de estos efectos a la subrasante. De lo contrario, se han desarrollado diferentes tipos de pavimentos en función de la forma en que absorben los esfuerzos, como se detallan a continuación:

El primero, supone un modulo de deformación de "E" constante en las capas que conforman la calzada y el terreno de fundación. El segundo admite la

presencia de capas con módulos de elasticidad diferente, especialmente en las capas superiores, donde este valor puede ser mucho mayor que el del terreno de fundación.

En este caso la repartición de presiones se efectúa a través de un área más extensa y los valores de las presiones son menores. Sin embargo, las teorías anteriores suponen las capas formadas por materiales sin o con muy poca cohesión. Cuando aparece una o varias capas que hacen perder esta homogeneidad, estas teorías ya no tienen aplicación, situación que se da en los pavimentos rígidos, donde la losa de concreto por su capacidad de absorber esfuerzos de flexo-tracción, distribuye las presiones superficiales a un área mucho más extensa en la capas inferiores, de allí que dependiendo de la capacidad soporte de la subrasante, solo se coloque entre esta y la losa una capa de sub-base o de base por lo que esta distribución sigue una ley distinta a las mencionadas.

Los pavimentos rígidos están formados por losas de concreto que debido a su consistencia y alto módulo de elasticidad, utilizan la acción de viga para distribuir la carga en un área de suelo relativamente grande.

Además, existen los pavimentos flexibles, que están constituidos por asfaltos y en los cuales, la carpeta de rodadura produce una mínima distribución de cargas, las cuales se distribuyen por el contacto de partícula a partícula en todo el espesor del pavimento y en este caso su capacidad estructural es proporcionada por las capas de base, sub-base, y subrasante.

### **Pavimento flexible:**

Los materiales empleados en la construcción de pavimentos, son el asfalto y el alquitrán.

## **Pavimentos rígidos:**

Los factores que afectan el espesor de un pavimento rígido, son principalmente el nivel de carga que ha de soportar, es decir, el tipo y cantidad de vehículos que pasarán sobre él, el módulo de reacción del suelo de apoyo y las propiedades mecánicas del concreto. Por lo general el pavimento consta de dos capas que son la base que muchas veces puede ser la sub-base y la losa o superficie de rodadura de concreto hidráulico.

### **2.1.6.2 Componentes estructurales en los pavimentos.**

A continuación se describe cada una de las capas que generalmente conforma el pavimento no solo el objeto de la misma sino sus características.

#### **2.1.6.2.1 Sub-rasante.**

Es la capa de terreno 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 subrasante 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.

Valor soporte. El material debe tener un CBR, AASHTO T 193, suelos de preferencia con menos de 3% de hinchamiento, mínimo del 5%,

efectuado sobre muestras saturadas a 95% de compactación, AASHTO T180, y deberá tener una expansión máxima del 5%.

Graduación. El tamaño de las partículas que contenga el material de subrasante, no debe exceder de 7.5 centímetros.

Plasticidad. El límite líquido, AASHTO T 89, no debe ser mayor del 50%, determinados ambos, sobre muestra preparada en húmedo, AASHTO T 146, cuando las disposiciones especiales lo indiquen expresamente.

#### **2.1.6.2.2 Sub-base.**

Es la capa de la estructura del pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas del tránsito, de tal manera que el suelo de subrasante las pueda soportar, y absorba las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la base.

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 la 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 subrasante. Un pavimento rígido puede prescindir de esta capa.

#### **2.1.6.2.3 Base.**

Es la capa de pavimento que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito, a la sub-base y a través de esta a la subrasante, y es la capa sobre la cual se coloca la capa de rodadura. Generalmente se usa en pavimentos flexibles y está formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural,

clasificados o con trituración parcial (material selecto) que tengan un espesor como mínimo 10 mm y un máximo no mayor a 35 mm para construir una base integrante de un pavimento, destinada a transmitir y disminuir las cargas provenientes de la superficie de la rodadura, drenar el agua que se filtra entre las carpetas, debe tener un CBR de 90% a una compactación mínima del 95%, el agregado retenido en la malla No. 4 no debe tener un desgaste mayor del 50% y debe tener un límite líquido menor de 25 y un índice de plasticidad menor de 6.

#### **2.1.6.2.4 Capa de rodadura.**

Es la capa que se coloca sobre la base. Su objetivo principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para evitar filtraciones de agua de lluvia que podrían saturar las capas inferiores. Evita la desintegración de las capas subyacentes a causa del tránsito de vehículos.

Así mismo, la superficie de rodadura contribuye a aumentar la capacidad soporte del pavimento, absorbiendo cargas, si su espesor es apreciable (mayor de 4 centímetros), excepto el caso de riesgos superficiales, ya que para estos se considera nula. Se coloca sobre la sub-base cuando es pavimento rígido y está formada en este caso por una losa de concreto hidráulico de Cemento Portland.

#### **Diseño de juntas**

El objetivo principal de éstas es el de permitir la construcción del pavimento por losas separadas para evitar grietas de construcción, estableciendo al mismo tiempo una unión adecuada entre ellas, que asegure la continuidad de la superficie de rodadura y la buena conservación del pavimento.

Cuando un concreto se agrieta puede que sea debido a las siguientes condiciones:

- Cambio de volumen por encogimiento por secado
- Esfuerzos directos por cargas aplicadas
- Esfuerzos de flexión por pandeo

Las juntas que usualmente se usan en los pavimentos de concreto caen dentro de dos clasificaciones: transversales y longitudinales, que a su vez se clasifican como el de contracción, de construcción y de expansión. Las juntas se pueden clasificar como:

#### Juntas longitudinales

Éstas se colocan paralelamente al eje longitudinal del pavimento, para prevenir la formación de las grietas longitudinales; pueden ser en forma mecánica o unión macho-hembra. La profundidad de la ranura superior de esta junta, no debe ser inferior de un cuarto del espesor de la losa. La separación máxima entre juntas longitudinales es de 12.5 pies (3.81m) y es la que determina qué ancho tendrá el carril.

#### Juntas transversales

La función de éstas, es la de controlar las grietas causadas por la retracción del secado del concreto. Las juntas transversales deberán de tener una ranura que tenga, por lo menos, tener una profundidad de un cuarto del espesor de la losa. Se deberán de construir perpendicularmente al tráfico. Se pueden llamar también juntas de contracción, ya que controlarán el agrietamiento transversal que produce la contracción del concreto. Se deberán separar una distancia no mayor de 15 pies (4.57m).

## Juntas de expansión

Son necesarias únicamente cuando existan estructuras fijas, tales como: puentes, aceras, alcantarillas, etc. Se dejará una separación de dos centímetros, donde sea necesario. Su función es disminuir las tensiones, cuando el concreto se expande. Es obligatoria su colocación frente a estructuras existentes y en intersecciones irregulares. Cuando las juntas de contracción controlan adecuadamente el agrietamiento transversal, las juntas de expansión no son necesarias.

## Juntas de construcción

Son necesarias cuando hay una interrupción no mayor de treinta minutos en la colocación del concreto. Son de tipo trabado, debido a que llevan barras de acero o material adecuado que forman tabiques, y cara vertical con una traba apropiada.

### **2.1.7 Parámetros de diseño.**

- Velocidad de diseño: 30 kph
- Ancho: Constante de 5.00 metros
- Bombeo: 3.00 % mínimo
- Pavimento tendrá una resistencia a la compresión mínima 650 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 periodos de diseño sumen el período del primer dispositivo.

La Municipalidad de Siquinalá, Escuintla, adoptó para todos sus proyectos de infraestructura un período de diseño de **20 años**, por lo cual en el presente trabajo se utilizó este dato.

#### **2.1.9 Diseño de pavimento rígido (Método Simplificado PCA).**

Para el diseño se utilizó el método simplificado de la Portland Cement Association (PCA), en éste se utilizan tablas basadas en la distribución compuesta de tráfico clasificado en diferentes categorías de carreteras y tipos de calles (ver tabla X).

Tomando en cuenta el estudio de suelos y otros factores de orden económico, se selecciona el tipo de pavimento rígido, bordillo y sub-base a utilizar. El espesor del pavimento se determina por los siguientes factores de diseño:

- a. Resistencia a la flexión del concreto (módulo de ruptura MR).
- b. Resistencia de la subrasante, o combinación de subrasante y sub-base (K).
- c. Las cargas, frecuencia y tipo de carga por eje del vehículo que soportará el pavimento.
- d. Período de diseño, el cual usualmente es de 20 años.

## **Módulo de ruptura**

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.

La fuerza de flexión está determinada por el módulo de ruptura del concreto (MR), el cual está definido con el esfuerzo máximo de tensión en la fibra extrema de una viga de concreto. La resistencia a la tensión del concreto es relativamente baja. Una buena aproximación sería del 11 al 23% del esfuerzo de compresión. En concretos de 3000 a 4000 psi la relación es del orden del 15%.

Para determinar el MR se basa según la norma ASTM C-78, generalmente se utiliza el resultado de éste ensayo a los 28 días y se recomienda utilizar las porciones superiores de las tablas de diseño, con resistencias a la flexión en el rango de 600 y 650 psi.

## **Soporte de la sub-rasante (Módulo K).**

Este valor está definido por el módulo Westergard de reacción de la subrasante. Éste es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada entre la deflexión, en pulgadas, para dicha carga (psi-pulg). Dado que la prueba de

carga de plato es larga y costosa, éste valor, usualmente se calcula por correlación simple como la del CBR. Puesto que las variaciones de éste valor no afectan considerablemente el espesor del pavimento no es necesaria su determinación exacta.

La Portland Cement Association (en adelante 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 las cargas de eje que soportará el pavimento.
  
- b) Procedimiento simplificado de diseño: se utiliza cuando no se conoce realmente el tránsito que podría tener y la carga específica que tendrá que soportar por eje, se pueden utilizar las tablas basadas en la distribución compuesta del tránsito clasificado en diferentes categorías de carreteras y calles. Se eligió éste método por no contar con datos del tránsito de la carretera en estudio, y su conteo sería demasiado oneroso para la institución a servir.

La siguiente tabla muestra los valores aproximados de K en lb-pulg<sup>3</sup> para cuatro tipos de suelo:

**Tabla IX. Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de K**

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Soporte</b>	<b>Rango de valores K lb/pulg<sup>3</sup></b>
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 arcilla	Mediano	130 - 170
Arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos.	Alto	180 – 220
Sub-base tratada con cementos	Muy alto	250 - 400

Fuente: Salazar Rodríguez, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. Pág. 25

**Procedimiento para el diseño con el método simplificado:**

- a. Estimar el TPDC (tránsito promedio diario de camiones) en dos direcciones, excluyendo camiones de dos ejes y cuatro llantas.
- b. Seleccionar la categoría de carga – eje, según su tabla correspondiente.
- c. Encontrar el espesor de losa en la tabla apropiada.

Para estas calles de Siquinalá, se considera un TPC de 200 vehículos diarios, para un período de 20 años, de los cuales se tomó un porcentaje del

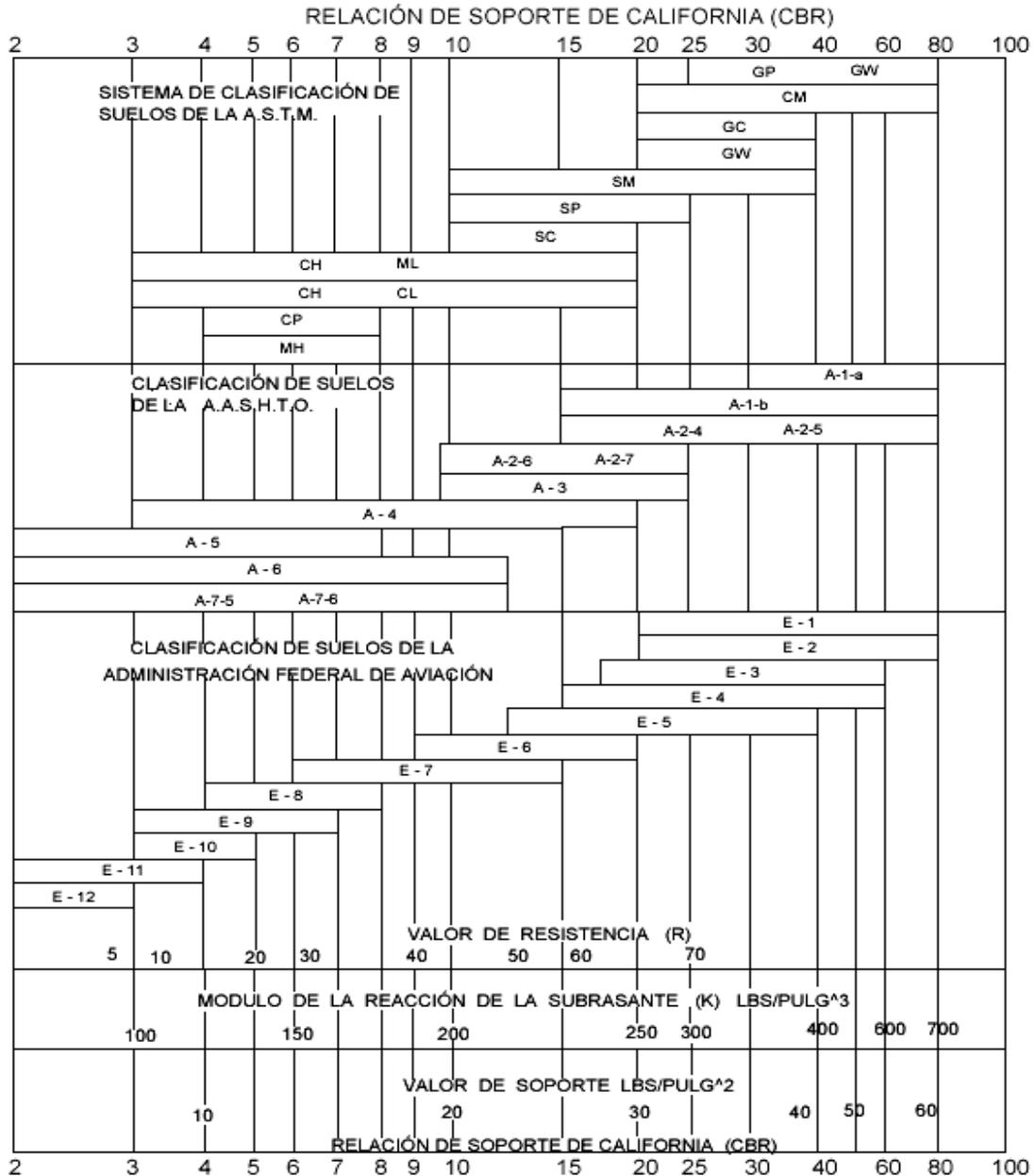
2% del TPDC en ambas direcciones, por lo tanto la siguiente tabla muestra que es de categoría 1.

**Tabla X. Categorías de tráfico por tipo de carga.**

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 (alta), carreteras primarias y calles arteriales (bajo).	700 a 5000	5 A 8	De 40 a 1000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio), supercarreteras o interestatales urbanas y rurales (bajo a medio).	300 a 1200 para 2 carriles, 3000 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).	3000 a 20000 para 2 carriles	8 A 30	De 1500 a 8000	34	60

Fuente: Westergaard H. N. Computación of streses in concrete roads. Pág. 59

**Figura 3. Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y los valores soporte.**



Fuente: Salazar Rodríguez, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. Pág. 5

Una vez conocida la categoría a la que pertenece, se encuentra el modulo de reacción K. Este valor se determina por medio del CBR del laboratorio que en este caso es del 26%. Según la figura 3 en la página anterior, a este CBR le corresponde el módulo de reacción K de 310 lb/pulg<sup>2</sup>; y en la tabla siguiente se establece que la sub-base será de 4 pulg (10 centímetros).

**Tabla XI. Valores de K para diseños sobre bases no tratadas**

SUBRASANTE VALORES DE K PSI	SUB – BASE VALORES DE K PSI			
	4 Plg	6 Plg	9 Plg	12 Plg
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: Westergaard H. N. Computación of streses in concrete roads. Pág. 14

Se calcula el módulo de ruptura del concreto (MR), tomando un porcentaje de la resistencia a compresión, tomaremos un 16 ó 17% del f'c; el f'c tiene un valor de 4000 psi y por lo tanto el MR es de **650 psi**.

Para poder encontrar el espesor se necesita definir el tipo de junta a utilizar: se utilizan juntas de trabe por agregados con bordillo integrado debido a las ventajas que ofrece para este caso; luego en la tabla XII de la siguiente página se halla el espesor.

**Tabla XII. TPDC permisible, carga por eje categoría 1 pavimentos con junta de trabe por agregados (no necesita dovela)**

SIN HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO				CON HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO			
ESPESOR DE LOSA PLG	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUB-BASE			ESPESOR DE LOSA PLG.	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUB-BASE		
	BAJO	MEDIO	ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO
<b>MR = 650 PSI</b>							
4.5			0.1	4 4.5	2	0.2 8	0.9 25
5 5.5	0.1 3	0.8 15	3 45	5 5.5	30 320	130	330
6 6.5	40 330	160	430				
<b>MR = 600 PSI</b>							
5 5.5	0.5	0.1 3	0.4 9	4 4.5	0.2	1	0.1 5
6 6.5	8 76	36 300	98 760	5 5.5	6 73	27 290	75 730
7 7.5	520			6	610		
<b>520 MR = 550 PSI</b>							
5.5	0.1	0.3	1	4.5		0.2	0.6
6 6.5	1 13	6 60	18 160	5 5.5	0.8 13	4 57	13 150
7 7.5	110 620	400		6	130	480	

Fuente: Westergaard H. N. Computación of streses in concrete roads. Pág. 51

Según la tabla anterior el espesor de losa se encuentra entre 5 y 5.5 pulgadas, se considera el mayor de los espesores que es de 5.5 pulgadas que equivale a 14 centímetros. Para facilitar la construcción se toma un espesor de 15 centímetros.

Las juntas transversales serán construidas a cada 3.00 metros y la junta longitudinal a 2.50 metros, la mitad del pavimento; la pendiente de bombeo será de 3% y el período de diseño será de 20 años, así como se indica en los planos.

## Memoria de cálculo para el diseño de mezcla

### Datos:

La resistencia del concreto será de  $f'c = 4000 \text{ PSI} = 281 \text{ kg/cm}^2$

Se usará un agregado grueso de  $\frac{3}{4}$ "

Peso unitario del concreto (PU) es de  $2400 \text{ kg/m}^3$

- Encontrar el asentamiento en la siguiente tabla

**Tabla XIII. Asentamientos según la estructura.**

<b>Tipo de estructura</b>	<b>Asentamiento (cm)</b>
Para cimientos, muros reforzados, vigas, paredes reforzadas y columnas.	10
Pavimentos y losas	8
Concreto masivo	5

Fuente: Manual de cuantificación de materiales, Gustavo Adolfo Estrada, 1990, página 63.

Para pavimentos el asentamiento es de 8 centímetros según la tabla anterior.

- Conociendo el asentamiento y el tamaño del agregado obtenemos en la siguiente tabla, la cantidad de agua requerida, que como vemos es de  $200 \text{ lt/m}^3$

**Tabla XIV. Cantidad de agua según asentamiento y tamaño de agregado.**

Asentamiento (cm)	Cantidad de agua en lt/m <sup>3</sup>				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
3 a 5	205	200	185	180	175
8 a 10	225	215	<b>200</b>	195	180
15 a 8	240	230	210	205	200

Fuente: Manual de cuantificación de materiales, Gustavo Adolfo Estrada, 1990, página 65.

Como, 1 Lt de agua=1 Kg de agua, podemos decir que necesitamos 200 kg/m<sup>3</sup> de agua.

- Como sabemos la resistencia requerida, que es de  $f'c=281 \text{ kg/cm}^2$ , buscamos en la tabla XIII la relación agua/cemento, que como vemos es de 0.48.

**Tabla XV. Relación A/C según la resistencia.**

Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	Relación A/C
<b>281</b>	<b>0.48</b>
210	0.50
176	0.54

Fuente: Manual de cuantificación de materiales, Gustavo Adolfo Estrada, 1990, página 66.

- Para determinar la cantidad de cemento a usar, relacionamos:

$$\frac{A}{C} = 0.48 \quad \frac{200 \text{ kg/m}^3}{\text{Cantidad.de.cemento}} = 0.48 \quad C = \frac{200}{0.48} = 416.67 \text{ kg/m}^3$$

- El peso de los agregados lo encontramos por medio de la siguiente fórmula:

Peso agregados = Peso total – (Peso agua + Peso cemento)

Peso agregados = 2400 – (200+416.67)

Peso agregados = 1783.33 kg/m<sup>3</sup>.

- Conociendo el tamaño de agregado grueso (3/4”), obtenemos en la tabla XIV el porcentaje de arena sobre el agregado grueso, que es del 44%.

**Tabla XVI. Porcentaje de arena sobre el agregado**

Tamaño de agregado grueso	Porcentaje de arena sobre el total de agregado
3/8”	48
1/2”	46
3/4”	<b>44</b>
1”	42
1 1/2”	40

Fuente: Manual de cuantificación de materiales, Gustavo Adolfo Estrada, 1990, página 67.

Agregado total: 1783.33 kg/m<sup>3</sup>

Arena (0.44 \* 1783.33) = 784.66 kg/m<sup>3</sup>

Piedrín (0.56 \* 1783.33) = 998.66 kg/m<sup>3</sup>

Resumen:

Agua	200	kg/m <sup>3</sup>
Cemento	416.67	kg/m <sup>3</sup>
Arena	784.66	kg/m <sup>3</sup>
Piedrín	998.66	kg/m <sup>3</sup>

Proporciones:

$$\frac{C}{C} : \frac{Ar}{C} : \frac{P}{C} : \frac{A}{C}$$

$$\frac{416.67}{416.67} : \frac{784.66}{416.67} : \frac{998.66}{416.67} : \frac{200}{416.67}$$

Cemento : Arena : Piedrín : Agua

**1 : 1.8 : 2.4 : 0.48**

- Calculamos el volumen total tomando en cuenta un **10%** de desperdicio. El volumen de pavimento se determinó que es de 1645.473 según los planos adjuntos.

$$\text{Volumen total} = 1645.473 + 0.1(1645.473) = 1810.02 \text{ m}^3$$

- Calculamos la cantidad de material a emplear, dividiendo,

**Peso Unitario del concreto o peso total (PU)**

---

**Sumatoria de la proporción**

$$\frac{2400 \text{ kg}}{1 + 1.8 + 2.4 \text{ m}^3} = 461.54 \text{ kg}$$

**Luego multiplicar cada material relación en peso \* cantidad de material \* volumen total de pavimento**

Cemento = 1 \* 461.54 kg \* 1810.02 m<sup>3</sup> = 835,396.63 kg  
 Arena = 1.8 \* 461.54 kg \* 1810.02 m<sup>3</sup> = 1,503,713.93 kg  
 Piedrín = 2.4 \* 461.54 kg \* 1810.02 m<sup>3</sup> = 2,004,951.91 kg  
 Agua = 0.48\*461.54 kg \* 1810.02 m<sup>3</sup> = 400,990.38 kg

- Podemos determinar las cantidades que debemos comprar, operando los resultados anteriores por las siguientes relaciones:

**Tabla XVII. Conversiones de materiales a medidas comerciales**

1 saco de cemento	42.5 kg
1 m <sup>3</sup> arena	1400 kg
1 m <sup>3</sup> piedrín	1600 kg
1 lt de agua	1 kg

Fuente: Manual de cuantificación de materiales, Gustavo Adolfo Estrada, 1990, página 67.

De la tabla anterior deducimos que:

835,396.63 / 42.5 = 19656.39 = 19657 sacos de cemento  
 1,503,713.93 / 1400 = 1074.08 = 1075 m<sup>3</sup> de arena

$$\begin{array}{ll} 2,004,951.91 / 1600 = 1253.09 & = 1254 \text{ m}^3 \text{ de pedrín} \\ 400,990.38 / 1 & = 400,990.38 \text{ lt de agua} \end{array}$$

### **2.1.10 Planos y detalles**

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

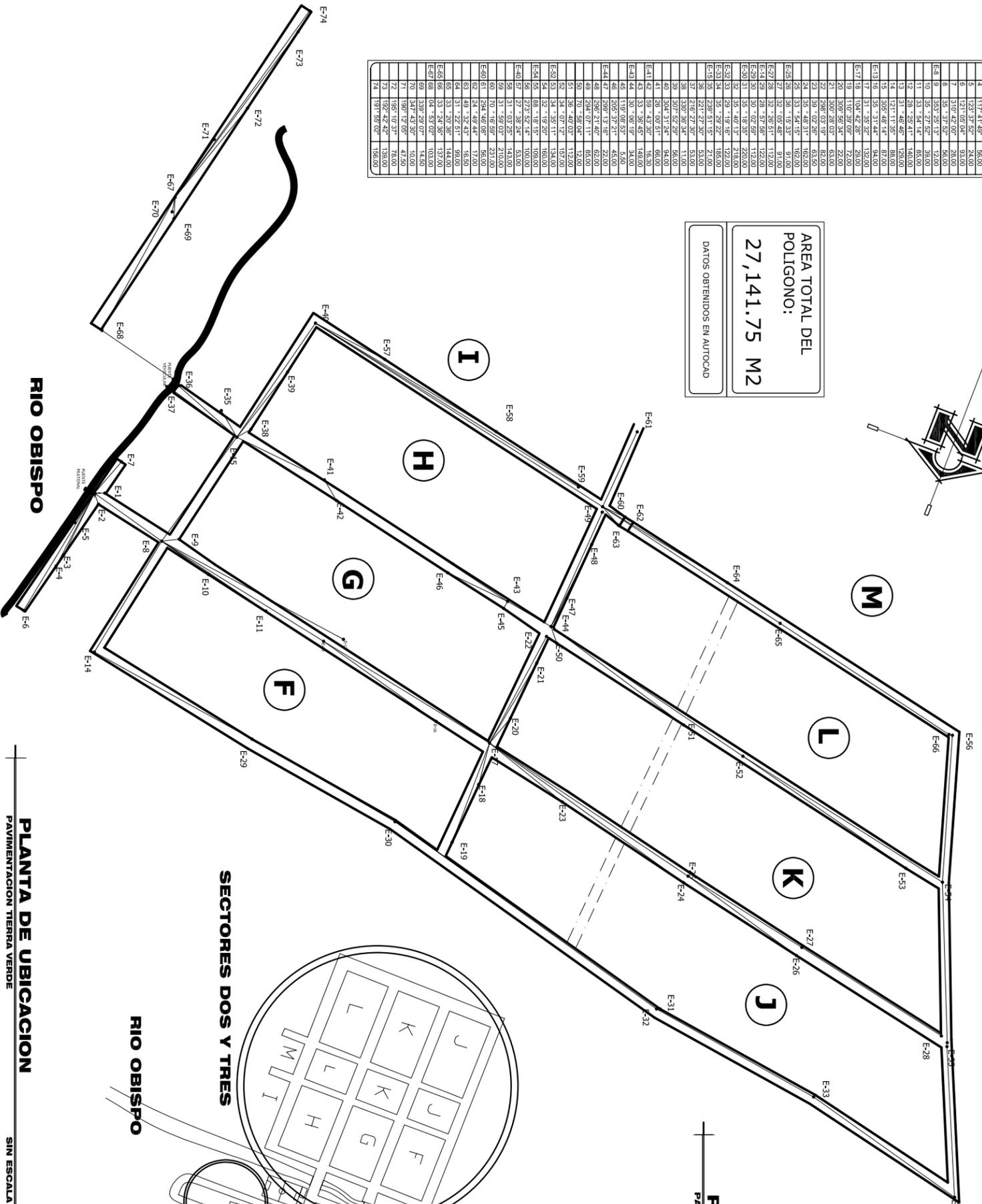
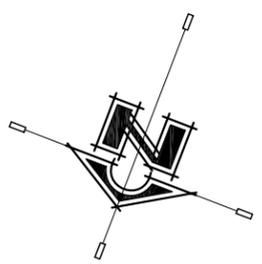
### **2.1.11 Presupuesto.**

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.

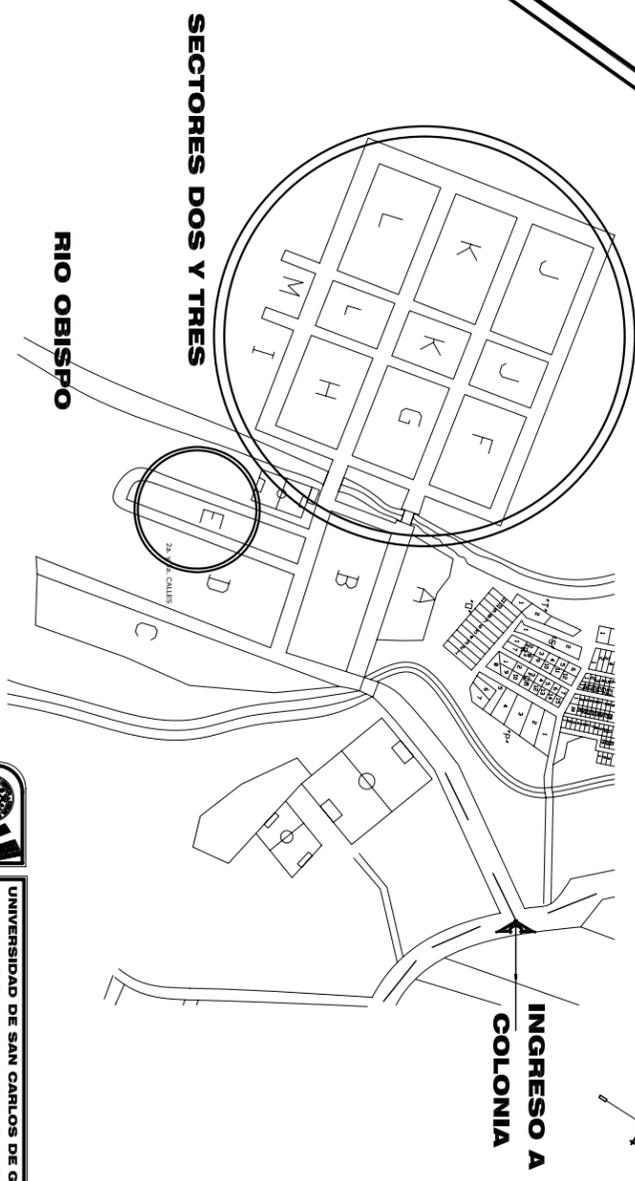
EST. P.O.	ALMUT	DIST. HZ
E-0	1	00' - 00'00"
E-1	2	70' - 18'59"
E-2	3	119' - 28'26"
E-3	4	123' - 37'52"
E-4	5	121' - 05'04"
E-5	6	310' - 42'00"
E-6	7	35' - 37'52"
E-7	8	35' - 37'52"
E-8	9	35' - 37'52"
E-9	10	35' - 37'52"
E-10	11	35' - 37'52"
E-11	12	28' - 25'41"
E-12	13	31' - 48'46"
E-13	14	30' - 48'46"
E-14	15	30' - 48'46"
E-15	16	35' - 31'44"
E-16	17	31' - 35'32"
E-17	18	104' - 42'28"
E-18	19	107' - 39'09"
E-19	20	107' - 39'09"
E-20	21	300' - 28'02"
E-21	22	298' - 03'19"
E-22	23	39' - 02'26"
E-23	24	35' - 48'31"
E-24	25	38' - 15'33"
E-25	26	38' - 15'33"
E-26	27	32' - 05'48"
E-27	28	32' - 05'48"
E-28	29	28' - 57'58"
E-29	30	42' - 02'59"
E-30	31	35' - 40'13"
E-31	32	35' - 40'13"
E-32	33	29' - 19'16"
E-33	34	35' - 28'22"
E-34	35	28' - 51'15"
E-35	36	28' - 51'15"
E-36	37	216' - 27'30"
E-37	38	330' - 36'34"
E-38	39	307' - 52'29"
E-39	40	304' - 31'24"
E-40	41	60' - 48'30"
E-41	42	60' - 48'30"
E-42	43	33' - 36'45"
E-43	44	30' - 00'19"
E-44	45	119' - 08'53"
E-45	46	205' - 37'21"
E-46	47	205' - 37'21"
E-47	48	206' - 21'40"
E-48	49	294' - 07'11"
E-49	50	70' - 58'04"
E-50	51	38' - 40'03"
E-51	52	34' - 39'11"
E-52	53	34' - 39'11"
E-53	54	32' - 19'20"
E-54	55	88' - 18'15"
E-55	56	273' - 52'14"
E-56	57	27' - 38'24"
E-57	58	27' - 38'24"
E-58	59	31' - 59'03"
E-59	60	70' - 16'59"
E-60	61	294' - 46'08"
E-61	62	24' - 44'44"
E-62	63	24' - 44'44"
E-63	64	31' - 22'51"
E-64	65	33' - 20'36"
E-65	66	33' - 20'36"
E-66	67	04' - 53'02"
E-67	68	339' - 29'07"
E-68	69	339' - 29'07"
E-69	70	180' - 12'88"
E-70	71	180' - 12'88"
E-71	72	192' - 42'42"
E-72	73	192' - 42'42"
E-73	74	191' - 55'02"
E-74		156' - 00'00"

AREA TOTAL DEL POLIGONO:  
**27,141.75 M2**

DATOS OBTENIDOS EN AUTOCAD



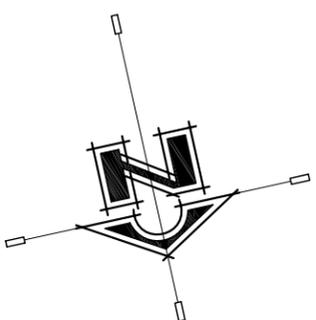
**POLIGONO GENERAL**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE  
ESCALA: 1:1500



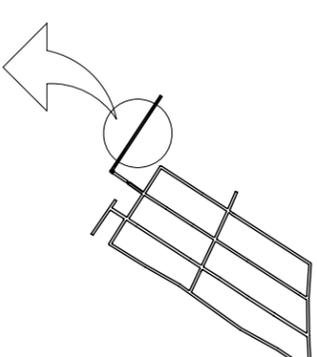
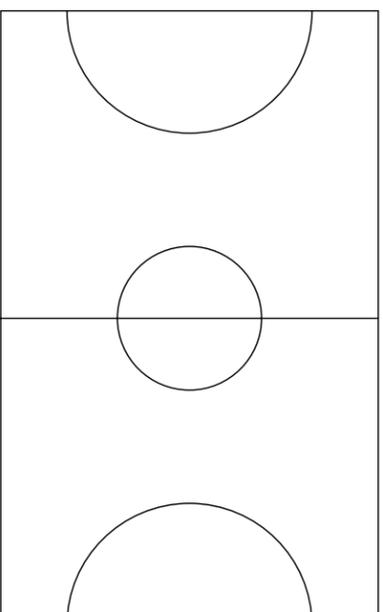
**PLANTA DE UBICACION**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE  
SIN ESCALA

		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> EPS FEBRERO - JULIO 2007	
MUNICIPIO: <b>SIQUINALA, ESCUINTLA</b> MUNICIPALIDAD:		TITULO: _____ AUTOR: _____ FECHA: _____	
PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE DISEÑO: _____ DIBUJO: _____ CONTRIBUCION: _____ POLIGONO LIBRETA PLANTA		DISEÑO: _____ DIBUJO: _____ ESCALA: _____ INDICADA: _____	
D1: _____ D2: _____ D3: _____		HOJA N°: _____ DE: _____ TOTAL: _____	



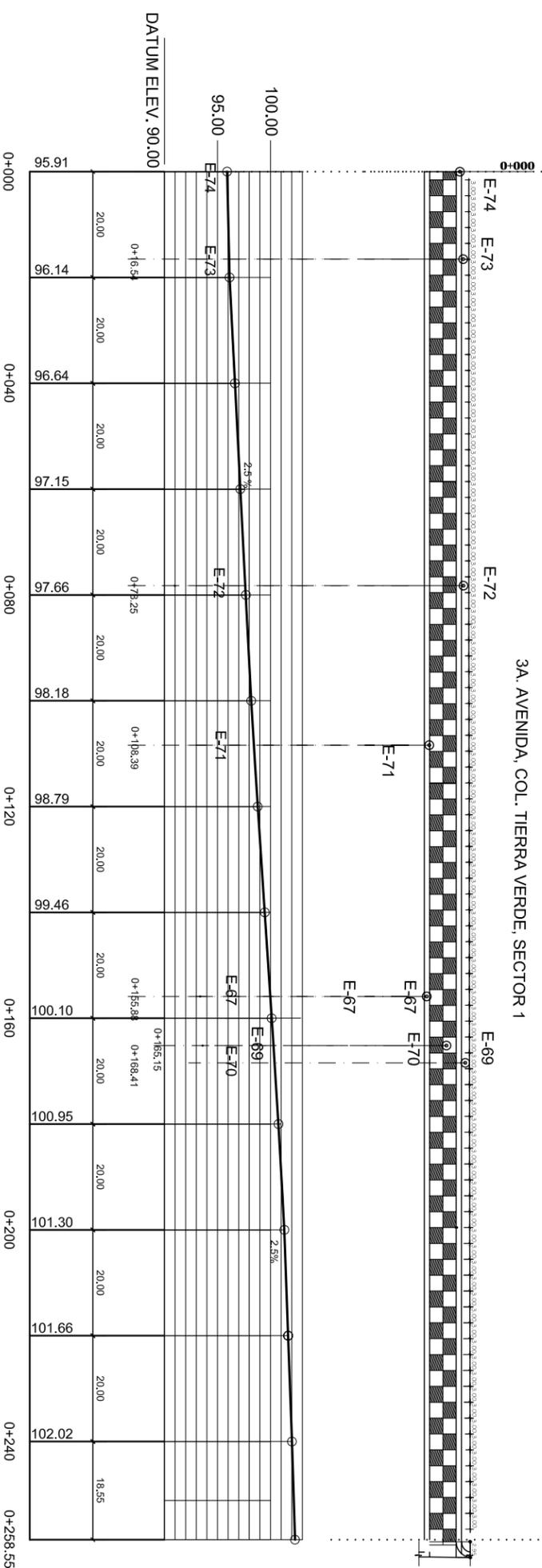


3A. AVENIDA, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 1



259,61

3A. AVENIDA, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 1



# PLANTA GRAL. DEL AREA A PAVIMENTAR

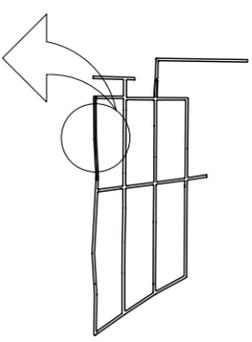
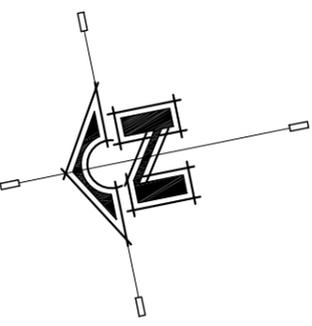
PAVIMENTACION TIERRA VERDE

ESCALA H: 1/500  
ESCALA V: 1/250

3A. AVENIDA, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 1

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <small>EPS FEBRERO - JULIO 2007</small>	
MUNICIPIO <b>SIQUINALA, ESCUINTLA</b> MUNICIPALIDAD	TITULO DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION
PROYECTO PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE DIRECCION SR. AVENIDA, COLONIA TIERRA VERDE, SECTOR 1 CONTRATO DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION	DISEÑO INGENIERO JOSE MANUEL DISEÑO INGENIERO JOSE MANUEL ESCALA INDICADA

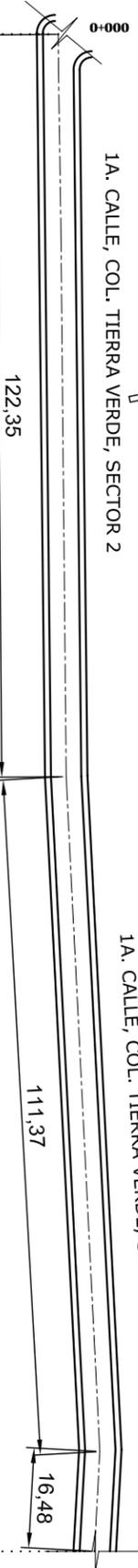
FECHA 03/12/07	HOJA No. 03
-------------------	----------------



**MACROLOCALIZACIÓN**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA

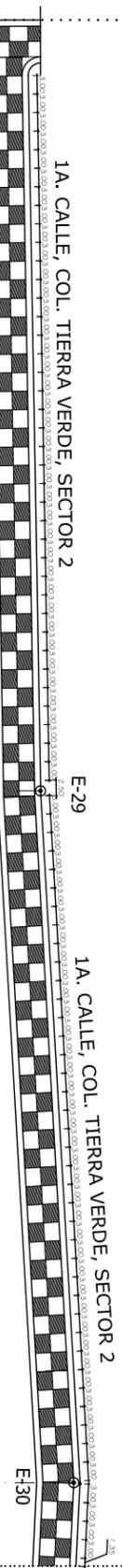
1A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2

1A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2

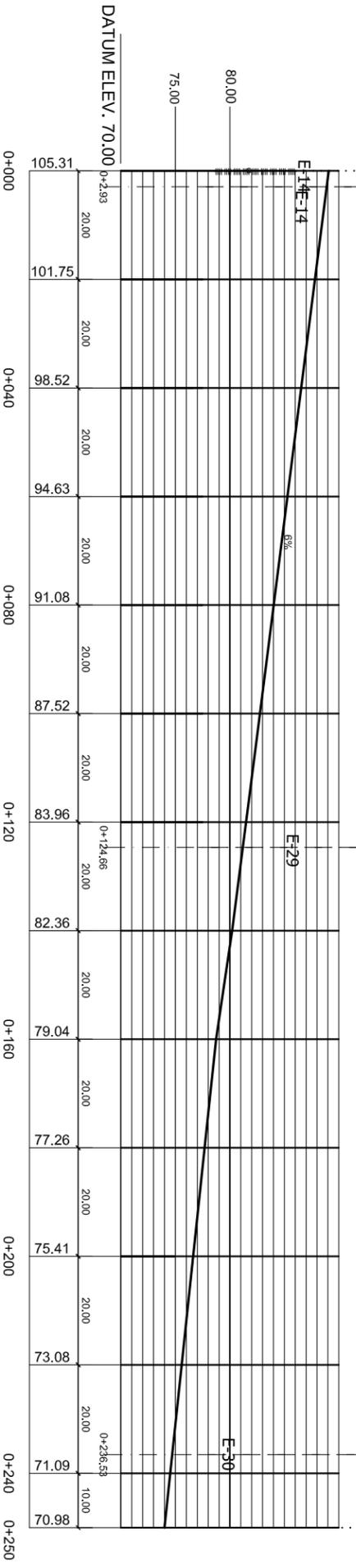


1A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2

1A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2



**DISEÑO PAVIMENTACIÓN**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA 1/500

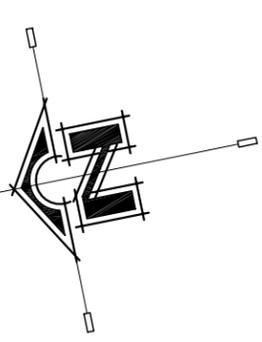


**PERFIL TRAMO**

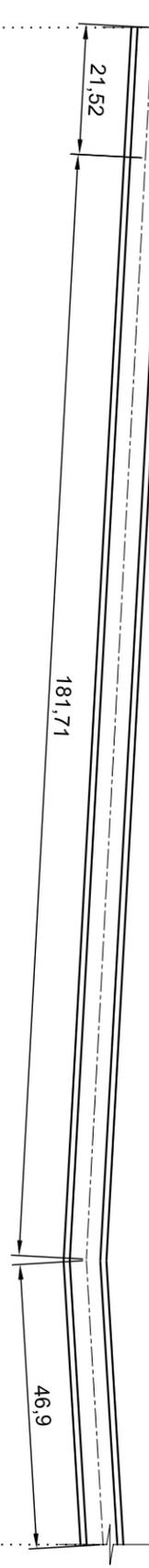
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA VI: 1/250  
ESCALA HOR. 1/500  
ESCALA VER. 1/250

1A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2

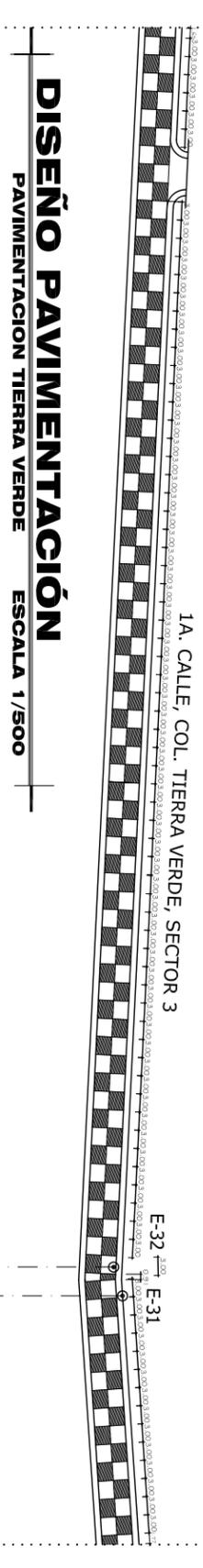
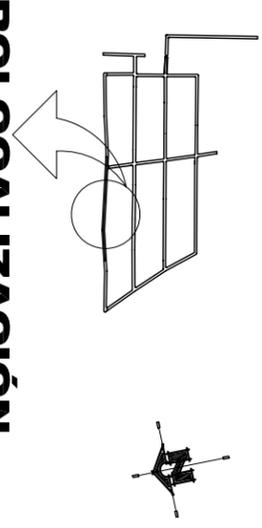
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> EPS FEBRERO - JULIO 2007	
INSTITUCION <b>SIGUINALA, ESCUINTLA</b> MUNICIPALIDAD	TITULO DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION
PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE DISEÑO DE LA CALLE COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 2 CONTENIDO: DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION	FECHA: 04/13



0+000  
1A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3



**MACROLOCALIZACIÓN**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA  
1A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3



DATUM ELEV. 60,00

0+000	70.98	20,00	70.67	20,00	70.36	20,00	70.05	20,00	69.74	20,00	69.43	20,00	69.12	20,00	68.81	20,00	68.50	20,00	68.20	20,00	67.89	20,00	69.08	20,00	68.38	10,00	67.97
									1.4 %												0+204,26	0+209,00					

**PERFIL TRAMO**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE  
ESCALA HOR. 1/500  
ESCALA VER. 1/250

1A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3

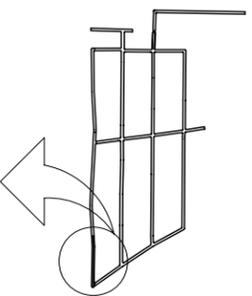
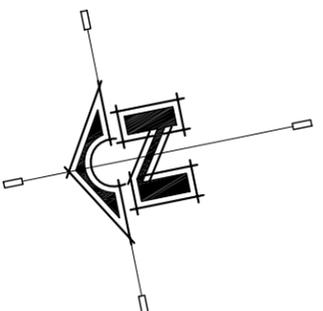
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
EPS FEBRERO - JULIO 2007

**MUNICIPALIDAD**  
**SIQUINALA, ESCUINTLA**

PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE  
DIRECCION: 1A. CALLE, COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 3  
CONTRATO: DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION

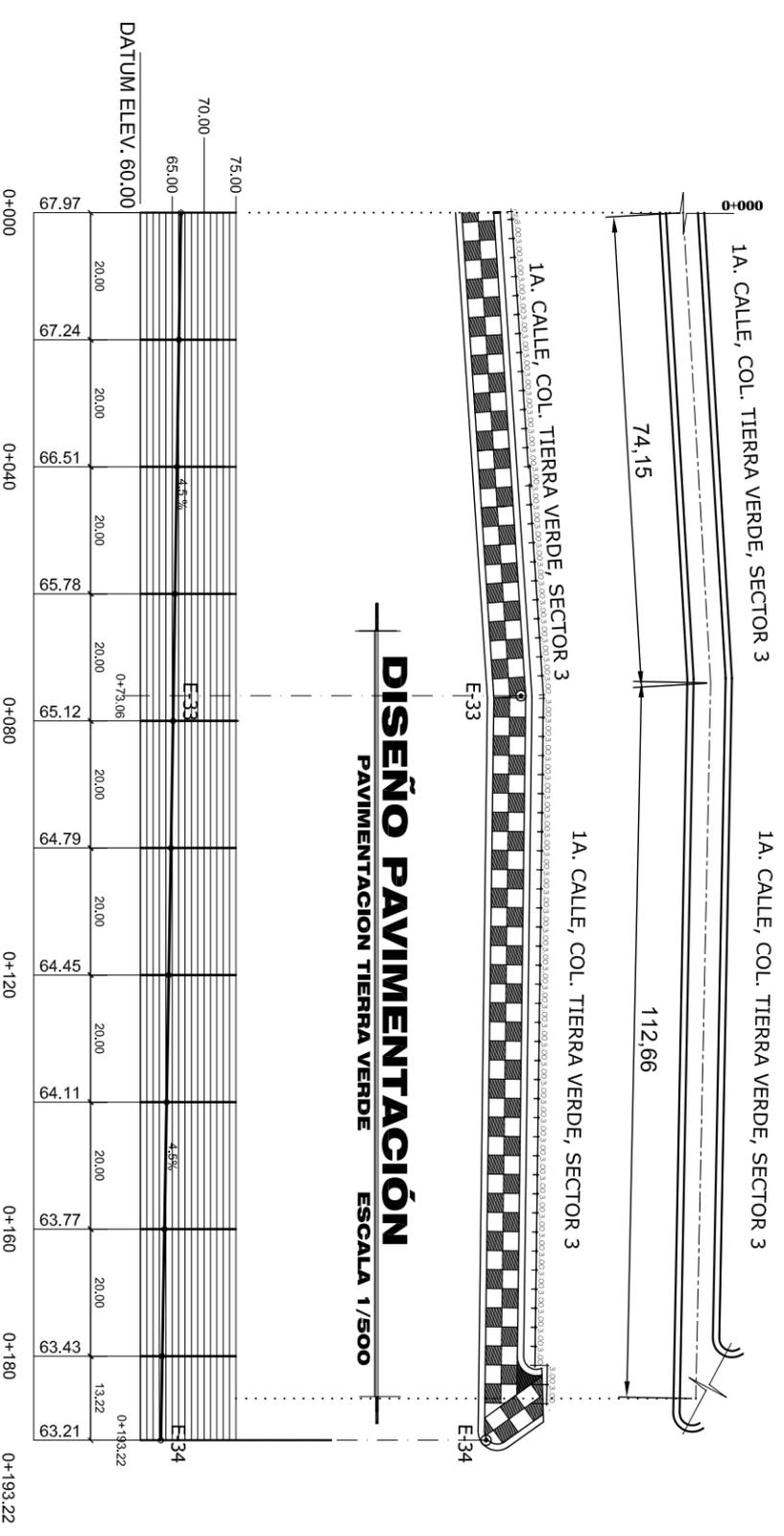
DOCTOR: VICTOR JOSE RAMON  
INGENIERO: VICTOR JOSE RAMON  
ESCALA: INDICADA

FECHA: 05/12/07



## MACROLOCALIZACIÓN

PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA



## PERFIL TRAMO

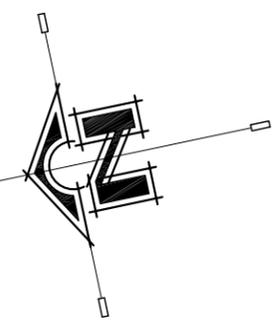
PAVIMENTACION TIERRA VERDE

ESCALA H: 1/500  
ESCALA V: 1/250

1A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> EPS FEBRERO - JULIO 2007	
MUNICIPIO: <b>SIQUINALA, ESCUINTLA</b> MUNICIPALIDAD	DISEÑO: INGENIERO <b>JOSE MANUEL</b>
PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE DIRECCION: 1A. CALLE, COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 3 CONTRATO: DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION	DISEÑO: INGENIERO <b>JOSE MANUEL</b> DISEÑO: INGENIERO <b>JOSE MANUEL</b> ESCALA: INDICADA

FECHA: 05/12/07	HOJA: 05/12
--------------------	----------------



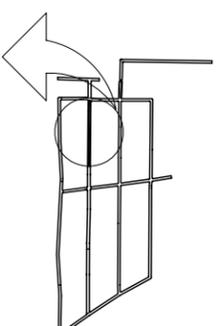
2A. CALLE COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2

54,89

2A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2

191,43

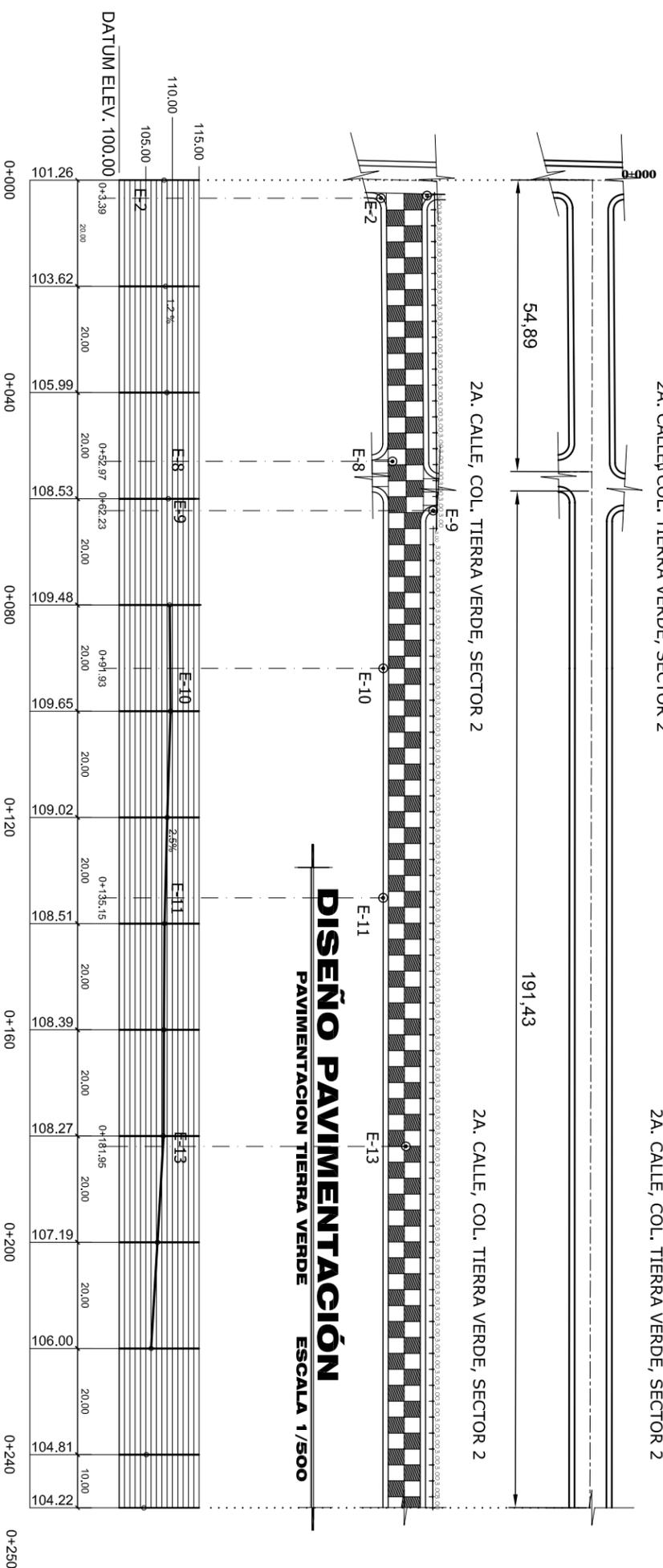
2A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2



### MACROLOCALIZACIÓN

PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA

2A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2



### PERFIL TRAMO

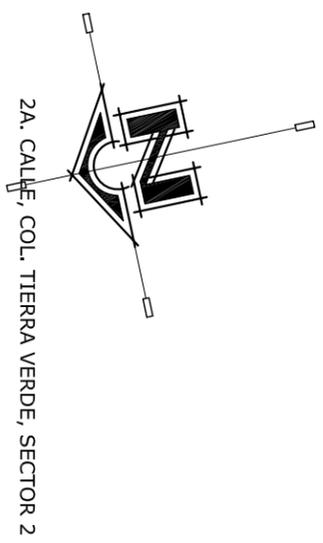
PAVIMENTACION TIERRA VERDE

ESCALA H: 1/500  
ESCALA V: 1/250

2A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2

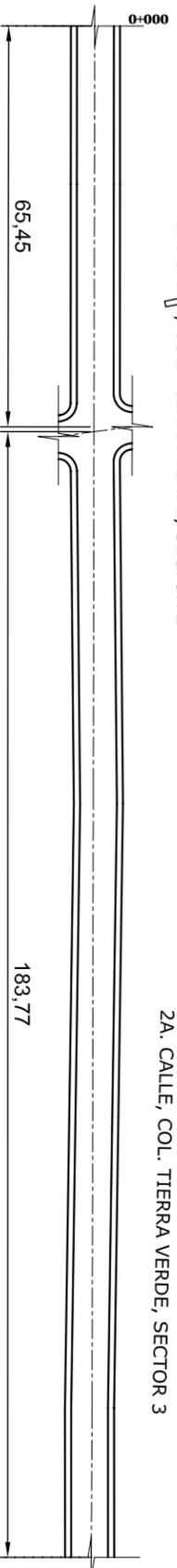
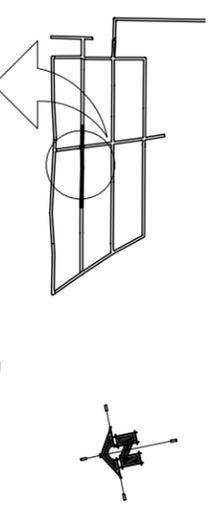
<p><b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> EPS FEBRERO - JULIO 2007</p>		<p>PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE</p>	
<p>INSTITUCION: <b>MUNICIPALIDAD SIQUINALA, ESCUINTLA</b></p>		<p>DISEÑO: JOSE MANUEL</p>	
<p>PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE</p>		<p>REVISOR: JOSE MANUEL</p>	
<p>DIRECCION: ZONA, CALLE, COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 2</p>		<p>INDICACION: ESCALA</p>	
<p>CONTRATO: DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION</p>		<p>INDICACION: INDICADA</p>	

<p>FECHA: 7/12</p>	<p>NO. DE PLAN: 7</p>
--------------------	-----------------------

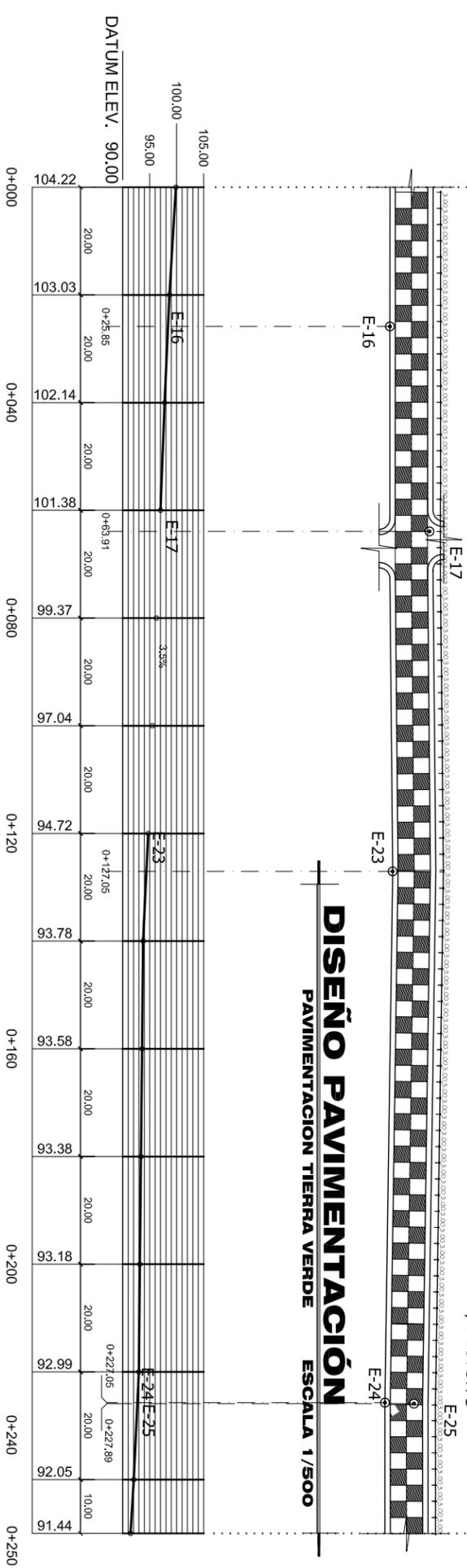


**MACROLOCALIZACIÓN**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA

2A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3



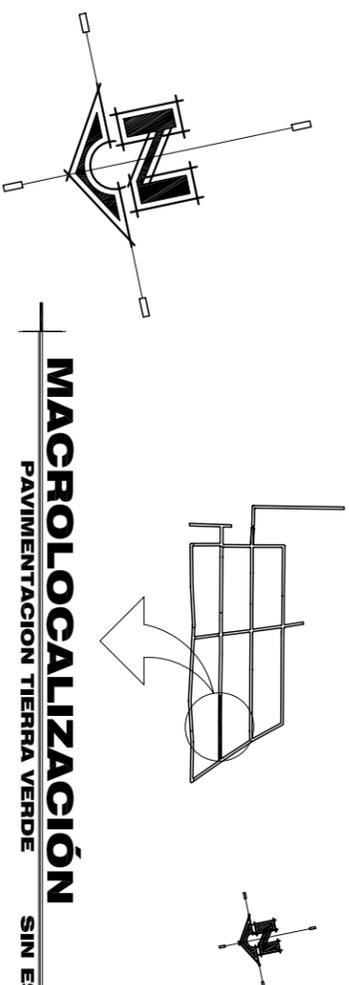
**DISEÑO PAVIMENTACIÓN**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA 1/500



**PERFIL TRAMO**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA H: 1/500  
ESCALA V: 1/250

2A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2 Y 3

<p><b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> EPS FEBRERO - JULIO 2007</p>		<p>PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE</p>	
<p>INSTITUCION: MUNICIPALIDAD SIQUINALA-ESCUINTLA</p>		<p>DIRECCION: 20A. CALLE, COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 2 Y 3</p>	
<p>CONTRATO: DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION</p>		<p>COORDINADOR: INGENIERO JOSE MANUEL VILLAR</p>	
<p>FECHA: 08/12/07</p>		<p>INDICADA: ESCALA</p>	

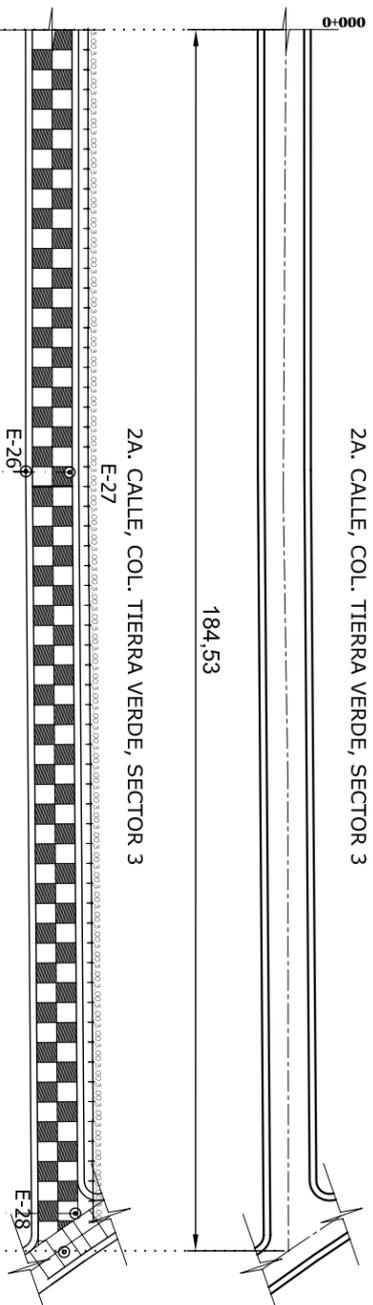


**MACROLOCALIZACIÓN**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA

2A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3

184,53

2A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3



**DISEÑO PAVIMENTACIÓN**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA 1/500

ESTACION	ELEVACION	ANCHO	TIPO DE PAVIMENTO
0+000	91.44	20,00	TIERRA VERDE
0+040	89.00	20,00	TIERRA VERDE
0+080	87.77	20,00	TIERRA VERDE
0+120	86.55	20,00	TIERRA VERDE
0+160	85.58	20,00	TIERRA VERDE
0+184.53	84.49	20,00	TIERRA VERDE

**PERFIL TRAMO**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE

ESCALA H: 1/500  
ESCALA V: 1/250

2A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
EPS FEBRERO - JULIO 2007

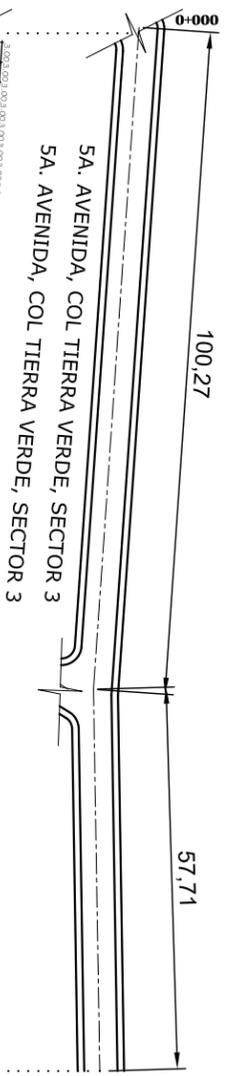
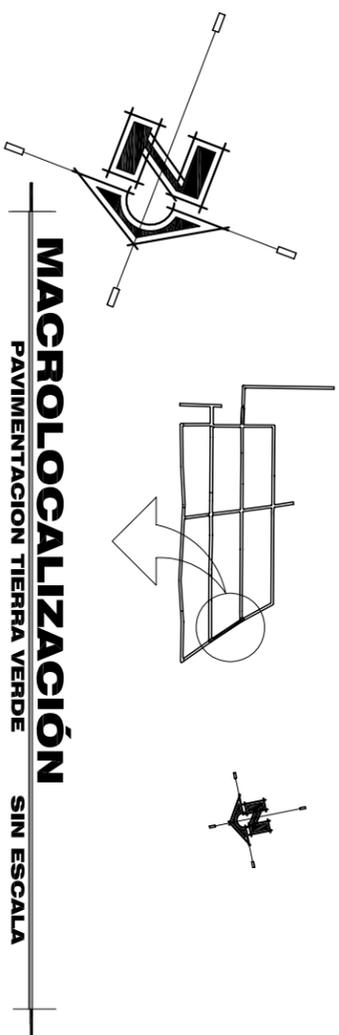
**MUNICIPIO: SIQUINALA, ESCUINTLA**

**MUNICIPALIDAD:**

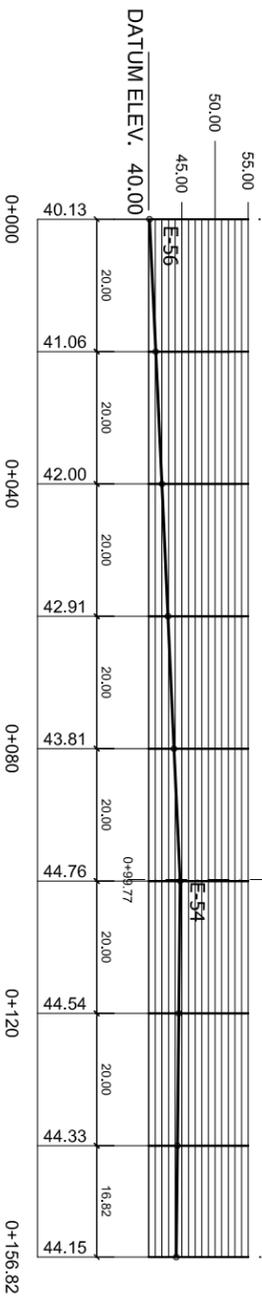
**PROYECTO:** PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE  
**DIRECCION:** ZONA, CALLE, COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 3  
**CONTRATO:** DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION

**COORDINADOR:** VICENTE JOSE RAMON  
**PROYECTISTA:** VICENTE JOSE RAMON  
**REVISOR:** VICENTE JOSE RAMON  
**INDICADA:** ESCALA

FECHA: 09/12/07



**DISEÑO PAVIMENTACIÓN**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA 1/500



**PERFIL TRAMO**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA H: 1/500  
ESCALA V: 1/250

5A. AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 3

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
EPS FEBRERO - JULIO 2007

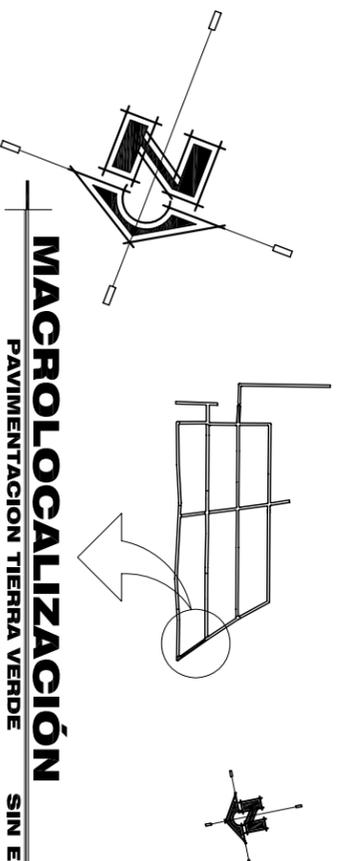
INSTITUCION: **MUNICIPALIDAD**

PROYECTO: PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE  
DIRECCION: 5TA. AVENIDA, COLONIA TIERRA VERDE, SECTOR 3  
CONTRIBUCION: DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION

COORDINADOR: JOSÉ MANUEL  
DISEÑADOR: JOSÉ MANUEL  
ESCALA: INDICADA

FECHA: 10/12/07

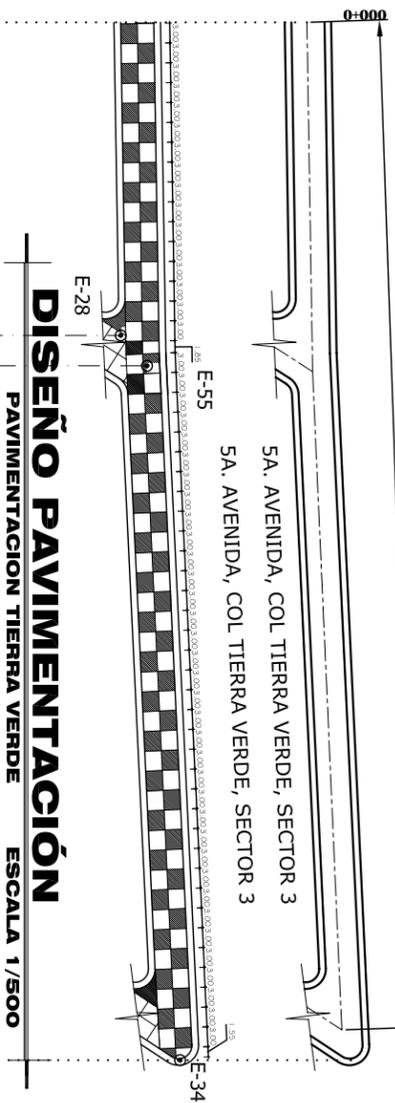
HOJA: 10/12



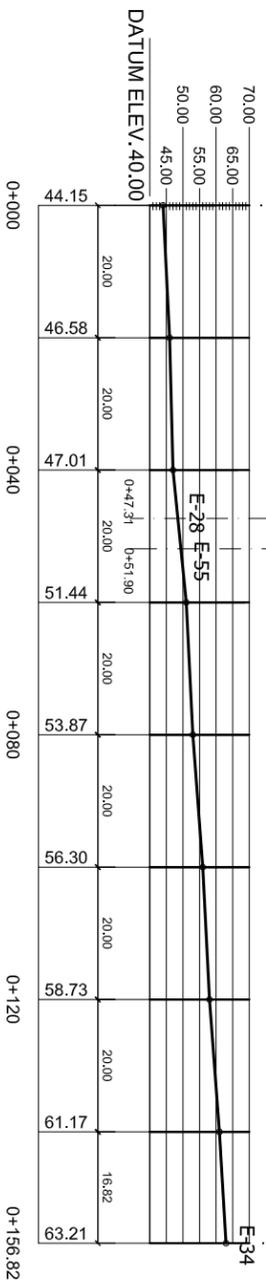
**MACROLOCALIZACIÓN**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA

152,34

5A. AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 3  
5A. AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 3

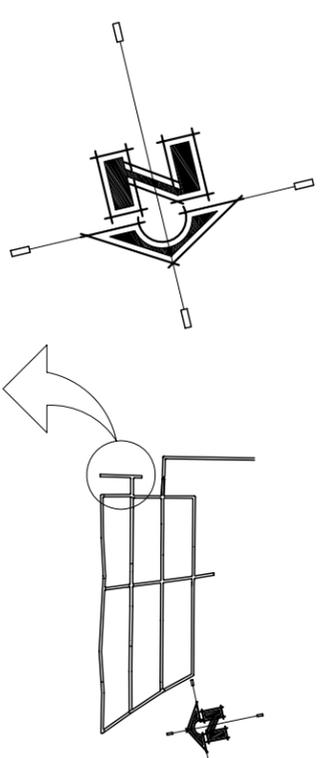


**DISEÑO PAVIMENTACIÓN**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA 1/500



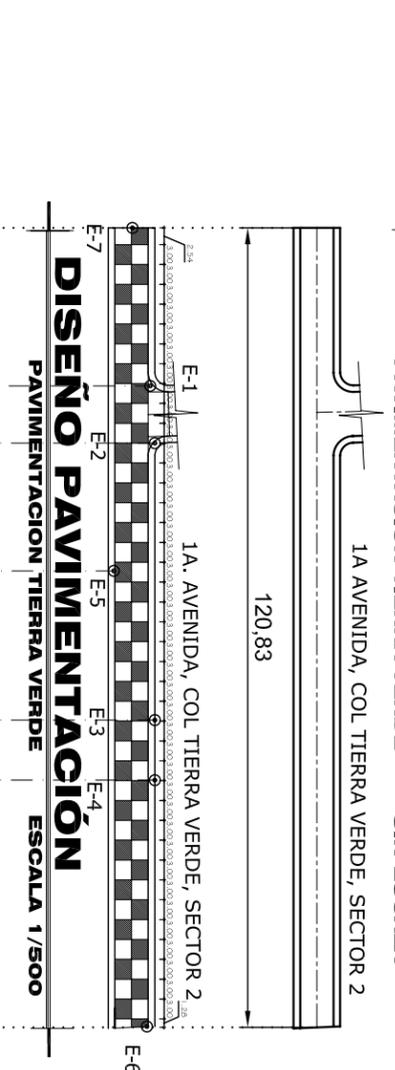
**PERFIL TRAMO**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA HOR. 1/500  
ESCALA VER. 1/250

5A. AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 3

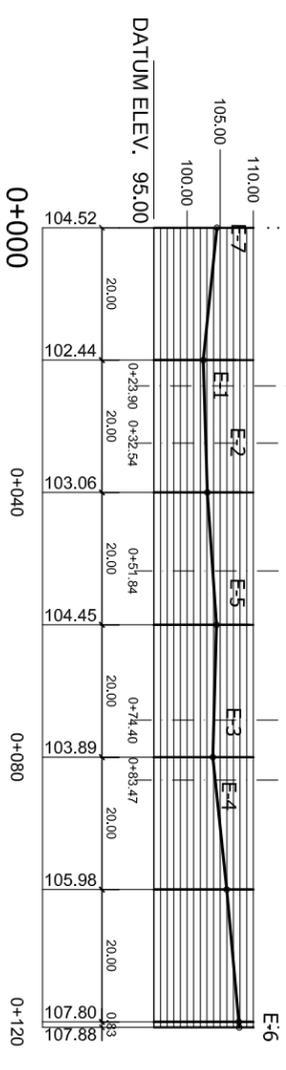


**MACROLOCALIZACIÓN**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA

1A AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 2  
120,83



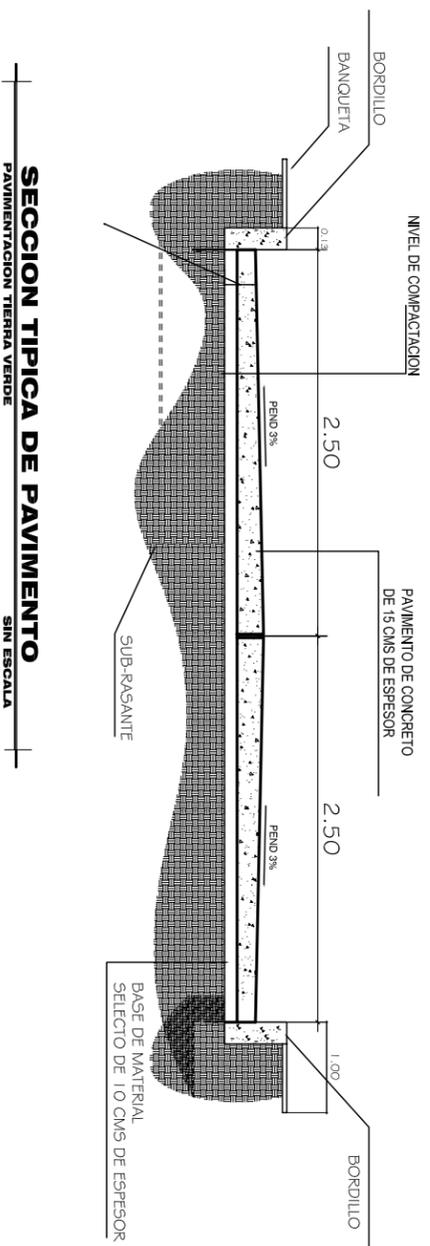
**DISEÑO PAVIMENTACIÓN**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA 1/500



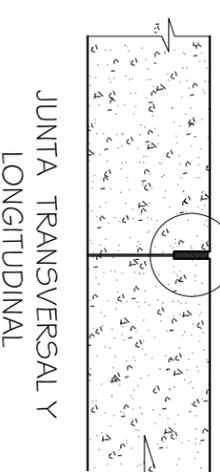
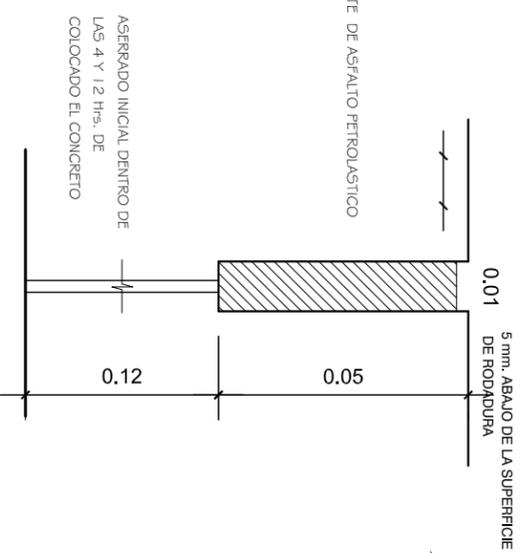
**PERFIL TRAMO**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA HOR. 1/500  
ESCALA VER. 1/250

1A. AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 2

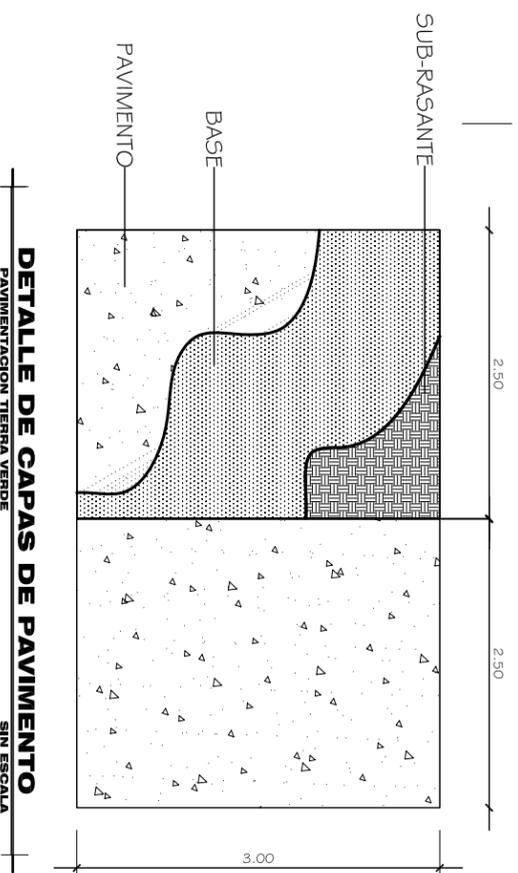
		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> EPS FEBRERO - JULIO 2007	
<b>MUNICIPALIDAD</b> <b>SIQUINALA, ESCUINTLA</b>		<b>PROYECTO:</b> PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE <b>OPERA:</b> 5TA. AVENIDA, COLONIA TIERRA VERDE, SECTOR 3 <b>CONTRATO:</b> DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION	
<b>PROYECTO:</b> PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE <b>OPERA:</b> 5TA. AVENIDA, COLONIA TIERRA VERDE, SECTOR 3 <b>CONTRATO:</b> DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION	<b>CLIENTE:</b> MUNICIPALIDAD SIQUINALA, ESCUINTLA	<b>PROFESOR:</b> JOSE MANUEL VILLAR	<b>ESCALA:</b> INDICADA
FECHA: 11/12/07		HOJA: 11/12	



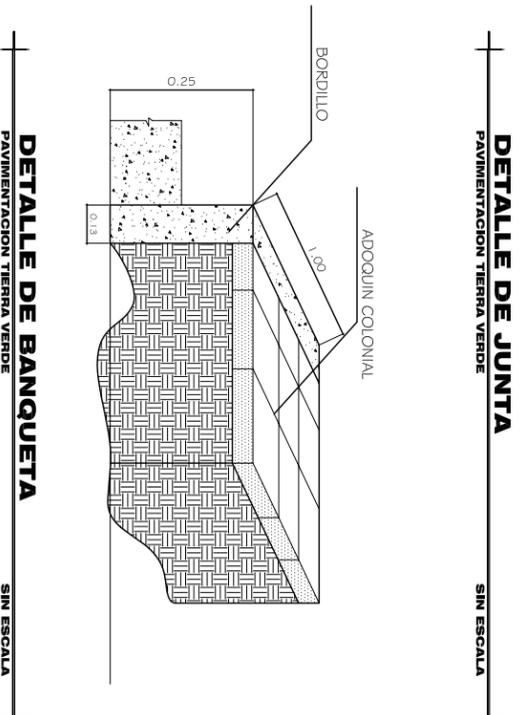
**SECCION TÍPICA DE PAVIMENTO**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA



JUNTA TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL



**DETALLE DE CAPAS DE PAVIMENTO**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA



**DETALLE DE BANQUETA**  
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA

**NOTA IMPORTANTE:**

PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO SE TOMÓ QUE TENDRÁ UN TRANSITO PROMEDIO DIARIO DE 200 A 800 VEHICULOS Y UN TRANSITO MAYOR DE 25 CAMIONES DIARIOS.

EL PAVIMENTO TENDRÁ UN ESPESOR DE 15 CMS. Y SE COLOCA SOBRE UNA BASE DE MATERIAL SELECTO GRANULAR DE 10 CMS.

SE COLOCARAN BORDILLOS PARA DIVIDIR EL PASO PEATONAL EL CUAL TENDRÁ UNA ALTURA DE 25 CMS, 13 CMS DE ANCHO Y 1.00 METRO DE LARGO.

ESPECIFICACIONES DE PAVIMENTO RÍGIDO Y MATERIAL SELECTO GRANULAR PARA BASE  
CAPA DE RODADURA:  
EN EL CONCRETO SE VA A UTILIZAR UN CEMENTO DE RESISTENCIA 4000 PSI O MÁS, UTILIZANDO LA RELACION DE MEZCLA 1 : 1.8 : 2.4 Y DEBE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS 531.4 (A) DE FORMALITADO QUE SE ESPECIFICA EN EL LIBRO AZUL DE CAMINOS.

AGREGADO FINO:  
EL CONCRETO SE VA A REALIZAR EN SU ARMA NATURAL O MANUFACTURADA COMPLETAMENTE CON PARTÍCULAS PURAS Y UNIFORMES, DEBE ESTAR LIMPIO, SANO, ADECUADO PARA EL TRABAJO Y LIBRE DE MATERIA ORGANICA, QUE PUEDA REDUCIR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO. SE EMPLEARÁ ARENA NATURAL QUE CONTINGA DE 12 A 15% DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA No. 5, SON REFERIBLES PORQUE PRODUCEN CONCRETOS MÁS TRABAJABLES Y QUE CUMPLAN CON LOS REQUISITOS 553.1 (B) DEL LIBRO AZUL.

AGREGADO GRUESO:  
DEBE SER GRAVA QUE CUMPLA CON LOS REQUISITOS DE DESGASTE O ABRASION Y A LA LIMITACION DE PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS, RESISTENTES AL DESGASTE PARA LOS CONCRETOS UTILIZADOS EN PAVIMENTOS. SE PUEDE UTILIZAR UN AGREGADO CON LA GRANULOMETRIA DE 4+ DANDO RESULTADOS SANEACIONES Y DEBE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS 551.4 (C) DEL LIBRO AZUL.

MATERIAL SELECTO GRANULAR:  
LA MÁXIMA DIMENSION DE CUALQUIER PARTÍCULA CONTENIDA EN EL MATERIAL, Y QUE NO SEA POSIBLE DESINTEGRAR CON EL EQUIPO DE COMPACTACION O COMPACTACION, NO DEBERÁ SER MAYOR DE 4 DEL ESPESOR ESPECIFICADO DE LA BASE.

ESPECIFICACIONES DE BORDILLO Y BANQUETA:

TANTO EL ADOQUIN COMO EL BORDILLO SERAN PREFABRICADOS, LOS COSTOS DE ESTOS ESTAN INDICADOS EN EL PRESUPUESTO DEL PROYECTO. EL BORDILLO SERA DE TIPO RESIDENCIAL CON LAS MEDIDAS INDICADAS ANTES.

ESPECIFICACIONES DE JUNTAS

JUNTAS LONGITUDINALES:  
SE ENCUENTRAN PARALELAS AL EJE LONGITUDINAL DEL PAVIMENTO, ESTE TIPO DE JUNTAS SE COLOCAN PARA PREVENIR LA FORMACION DE CRACKS LONGITUDINALES. LOS CORTES SE REALIZARAN POR LA POSIBILIDAD DE TRABAJAR EN UN CUARTO DEL ESPESOR DE ESTA JUNTA NO DEBE SER INTERIOR DE UN CUARTO DEL ESPESOR DE LA LOSA, CON UNA LONGITUD DE 3 METROS.

JUNTAS DE CONTRACCION (TRANSVERSALES):

ESTAS JUNTAS CONTROLAN LAS GRIetas CAUSADAS POR LA RETRACCION DEL TRAGUADO DEL CONCRETO, LA RAMBLA DE LA JUNTA DEBE TENER AL MENOS UNA PROFUNDIDAD DE UN CUARTO DEL ESPESOR DE LA LOSA CON UNA LONGITUD DE 2.5 METROS.

COMPOSICION DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRAULICO PARA PAVIMENTOS:

RELACION AGUA CEMENTO MÁXIMA 0.49  
TEMPERATURA DEL CONCRETO 20 +/- 10 GRADOS CENTIGRADOS  
ASENTAMIENTO ASHTO T 119: 40 +/- 20mm

TAMAÑO DE AGREGADOS ASHTO M 43: 551.01 (b) Y (c)  
RESISTENCIA A LA COMPRESION ASHTO T-22: 25 MPa (4000 PSI)

RESISTENCIA A LA FLESION ASHTO T-97: 4.5 MPa (650 MPa)  
SE LE RECOMIENDA AL EJECUTOR HACER REFERENCIA A LOS REQUISITOS DEL LIBRO AZUL DE CAMINOS.

RESISTENCIA A LA FLESION ASHTO T-97: 4.5 MPa (650 MPa)  
SE LE RECOMIENDA AL EJECUTOR HACER REFERENCIA A LOS REQUISITOS DEL LIBRO AZUL DE CAMINOS.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EPS FEBRERO - JULIO 2007

PROYECTO:  
PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE  
CONTRIBUCION:  
COLONIA TIERRA VERDE, SIQUINALA ESCUINTLA

SIQUINALA, ESCUINTLA  
MUNICIPALIDAD

FECHA:  
DISEÑO:  
DIBUJO:  
VERIFICACION:  
INDICACION:

HOJA No. 12 DE 17



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PAVIMENTO RIGIDO, COLONIA TIERRA VERDE**  
**PRESUPUESTO INTEGRADO**

<b>NO.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	15085.72	M <sup>2</sup>	Q 0.54	Q8,212.50
2	BODEGA	0.00	M <sup>2</sup>	Q -	Q0.00
3	LIMPIEZA Y REMOCIÓN DE BASURA	15085.72	M <sup>2</sup>	Q 1.65	Q24,932.15
4	TRAZO Y ESTAQUEADO	2057.95	ML	Q 14.28	Q29,393.81
5	CONFORMACIÓN DEL TERRENO	15085.72	M <sup>2</sup>	Q 14.91	Q224,905.81
6	BASE DE MATERIAL SELECTO	15085.72	M <sup>2</sup>	Q 27.09	Q408,629.11
7	CAPA DE RODADURA	1645.47	M <sup>3</sup>	Q 1,954.22	Q3,215,618.00
8	BASE DE BANQUETA Y BORDILLOS	4115.90	M <sup>2</sup>	Q 15.19	Q62,511.16
9	BORDILLO LATERALES	0.00	ML	Q -	Q0.00
10	ADOQUIN COLONIAL	3498.60	M <sup>2</sup>	Q 177.36	Q620,516.13
	<b>EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO ASCIENDE A:</b>				<b>Q4,594,718.66</b>



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PAVIMENTO RÍGIDO, COLONIA TIERRA VERDE**  
**COSTOS UNITARIOS**

**DESGLOSE DE COSTOS UNITARIOS**

<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
<b>REGLON:</b>		<b>REPLANTEO TOPOGRAFICO</b>			
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	15086	M <sup>2</sup>	0.54 Q	8,212.50	
<b>A</b>	<b>MATERIALES</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Pintura de aceite rojo	7	Galon	Q 80.00	Q 560.00
	Estacas de madera	60	Unidad	Q 4.50	Q 270.00
			<b>TOTAL DE MATERIALES</b>		Q 830.00
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Topógrafo	4	Día	Q 400.00	Q 1,600.00
	Ayudantes	4	Día	Q 60.00	Q 240.00
					Q -
					Q -
			<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>		Q 1,840.00
<b>C</b>	<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Teodolito + tripode (ALQUILER)	4	Día	Q 600.00	Q 2,400.00
	Nivel + tripode (ALQUILER)	4	Día	Q 300.00	Q 1,200.00
	Estadal de aluminio	4	Día	Q 75.00	Q 300.00
					Q -
			<b>TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>		Q 3,900.00
			<b>SUB- TOTAL</b>		Q 6,570.00
	<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)</b>				Q 6,570.00
	<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>				Q 1,642.50
	<b>COSTO TOTAL DE REPLANTEO</b>				Q 8,212.50



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PAVIMENTO RIGIDO, COLONIA TIERRA VERDE**  
**COSTOS UNITARIOS**

Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
Parales de madera 2" x 3" x 9 pies	2.5	Docena	Q 300.00	Q 750.00
Lamina de zinc de 12 pies calibre 28	25	Unidades	Q 75.00	Q 1,875.00
clavos de 3"	8	Lbs	Q 5.00	Q 40.00
Bisagras	3	Unidades	Q 3.00	Q 9.00
Candados	1	Unidades	Q 25.00	Q 25.00
Alambre de amarre	7	Lbs	Q 5.00	Q 35.00
Cadenas	1	Unidades	Q 15.00	Q 15.00
Tabla de 1" x 12" x 9'	5	Docena	Q 410.00	Q 2,050.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			<b>Q</b>	<b>4,799.00</b>
<b>B MANO DE OBRA</b>				
Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
Mano de obra calificada				
Mano de obra no calificada	48	M <sup>2</sup>	Q 5.00	Q 240.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>			<b>Q</b>	<b>240.00</b>
<b>C HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
Herramienta menor	10	%	Q 4,799.00	Q 479.90
<b>TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>			<b>Q</b>	<b>479.90</b>
<b>D TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>				
Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
<b>TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>				
<b>SUB- TOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>5,518.90</b>
<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)</b>			<b>Q</b>	<b>5,518.90</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>			<b>Q</b>	<b>1,379.73</b>
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>6,898.63</b>



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
**MUNICIPALIDAD DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA**  
**COSTOS UNITARIOS**  
**5ta avenida entre 8va y 12 calle**

<b>REGLON: LIMPIEZA Y REMOCIÓN DE BASURA</b>						
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>		<b>1 U</b>	15085.72	M <sup>2</sup>	Q 1.65	24,932.15
<b>A</b>	<b>MATERIALES</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
	Escobones	9.00	Unidad	45.00	405.00	
	Machetes	5.00	Unidad	50.00	250.00	
	Azadones	6.00	Unidad	75.00	450.00	
	Palas	9.00	Unidad	75.00	675.00	
	Piochas	7.00	Unidad	90.00	630.00	
	Carretilla de mano	6.00	Unidad	300.00	1800.00	
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>2430.00</b>	
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
	Mano de obra calificada					
	Mano de obra no calificada	15085.72	M <sup>2</sup>	1.00	15085.72	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
	<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>15085.72</b>	
<b>C</b>	<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
	Herramienta menor	10.00	%	243.00	2430.00	
	<b>TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>2430.00</b>	
<b>D</b>	<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
	<b>TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					
	<b>SUB- TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>19,945.72</b>
	<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)</b>				<b>Q</b>	<b>19,945.72</b>
	<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>				<b>Q</b>	<b>4,986.43</b>
	<b>COSTO TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>24,932.15</b>



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
**MUNICIPALIDAD DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA**  
**COSTOS UNITARIOS**  
**5ta avenida entre 8va y 12 calle**

<b>REGLON: TRAZO Y ESTAQUEADO</b>						
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>						
	<b>1 U!</b>	2057.95	ML	Q	14.28 Q	29,393.81
<b>A MATERIALES</b>						
Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
Hilo plastico	5.00	Rollo	Q 25.00	Q	125.00	
Cal hidratada	10.00	Bolsa	Q 22.00	Q	220.00	
Cinta metrica de 50 metros	3.00	Unidad	Q 80.00	Q	240.00	
metro de mano de 5 metros	3.00	Unidad	Q 30.00	Q	90.00	
Reglas de 2" x 3" x 9"	10.00	Docena	Q 300.00	Q	3,000.00	
Clavo de 3"	20.00	Lbs	Q 5.00	Q	100.00	
Almagana de 4 lbs.	2.00	Unidad	Q 80.00	Q	160.00	
Nivel de mano	5.00	Unidad	Q 45.00	Q	225.00	
Alambre de amarre	45.00	Lbs	Q 5.00	Q	225.00	
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>					<b>Q 4,385.00</b>	
<b>B MANO DE OBRA</b>						
Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
Mano de obra calificada	2057.95	ML	6.50		13376.68	
Mano de obra no calificada	2057.95	ML	2.50		5144.88	
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>					<b>18521.55</b>	
<b>C HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>						
Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
Herramienta menor	10.00	%	4385.00		438.50	
<b>TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					<b>438.50</b>	
<b>D TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>						
Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
Viajes	1	viajes	Q 170.00	Q	170.00	
<b>TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					<b>Q 170.00</b>	
<b>SUB- TOTAL</b>					<b>Q 23,515.05</b>	
<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)</b>					<b>Q 23,515.05</b>	
<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>					<b>Q 5,878.76</b>	
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>Q 29,393.81</b>	



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
**MUNICIPALIDAD DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA**  
**COSTOS UNITARIOS**  
**5ta avenida entre 8va y 12 calle**

<b>REGLON:</b>		<b>CONFORMACION DEL TERRENO</b>				
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>		<b>1 Uf</b>	15085.72	M <sup>2</sup>	Q	14.91 Q 224,905.81
<b>A</b>	<b>MATERIALES</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
	Azadones	2.00	Unidad	Q 75.00	Q 150.00	
	Palas	1.00	Unidad	Q 75.00	Q 75.00	
	Carretas	2.00	Unidad	Q 300.00	Q 600.00	
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>825.00</b>
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
	Mano de obra calificada					
	Mano de obra no calificada	15085.72	M <sup>2</sup>	0.20	3017.14	
	<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>3017.14</b>
<b>C</b>	<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
	Herramienta menor	10.00	%	825.00	82.50	
	Vibrocompactadora de 10 ton.	440.00	hora	400.00	176000.00	
	<b>TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>Q</b>	<b>176082.50</b>
<b>D</b>	<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
	<b>TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>				<b>Q</b>	<b>-</b>
	<b>SUB- TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>179,924.64</b>
	<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)</b>				<b>Q</b>	<b>179,924.64</b>
	<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>				<b>Q</b>	<b>44,981.16</b>
	<b>COSTO TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>224,905.81</b>



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
**MUNICIPALIDAD DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA**  
**COSTOS UNITARIOS**  
**5ta avenida entre 8va y 12 calle**

<b>RENGLON:</b>		<b>BASE DE MATERIAL SELECTO</b>					
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>		<b>1 Uf</b>	15085.72	M <sup>2</sup>	Q	27.09 Q	408,629.11
<b>A</b>	<b>MATERIALES</b>						
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>		<b>Total</b>	
	Azadones	3.00	Unidad	Q 75.00	Q	225.00	
	Palas	3.00	Unidad	Q 75.00	Q	225.00	
	Carreta de mano	2.00	Unidad	Q 300.00	Q	600.00	
	Materiale selecto	1509.00	M3	Q 60.00	Q	90,540.00	
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>					<b>Q</b>	<b>91,590.00</b>
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>						
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>		<b>Total</b>	
	Mano de obra calificada	Q 15,085.72	M <sup>2</sup>	0.50		7542.86	
	Mano de obra no calificada	Q 15,085.72	M <sup>2</sup>	0.25		3771.43	
	<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>						<b>11314.29</b>
<b>C</b>	<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>						
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>		<b>Total</b>	
	Herramienta menor	10.00	%	91590.00		9159.00	
	Vibrocompactadora de 10 ton.	430.00	hora	400.00		172000.00	
	<b>TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>						<b>181159.00</b>
<b>D</b>	<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>						
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>		<b>Total</b>	
	Transporte de material selecto	252	viaje	Q 170.00	Q	42,840.00	
	<b>TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					<b>Q</b>	<b>42,840.00</b>
	<b>SUB- TOTAL</b>					<b>Q</b>	<b>326,903.29</b>
	<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)</b>					<b>Q</b>	<b>326,903.29</b>
	<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>					<b>Q</b>	<b>81,725.82</b>
	<b>COSTO TOTAL</b>					<b>Q</b>	<b>408,629.11</b>



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
**MUNICIPALIDAD DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA**  
**COSTOS UNITARIOS**  
**5ta avenida entre 8va y 12 calle**

<b>REGLON:</b>		<b>CAPA DE RODADURA</b>							
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>		<b>1 U#</b>	1645.47	M <sup>3</sup>	Q	1,954.22	Q	3,215,618.00	
<b>A</b>	<b>MATERIALES</b>								
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>		<b>Total</b>			
	Cemento portland 4000 PSI	19657.00	Saco	Q 53.00	Q	1,041,821.00			
	Arena de río	1075.00	M <sup>3</sup>	Q 220.00	Q	236,500.00			
	Piedrin	1254.00	M <sup>3</sup>	Q 230.00	Q	288,420.00			
	Tabla de 1" x 12" x 9'	110.00	Docena	Q 410.00	Q	45,100.00			
	reglas de de 2" x 3" x 9'	30.00	Docena	Q 300.00	Q	9,000.00			
	Alambre de amarre	100.00	Lbs	Q 5.00	Q	500.00			
	Clavo de 3"	75.00	Lbs	Q 5.00	Q	375.00			
				<b>TOTAL DE MATERIALES</b>	<b>Q</b>	<b>1,621,716.00</b>			
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>								
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>		<b>Total</b>			
	Mano de obra calificada	Q 1,645.47	M <sup>3</sup>	400.00		658188.00			
	Mano de obra no calificada	Q 1,645.47	M <sup>3</sup>	40.00		65818.80			
				<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>		<b>724006.80</b>			
<b>C</b>	<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>								
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>		<b>Total</b>			
	Herramienta menor	10.00	%	1621716.00		162171.60			
				<b>TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>		<b>162171.60</b>			
<b>D</b>	<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>								
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>		<b>Total</b>			
	Viajes	380	viaje	Q 170.00	Q	64,600.00			
				<b>TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>	<b>Q</b>	<b>64,600.00</b>			
				<b>SUB- TOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>2,572,494.40</b>			
	<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)</b>					<b>Q</b>	<b>2,572,494.40</b>		
	<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>					<b>Q</b>	<b>643,123.60</b>		
	<b>COSTO TOTAL</b>					<b>Q</b>	<b>3,215,618.00</b>		



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
**MUNICIPALIDAD DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA**  
**COSTOS UNITARIOS**  
**5ta avenida entre 8va y 12 calle**

<b>REGLON:</b>		<b>Base de banquetta y bordillo:</b>			
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	<b>1 U!</b>	4115.90	M <sup>2</sup>	Q	15.19 Q 62,511.16
<b>A</b>	<b>MATERIALES</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Material Selecto	412.00	M <sup>3</sup>	Q 60.00	Q 24,720.00
				<b>TOTAL DE MATERIALES</b>	<b>Q 24,720.00</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Mano de obra calificada	4115.90	M <sup>2</sup>	0.50	2057.95
	Mano de obra no calificada	4115.90	M <sup>2</sup>	0.25	1028.98
				<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>	<b>3086.93</b>
	<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
<b>B</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Herramienta menor	10.00	%	24720.00	2472.00
	Vibrocompactadora de 10 ton	20.00	hora	400.00	8000.00
				<b>TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>	<b>10472.00</b>
	<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>				
<b>C</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Viajes	69	viaje	Q 170.00	Q 11,730.00
				<b>TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>	<b>Q 11,730.00</b>
				<b>SUB- TOTAL</b>	<b>Q 50,008.93</b>
	<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)</b>				<b>Q 50,008.93</b>
<b>D</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>				<b>Q 12,502.23</b>
	<b>COSTO TOTAL</b>				<b>Q 62,511.16</b>



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
**MUNICIPALIDAD DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA**  
**COSTOS UNITARIOS**  
**5ta avenida entre 8va y 12 calle**

Descripción		Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
Cemento portland 4000 PSI			Saco		Q -
Arena de río			M <sup>3</sup>		Q -
Bordillo prefabricado residencial		Q 4,116.00	Unidad	Q 39.00	Q 160,524.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>160,524.00</b>
<b>B MANO DE OBRA</b>					
Descripción		Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
Mano de obra calificada					
Mano de obra no calificada		Q 4,116.00	MI	20.00	82320.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>					<b>82320.00</b>
<b>C HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción		Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
Herramienta menor		10.00	%	160524.00	16052.40
<b>TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					<b>16052.40</b>
<b>D TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					
Descripción		Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
Viajes		300	viaje	Q 170.00	Q 51,000.00
<b>TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>				<b>Q</b>	<b>51,000.00</b>
<b>SUB- TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>309,896.40</b>
<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)</b>					<b>Q 309,896.40</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>					<b>Q 77,474.10</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>Q 387,370.50</b>



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
**MUNICIPALIDAD DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA**  
**COSTOS UNITARIOS**  
**5ta avenida entre 8va y 12 calle**

<b>REGLON:</b>		<b>Adoquín Colonial</b>				
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>		<b>1 Uf</b>	3498.60	M <sup>2</sup>	Q	177.36 Q 620,516.13
<b>A</b>	<b>MATERIALES</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
	Adoquín colonial	3498.60	M <sup>2</sup>	Q 90.00	Q 314,874.00	
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>314,874.00</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
	Mano de obra calificada	3498.60	M <sup>2</sup>	20.00	69972.00	
	Mano de obra no calificada	4115.90	M <sup>2</sup>	5.00	20579.50	
	<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>90551.50</b>
	<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
	Herramienta menor	10.00	%	314874.00	31487.40	
	<b>TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>Q</b>	<b>31487.40</b>
	<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
	Viajes	350	viaje	Q 170.00	Q 59,500.00	
	<b>TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>				<b>Q</b>	<b>59,500.00</b>
	<b>SUB- TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>496,412.90</b>
	<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)</b>				<b>Q</b>	<b>496,412.90</b>
<b>D</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>				<b>Q</b>	<b>124,103.23</b>
	<b>COSTO TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>620,516.13</b>

## **2.2 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad San Felipe, municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla.**

### **2.2.1 Descripción del proyecto actual.**

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, para la comunidad de San Felipe, Siquinalá, Escuintla, surge a raíz de la necesidad de crear un sistema nuevo de abastecimiento del vital líquido. Los estragos causados por tormentas tropicales como STAN causaron estragos severos, además la cobertura del agua debe ampliarse.

El proyecto consiste en diseñar el sistema de abastecimiento para la aldea San Felipe, cuenta con 2000 metros lineales, con un sistema de distribución por gravedad, beneficiando a 28 viviendas.

### **2.2.2 Localización de fuentes de abastecimiento.**

Acorde a los recursos hídricos de la zona, la aldea San Felipe cuenta con varios nacimientos de agua, pero no cumplen con la demanda de la población. La fuente de abastecimiento será directamente un río que nace en las proximidades de dicha comunidad.

### **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 ( $V = CRI$ ). Solo 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:

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

- a) 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 ( $v^2=2gh$ ).

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

$$Q = MA\sqrt{2gh}$$

donde:

Q = caudal

M = coeficiente de contracción

A = área de la abertura del vertedero

g = aceleración de la gravedad

h = altura del vertedero

- b) 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.

c) 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 lts/ seg.

## 2.2.4 Ensayos de calidad del agua.

### 2.2.4.1 Análisis físico-químico sanitario.

- **Análisis físico**

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.

**Tabla XVIII.** Norma COGUANOR NGO-29001

<b>Características</b>	<b>LMA</b>	<b>LMP</b>
Color	5.0u	50.0 u (1)
Olor	No rechazable	No rechazable
Ph (3)	7.0 – 8.5	6.5 – 9.2
Residuos 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)

Fuente: NORMAS PARA EXÁMENES BACTERIOLÓGICO Y FÍSICO - QUÍMICO SANITARIO, norma COGUANOR 29001. Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala

(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 24712176

LMA = Límites máximos aceptables LMP = Límites máximos permisibles

- **Análisis químico**

Este análisis determina 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 XIX. LÍMITES EN LA CANTIDAD DE COMPUESTOS**

<b>SUBSTANCIAS</b>	<b>LMA</b>	<b>LMP</b>
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 <sub>3</sub> )	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 <sub>4</sub> )	200.000 mg/L	400.000 mg/L

Fuente: NORMAS PARA EXÁMENES BACTERIOLÓGICO Y FÍSICO - QUÍMICO SANITARIO. Norma COGUANOR 29001. Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala.

#### **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.

#### **2.2.5 Criterios de diseño.**

##### **2.2.5.1 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, el período de diseño para la línea de distribución de agua potable de la aldea San Felipe será de 20 años, ya que

el material a utilizar principalmente es el PVC que permite la durabilidad de las instalaciones.

### 2.2.5.2 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:

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

donde:

Pf = Población futura

Po = 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.

$$Pf = Po + \frac{(P1 - Po) * (Tf - To)}{(T1 - To)}$$

donde:

Po = Población inicial

Pf= Población final

P1= Población 1

To= Tiempo inicial

Tf= Tiempo final

T1= Tiempo 1

### **2.2.5.3 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 a 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 = 28

$P_o = (\text{Número de viviendas} \times \text{número promedio habitantes por vivienda})$

$P_o = (28 \times 6) = 168$  habitantes

La tasa de crecimiento (i) para la aldea San Felipe, municipio de Siquinalá, Escuintla es de 3.03% según el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Con  $n = 20$  años

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

$P_f = 168 \text{ hab.} (1 + 0.0303)^{20} \approx 306$  habitantes

#### **2.2.5.4 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 (lts/hab/día).

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.

**Tabla XX. Dotaciones rurales.**

<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO</b>	<b>DOTACIÓN (Lts/hab./día)</b>
Llena cántaros	30 - 60
Llena cántaros y conexiones prediales	60 - 90
Conexiones prediales	60 - 120
Conexión intradomociliar	90 - 170
Pozo excavado	15 mínimo

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR).

En función de lo anterior se establece que la dotación para la aldea San Felipe será de 110 lts/hab/día y el tipo de conexión es predial.

## **2.2.6 Determinación de caudales.**

### **2.2.6.1 Caudal medio diario.**

Es conocido también como caudal medio 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:

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

$$Q_m = \frac{306 \text{ hab} * 110 \text{ lts/hab/día}}{86400 \text{ seg}} = 0.3896 \text{ lts/seg}$$

#### **2.2.6.2 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.

$$Q_c = Q_m * \text{FDM}$$

En acueductos rurales el FDM puede variar de 1.2 a 1.5, en el área rural. Para el proyecto de la aldea San Felipe se utilizó un factor de día máximo de 1.50, debido a que su población es mayor de 1000 habitantes; esto lo recomienda UNEPAR.

$$Q_c = 0.3896 \text{ lts/seg} * 1.50 = 0.5844 \text{ lts/seg}$$

### 2.2.6.3 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 hora máximo de 2.0.

$$Q_d = 0.3896 \text{ lts/seg} * 2.00 = 0.7792 \text{ lts/seg}$$

### 2.2.7 Parámetros de diseño.

NÚMERO DE VIVIENDAS	→	28 VIVIENDAS
HABITANTES / VIVIENDA	→	6 HABITANTES
POBLACIÓN ACTUAL	→	168 HABITANTES
TASA DE CRECIMIENTO	→	3.03 % ANUAL
PERÍODO DE DISEÑO	→	20 AÑOS
POBLACIÓN FUTURA	→	306 HABITANTES
DOTACIÓN	→	110 LTS/HAB/DIA
AFORO	→	1.20 LTS/SEG.
CAUDAL MEDIO DIARIO	→	0.3896 LTS/SEG.
CAUDAL DE CONDUCCIÓN	→	0.5844 LTS/SEG.

FACTOR DIA MÁXIMO	→	1.5
FACTOR HORA MÁXIMO	→	2
TANQUE DE		
ALMACENAMIENTO	→	18.00 M <sup>3</sup> (ver página 75)
SISTEMA POR	→	GRAVEDAD
TIPO DE PROYECTO	→	CONEXIÓN PREDIAL
CÁLCULO DE TUBERÍA	→	HAZEN & WILLIAMS

## **2.2.8 Diseño de los componentes del sistema.**

### **2.2.8.1 Caja de captación.**

Es toda estructura de captación, que se construye con fines de coleccionar el agua de las fuentes. El fin básico, es asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año, la captación de la cantidad de agua necesaria para el suministro de la población.

El tipo de obra a emplear, será en función de las características de la fuente, de la cantidad físico-química y bacteriológica del agua. Dependiendo del tipo de fuente disponible o seleccionada.

En este caso se tiene previsto la construcción de una caja de captación colocada en el río, actuando en uno de sus lados como una presa.

### **2.2.8.2 Línea de conducción.**

Es un conjunto de tuberías forzadas o a presión, que viene desde las obras de captación al tanque de almacenamiento. De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, las conducciones pueden ser por bombeo o por gravedad.

El diseño de una línea de conducción deberá tener en cuenta lo siguiente:

- a) La capacidad deberá ser suficiente para transportar el caudal máximo diario de diseño.
- b) La selección de la clase y diámetro de la tubería a emplear, deberá ajustarse a la máxima economía.
- c) La línea de conducción deberá dotarse de los accesorios y obras de arte necesarios para su correcto funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para la tubería, a su protección y mantenimiento.

### **2.2.8.3 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.

El volumen de capacidad para este tanque se calcula así:

$$V = \frac{QMD * 86400}{1000} * F_s \quad ; \quad \text{El Factor de seguridad (Fs) varia de 0.25 a 0.35}$$

$$V = \frac{0.5844 * 86400}{1000} * 0.35 = 17.67 = 18m^3$$

Y sus dimensiones interiores para cumplir con la capacidad serán:

$$V = L * A * H$$

$$V = 3 * 3 * 2$$

donde:

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

V = volumen del tanque (m<sup>3</sup>).

L= largo del tanque (m).

A= ancho del tanque (m).

#### **2.2.8.4 Línea de distribución.**

El objetivo principal por el cual se diseñó la línea de distribución, fue de abastecer a todos los sectores de la población, desde los tanques de

distribución. Para este diseño se utilizó la fórmula de Hazen-Williams para ramales abiertos, por su facilidad relativa a otros métodos y fórmulas.

#### **2.2.8.5 Red de distribución.**

Es un sistema de tuberías utilizado para hacer llegar el agua proveniente del tanque de distribución al consumidor. Desde el punto de vista hidráulico existen dos tipos de redes de distribución:

- 1.) Red abierta: es la que se construye en forma de árbol. Se recomienda su utilización, en aquellos casos en que la población es muy dispersa. Las fórmulas que se utilizan son:

$$\begin{aligned} Q_{viv} &= Q_{MH} / \#viviendas \\ &= Q \text{ distribución} / \#VIVIENDA \\ &= K \sqrt{n-1} \end{aligned}$$

donde:

$Q_{viv}$  = Caudal por vivienda

$Q_{MH}$  = Caudal máximo horario

$Q$  distribución = Caudal de distribución

$n$  = Es el número de viviendas

$K$  = Es la constante que va en función de la cantidad de viviendas que se encuentran en el tramo en diseño:  $K=0.25$  si  $n > 100$  y  $K=0.15$  si  $n \leq 100$ .

Para el diseño se utiliza el caudal mayor entre  $Q_{viv}$  y  $Q_{inst}$ .

2.) Red cerrada: Las tuberías forman circuitos y están intercomunicadas, desde el punto de vista técnico funciona mejor que la anterior. Este método elimina los extremos muertos y permite la circulación del agua. Este sistema utiliza el método de Hardy-Cross, el cual es un método de aproximaciones sucesivas que se aplican sistemáticas correcciones a los flujos originalmente asumidos hasta que la red esté balanceada, y por tanto las pérdidas en los nodos de la red son los mismos, si estas pérdidas no son iguales, se continúa con las iteraciones. La fórmula a utilizar para el método de Hardy-Cross se deduce de las siguientes:

$$Q'_1 = (Q_1 + \Delta) \quad Q'_2 = (Q_2 + \Delta)$$

Y como se mencionó anteriormente, las pérdidas en cada nodo deben ser iguales.

$$hf_1 = hf_2$$

$$\frac{1743.811LQ_1'^{1.85}}{D^{4.87}C^{1.85}} = \frac{1743.811LQ_2'^{1.85}}{D^{4.87}C^{1.85}}$$

Desarrollando la igualdad anterior, se determina la fórmula que permite el cálculo de la corrección ( $\Delta$ )

$$\Delta = -\frac{\sum hf}{1.85 \sum \left(\frac{hf}{Q}\right)}$$

Se tendrá como aceptado, cuando la corrección ( $\Delta$ ) 1% de diferencia entre el caudal de una iteración y otra, para cada uno de los circuitos que componen la red.

#### **2.2.8.6 Obras de arte**

Las obras de arte son accesorios muy importantes en una línea de conducción y distribución de agua potable ya que por medio de éstas podemos interrumpir el paso de un fluido o podemos liberar el aire que se queda atrapado en los puntos altos de la tubería, también en los puntos bajos los sólidos que lleva el flujo se sedimentan creando taponamiento en las tuberías.

#### **2.2.8.7 Válvulas**

Válvulas liberadoras de aire: Son válvulas cuya función es permitir el escape del aire, que se acumula en las tuberías. Si en un sistema no se permite la liberación del aire acumulado, creará una obstrucción al libre flujo del caudal.

Válvulas de limpieza: Sirven para extraer los sedimentos, que se pudieran depositar en las partes bajas de la tubería. Estos sedimentos pueden representar un factor de importancia en el funcionamiento eficiente del sistema, ya que estos sedimentos obstruyen con el correr del tiempo de forma permanente, por lo que la apertura de éstas válvulas debe ser periódica.

Válvulas de compuerta: Salvo indicación otro tipo en los planos o en bases especiales. Las válvulas de compuerta hasta 4" serán de bronce, vástago ascendente, disco de cuña sencillo o doble y para una presión de 250 lb/pulg<sup>2</sup>, excepto que se indique otra presión en los planos. Las válvulas de compuerta para tubería mayor a 4" serán de cuerpo de hierro fundido y montura de bronce.

### **2.2.9 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.

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 está 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 de las tuberías de la línea de conducción a los tanques de distribución.

Esta tubería o manguera será de 2 ½ pulgada y estará colocada exactamente sobre la tubería de ingreso de agua 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 solo 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 gr/hr, se calcula con la siguiente fórmula:

$$F_c = Q * D_c * 0.06$$

donde:

Fc= Flujo de cloro en gr/hr

Q = caudal de agua conducida en lts/min

$D_c$  = demanda de cloro en mg/lt (mínimo 2 gramos por cada  $m^3$  ó 2 mg/lt)

$F_c = 35.064 \text{ lts/min} * 2 \text{ mg/lt} * 0.06$

$F_c = 4.20768 \text{ gr/h}$

Para cumplir con la demanda de cloro que se necesita cubrir en un mes de trabajo ininterrumpido se necesitaran  $4.20768 * 24 * 30 = 3,029.53$  gramos de solución de cloro.

Tomando en cuenta que una tableta de cloro contiene 300 gramos, tenemos:  $(3,029.53 \text{ gr/mes}) * (1 \text{ tableta}/300\text{gr}) = 10.1 \approx 11$  tabletas

De acuerdo a lo anterior se usarán 11 tabletas de hipoclorito de calcio al mes.

### **2.2.10 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 tamaño doble carta para su inclusión en la presente trabajo de graduación (ver apéndice).

### **2.2.11 Presupuesto.**

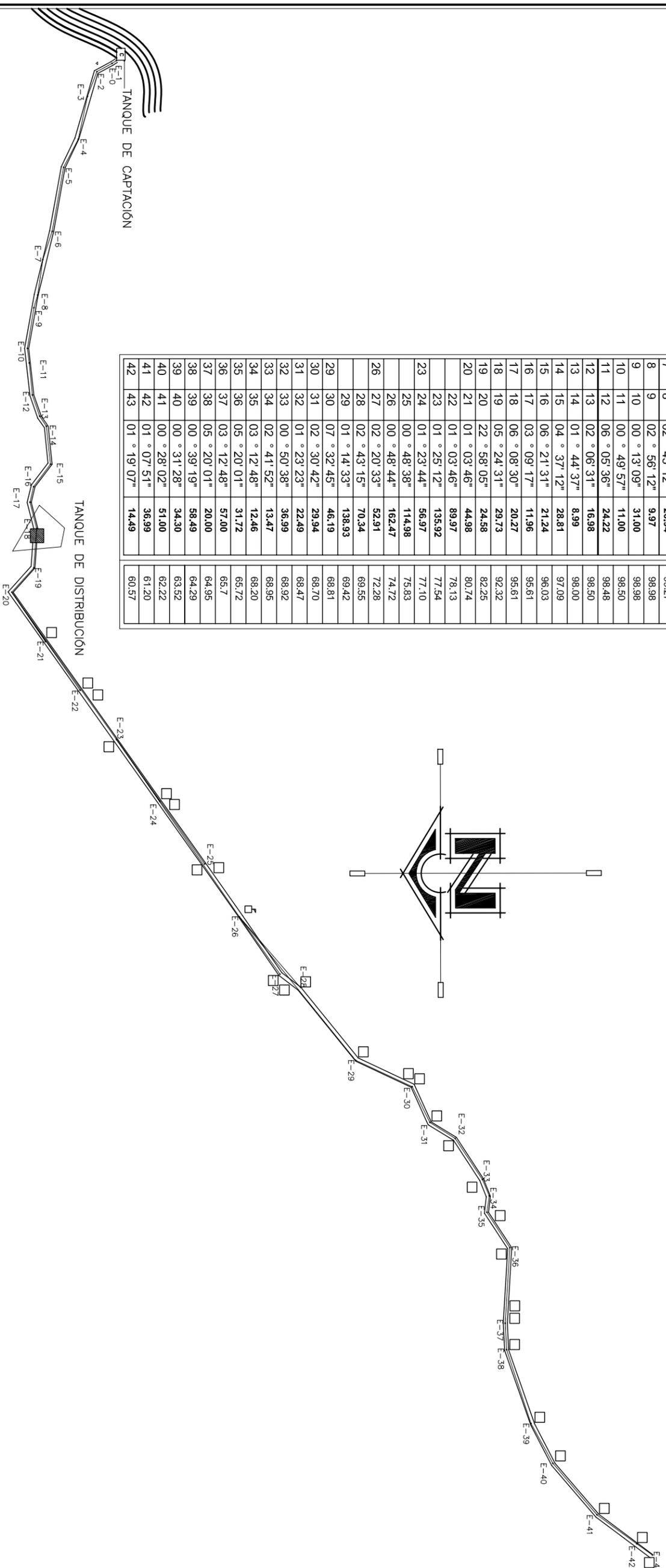
El presupuesto presentado se trabajó con base en los precios unitarios, la mano de obra calculada se basó en los datos proporcionados por la municipalidad, mientras que los materiales fueron cotizados en ventas de materiales de construcción de la cabecera municipal.

LIBRETA TOPOGRAFICA

EST.	P.O.	AZIMUT	DIST. HZ	COTA
E-0	1	10 ° 49' 33"	3.86	101.00
	2	01 ° 14' 40"	12.99	100.00
	3	01 ° 14' 47"	19.99	99.80
	4	01 ° 35' 58"	32.97	99.75
	5	03 ° 22' 45"	23.92	99.70
	6	01 ° 00' 41"	48.98	99.68
	7	02 ° 36' 27"	22.45	99.59
	8	02 ° 45' 12"	26.94	99.27
	9	00 ° 13' 09"	31.00	98.98
	10	00 ° 49' 57"	11.00	98.50
	11	06 ° 05' 36"	24.22	98.48
	12	02 ° 06' 31"	16.98	98.50
	13	01 ° 44' 37"	8.99	98.00
	14	04 ° 37' 12"	28.81	97.09
	15	06 ° 21' 31"	21.24	96.03
	16	03 ° 09' 17"	11.96	95.61
	17	06 ° 08' 30"	20.27	95.61
	18	05 ° 24' 31"	29.73	92.32
	19	22 ° 58' 05"	24.58	82.25
	20	01 ° 03' 46"	44.98	80.74
	22	01 ° 03' 46"	89.97	78.13
	23	01 ° 25' 12"	135.92	77.54
	24	01 ° 23' 44"	56.97	77.10
	25	00 ° 48' 38"	114.98	75.83
	26	00 ° 48' 44"	162.47	74.72
	27	02 ° 20' 33"	52.91	72.28
	28	02 ° 43' 15"	70.34	69.55
	29	01 ° 14' 33"	138.93	69.42
	30	07 ° 32' 45"	46.19	68.81
	31	02 ° 30' 42"	29.94	68.70
	32	01 ° 23' 23"	22.49	68.47
	33	00 ° 50' 38"	36.99	68.92
	34	02 ° 41' 52"	13.47	68.95
	35	03 ° 12' 48"	12.46	68.20
	36	05 ° 20' 01"	31.72	65.72
	37	03 ° 12' 48"	57.00	65.7
	38	05 ° 20' 01"	20.00	64.95
	39	00 ° 39' 19"	58.49	64.29
	40	00 ° 31' 28"	34.30	63.52
	41	00 ° 28' 02"	51.00	62.22
	42	01 ° 07' 51"	36.99	61.20
	43	01 ° 19' 07"	14.49	60.57

SIMBOLOGIA DE REFERENCIA

	ESTACION (E)		VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	CASA, IGLESIA, ESCUELA		TAPON HEMBRA (T.H.)
	CAMINO, CALLE		REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, ø Indicado		TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)
	CODO (C): 90°, 45°		LINEA PIEZOMETRICA
	TEE, CRUZ Y YEE		

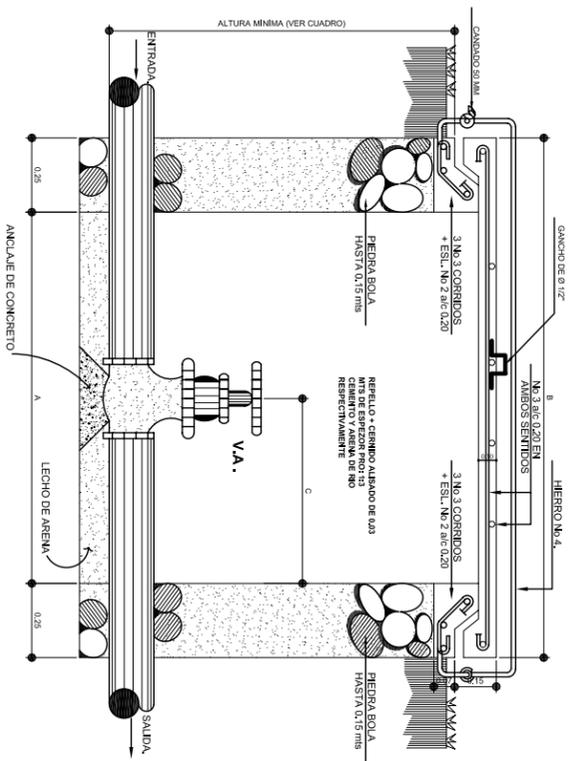


# PLANTA GENERAL DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION

ESCALA: 1:1500

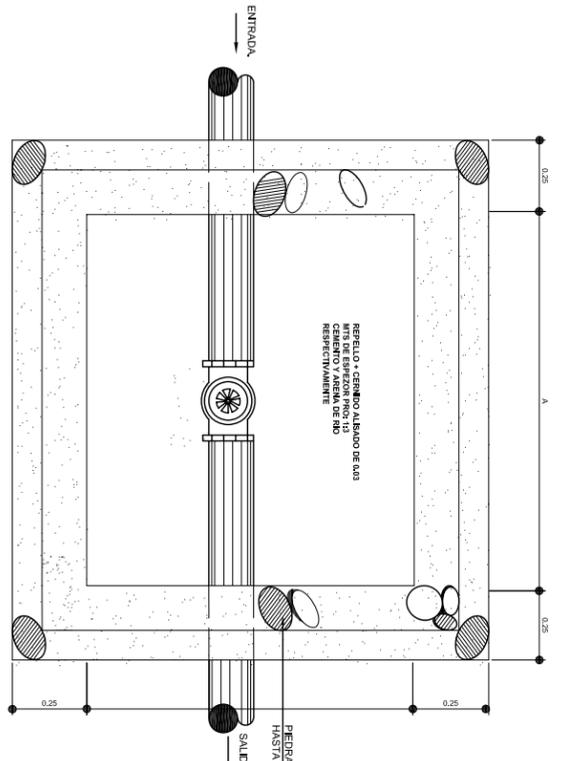
		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> EPS FEBRERO - JULIO 2007	
MUNICIPIO: SIQUINALA, ESCUINTLA CONCEPCION MUNICIPALIDAD		TITULO: PLAN GENERAL DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION	
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DIRECTOR: ALDEA SAN FELIPE, SIQUINALA, ESCUINTLA CONTRATO: PLANTA GENERAL DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION	DISEÑO: JOSE MANUEL SUAREZ REVISOR: JOSE MANUEL SUAREZ ESCALA: INDICADA	HOJA No. 1 TOTAL 9	FECHA: 2007





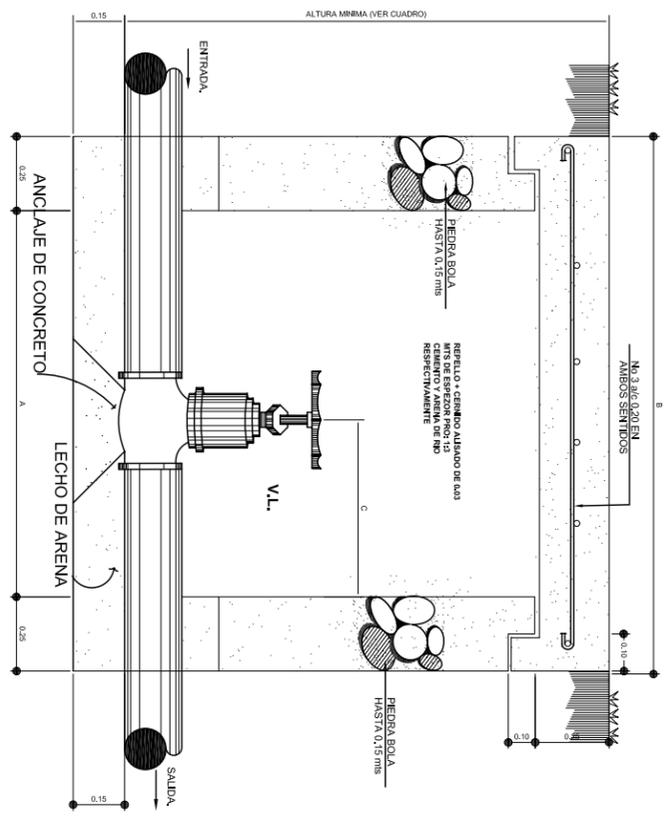
CAJA DE VALVULA DE AIRE

SN ESCALA



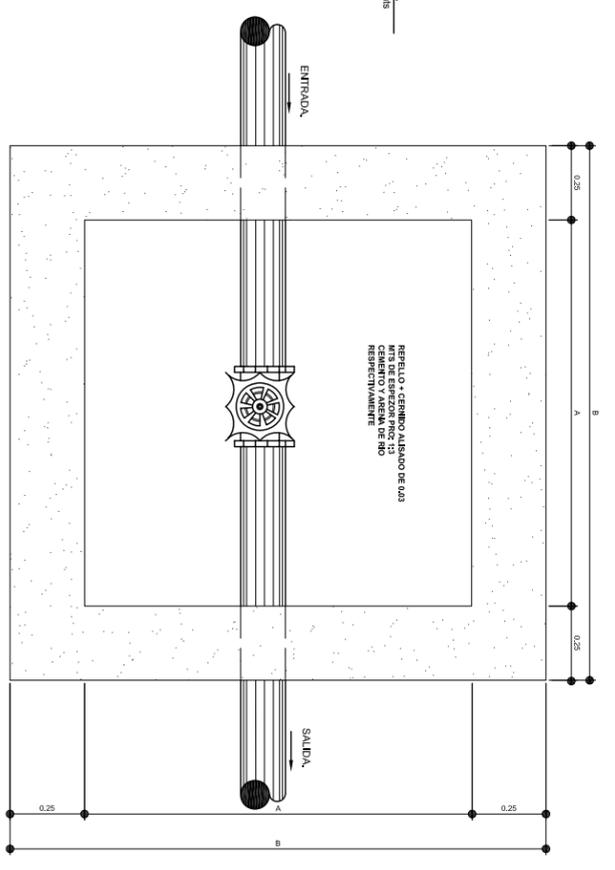
PLANTA  
CAJA DE VALVULA DE AIRE

SN ESCALA



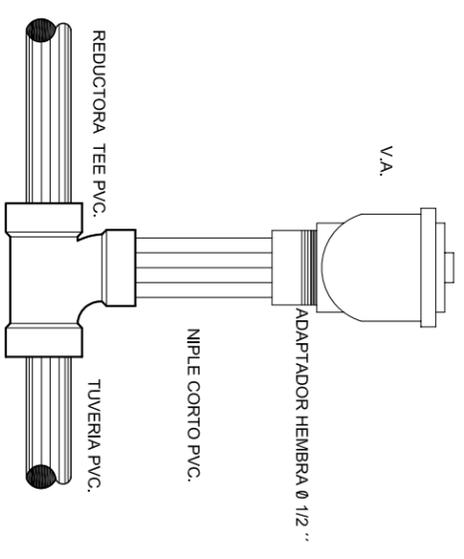
CAJA DE VALVULA DE LIMPIEZA

SN ESCALA



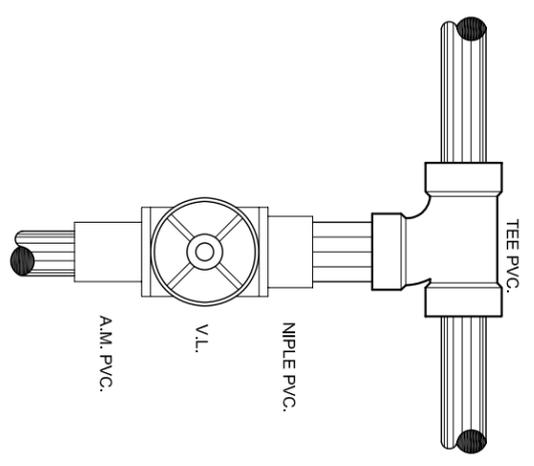
PLANTA  
CAJA DE VALVULA DE LIMPIEZA

SN ESCALA



VALVULA DE AIRE

SN ESCALA



VALVULA DE LIMPIEZA

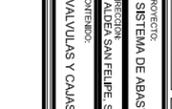
SN ESCALA

DIMENSIONES				
Ø	A	B	C	ALTURA MIN.
1 1/2"	30	40	15	30
1"	35	45	17.5	45
1 1/2"	40	50	2.0	30

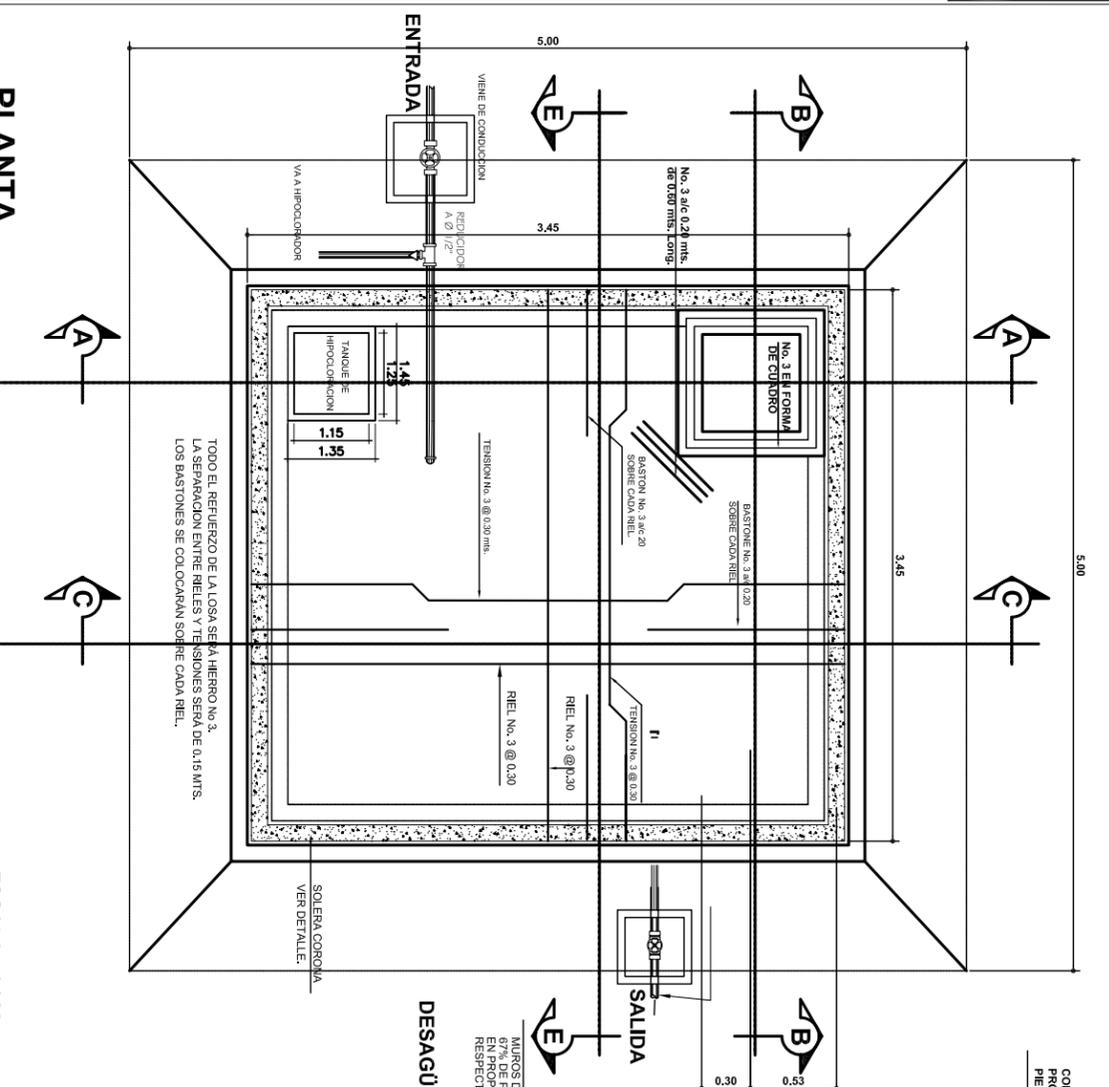
NOTA  
LAS VALVULAS SE ASENTARAN SOBRE UN LECHO DE ARENA, PARA FACILITAR EL DRENAJE.

  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
 EPS FEBRERO - JULIO 2007

PROYECTO	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	PROFESOR	INGENIERO JOSE MANUEL SANCHEZ
DIRECCION	ALDEA SAN FELIPE, SIQUINALA, ESCUINTLA	DOCENTE	INGENIERO JOSE MANUEL SANCHEZ
CONTRATO	VALVULAS Y CAJAS VALVULAS	ESCALA	INDICADA

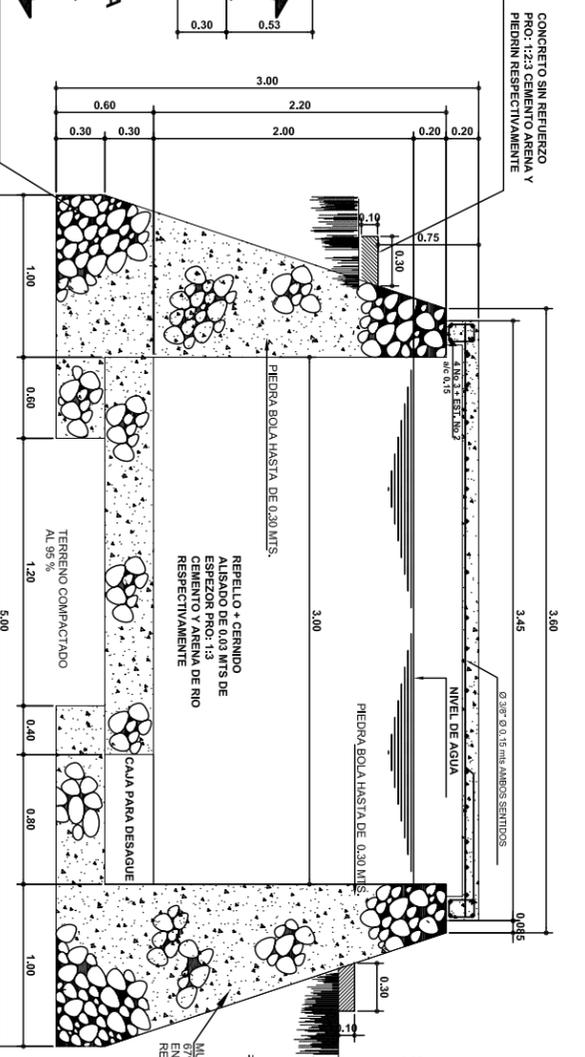
  
**Siquinala, Escuintla**  
**Municipalidad**

PROYECTO	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	PROFESOR	INGENIERO JOSE MANUEL SANCHEZ
DIRECCION	ALDEA SAN FELIPE, SIQUINALA, ESCUINTLA	DOCENTE	INGENIERO JOSE MANUEL SANCHEZ
CONTRATO	VALVULAS Y CAJAS VALVULAS	ESCALA	INDICADA



PLANTA

ESCALA : 1 / 20



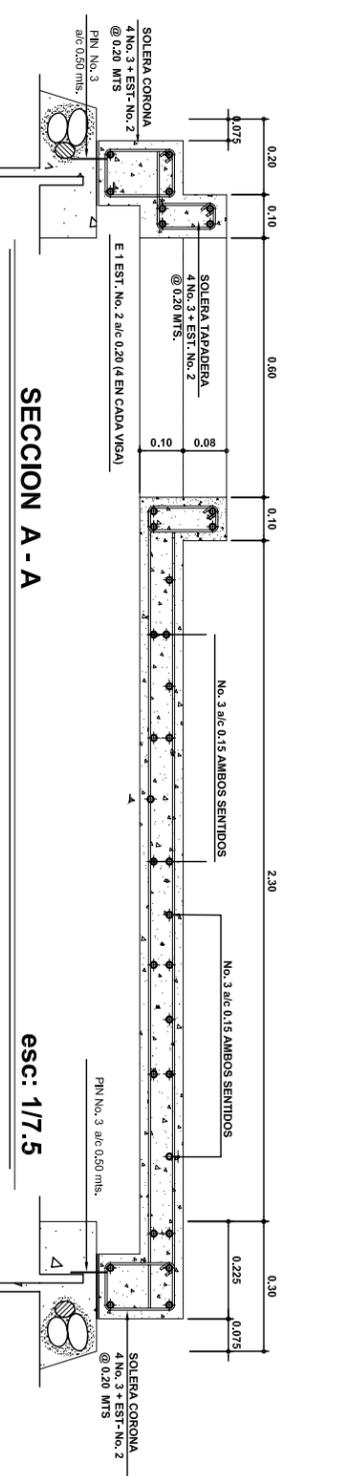
DESAGÜE

SECCION C - C

ESCALA : 1 / 20

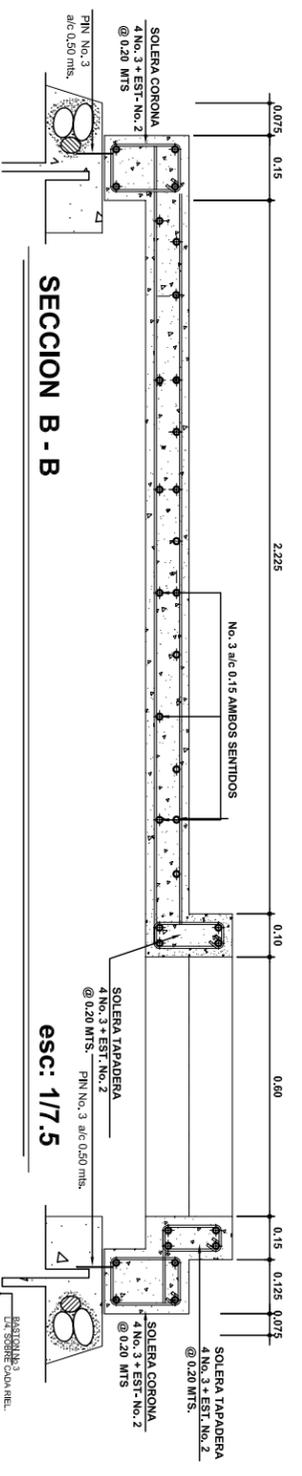
DET. DE SOLERA CORONA + SOL. DE ATPADERA.

ESCALA 1/7.5



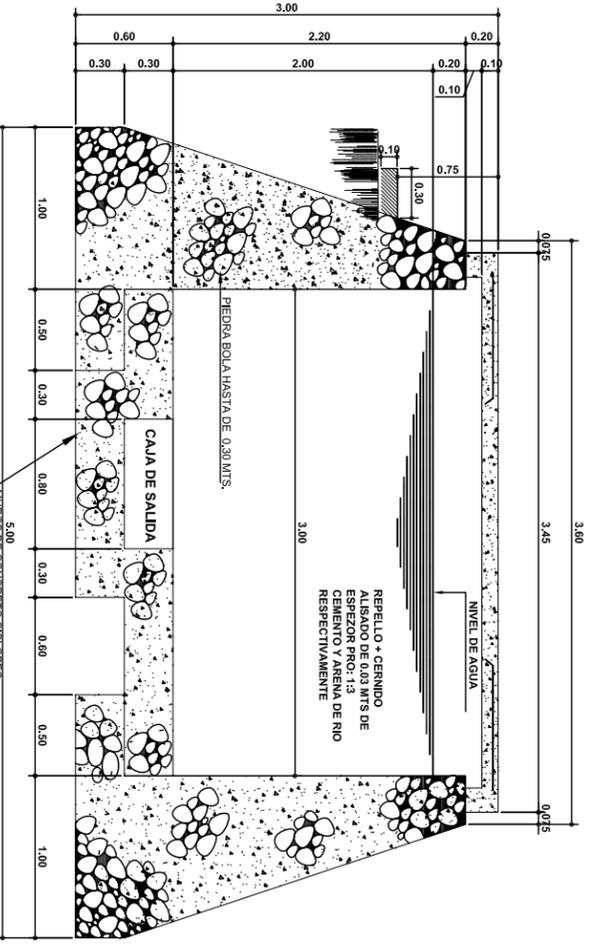
SECCION A - A

esc: 1/7.5



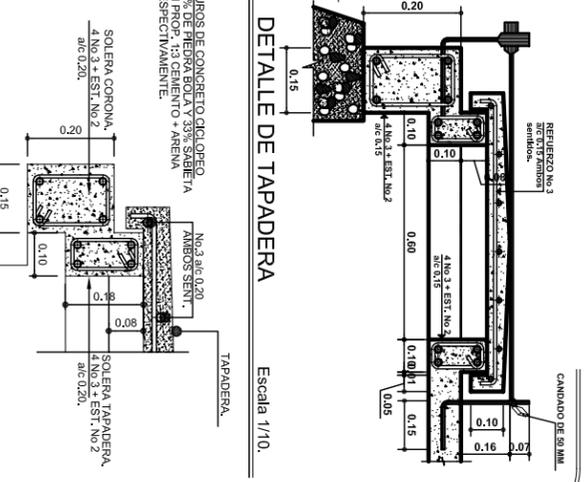
SECCION B - B

esc: 1/7.5



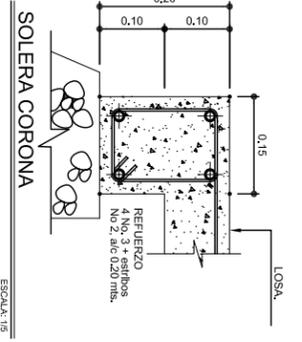
SECCION E - E

ESCALA : 1 / 20



DETALLE DE TAPADERA

Escala 1/10.



SOLERA CORONA

ESCALA 1/5

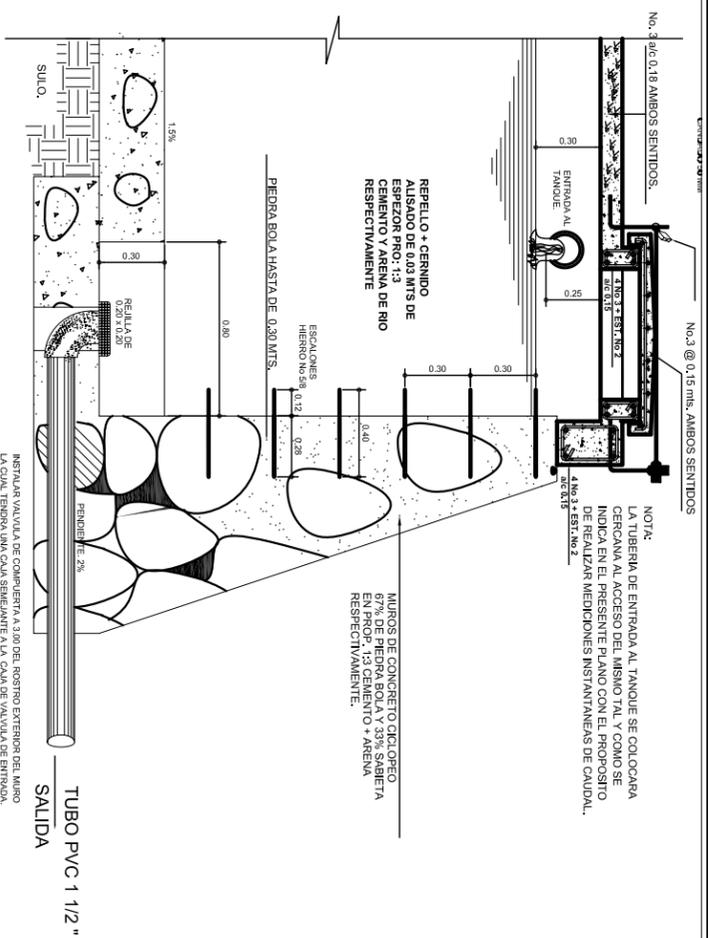
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EFS FEBRERO - JULIO 2007

MUNICIPIO: SIQUINALA, ESCUINTLA  
MUNICIPALIDAD

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
DIRECCION: ALDEA SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA  
CONTRATO: TANQUE DE DISTRIBUCION

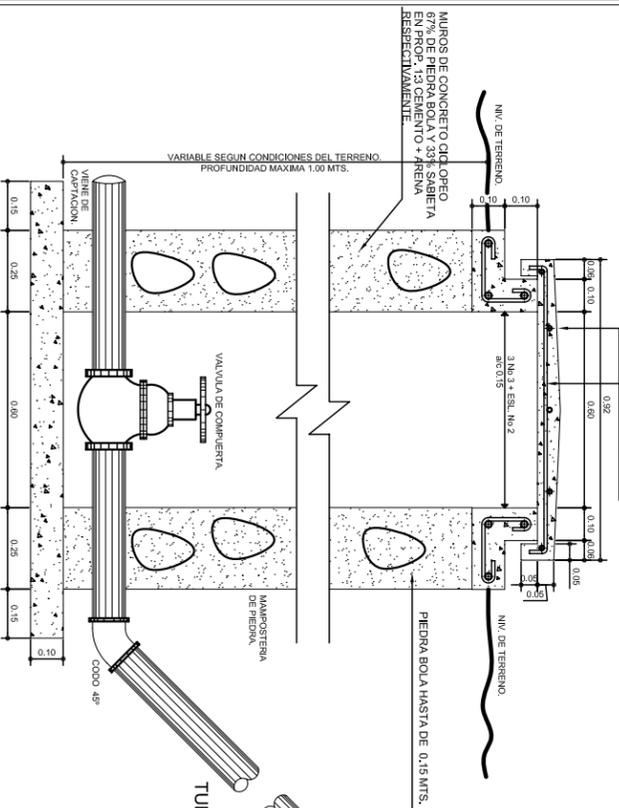
INGENIERO: JOSE MANUEL SUAREZ  
INGENIERO AUXILIAR: JOSE MANUEL SUAREZ  
DISEÑADOR: JOSE MANUEL SUAREZ  
ESCALA: INDICADA

FORMA No. 6 / 9



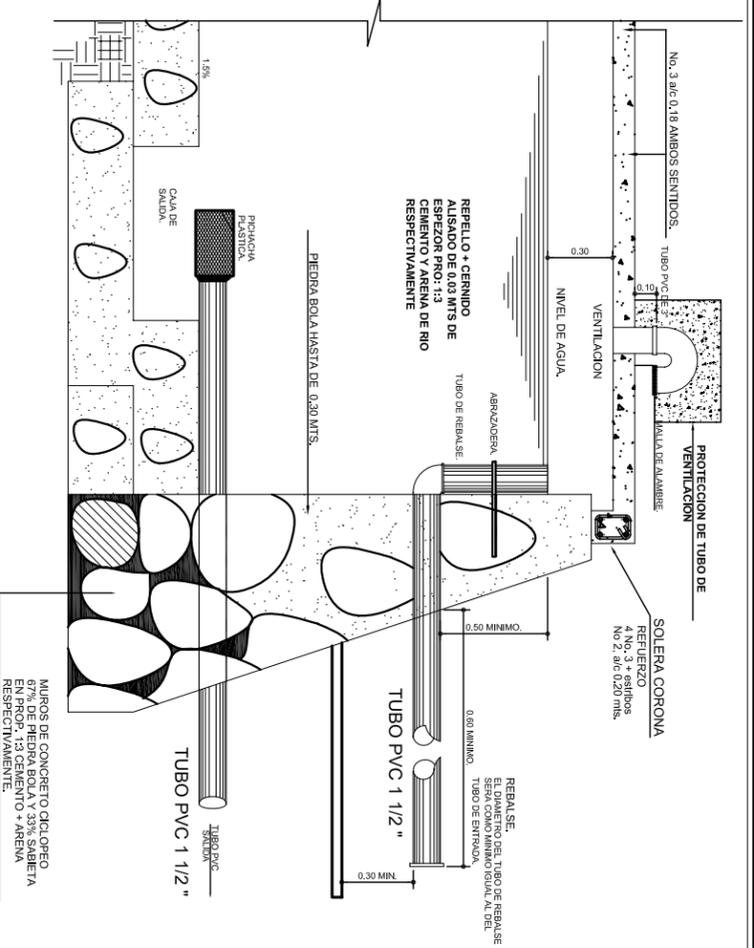
**DET. DE ESCALONES ENTRADA Y DESAGUE.**

Esca 1/15



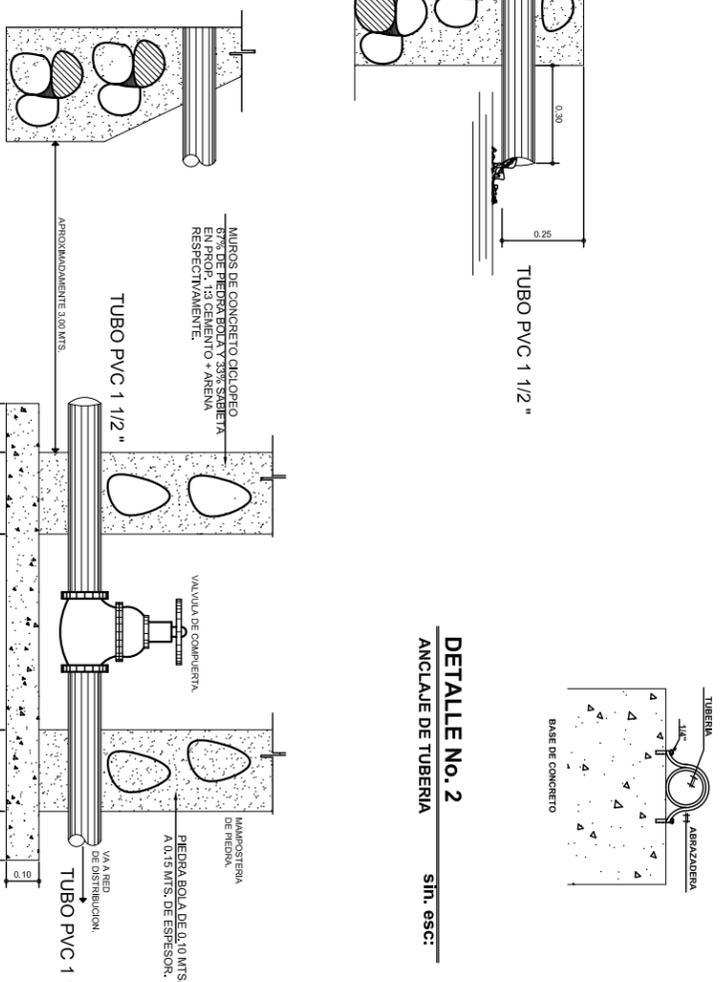
**DET. DE ENTRADA AL TANQUE Y CAJA DE VALVULA.**

Esca 1/10



**DET. DE DISTRIBUCION Y REBALSE.**

Esca 1/15

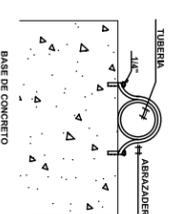


**DET. DE CAJA DE VALVULA DE SALIDA.**

ESTA SERA IGUAL A LA CUNA DE VALVULA DE ENTRADA.

Esca 1/10

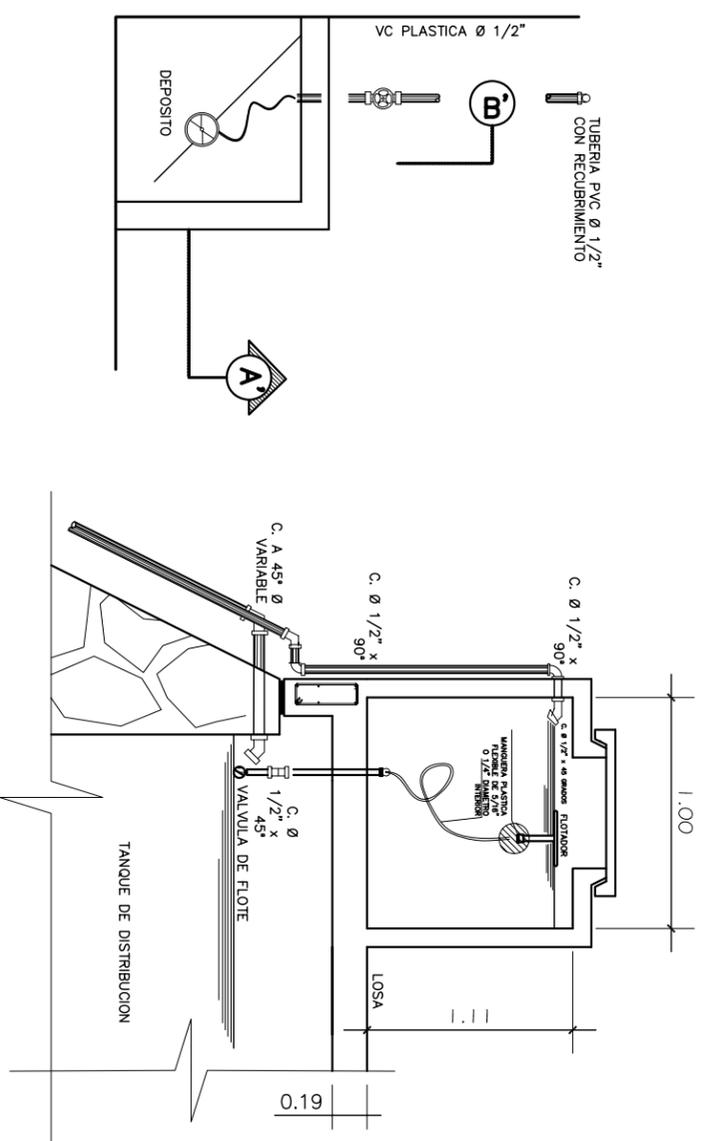
**DETALLE No. 2**  
ANCLAJE DE TUBERIA sin. esc.




**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
 EPS FEBRERO - JULIO 2007

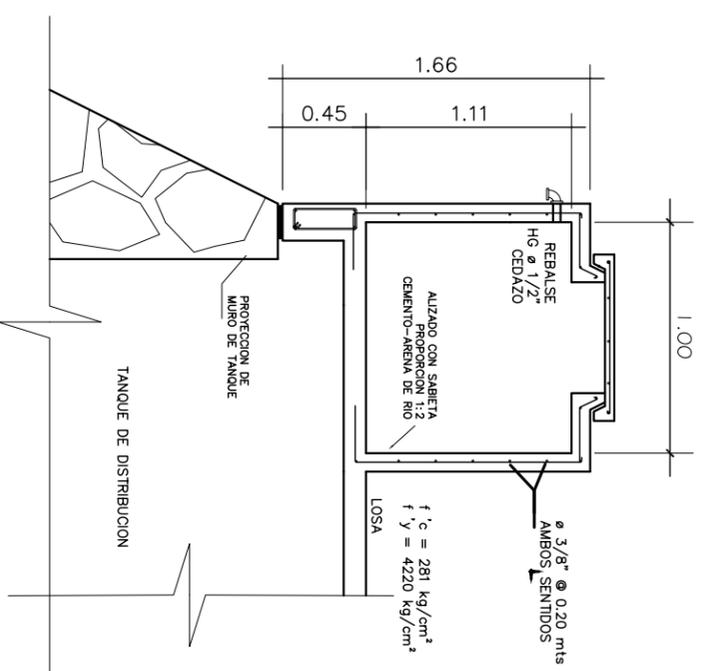
PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CLIENTE:	ALDEA SAN FELIPE Siquinula, Escuintla
CONTENIDO:	TANQUE DE DIST. ENTRADA, SALIDA, DESAGUE Y REBALSE

FECHA:	7/9
ESCALA:	INDICADA
INDICACION:	



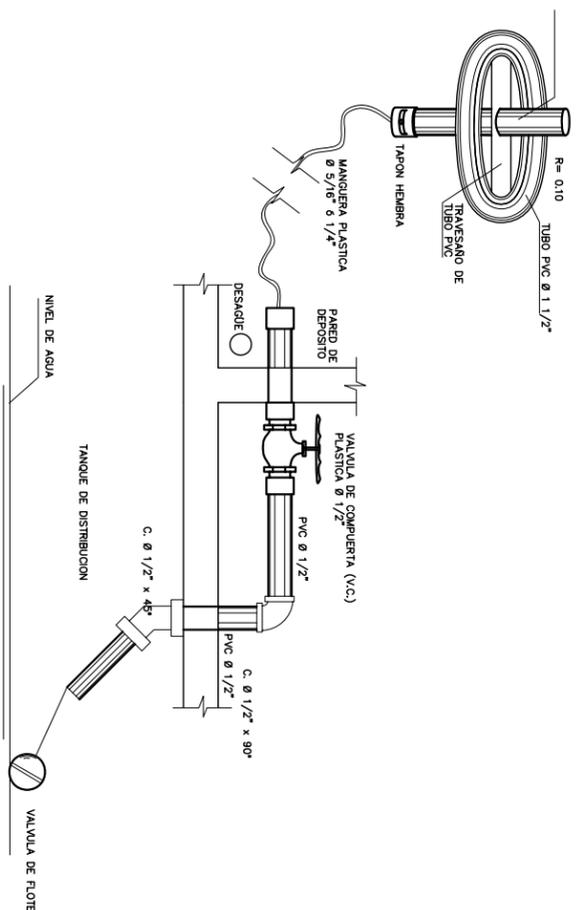
SECCION A-A' DE HIPOCLORADOR

ESCALA: 1:25



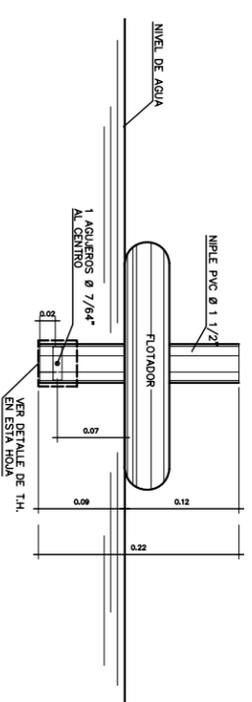
DETALLE DE ARMADO

ESCALA: 1:25



SECCION B-B' DE HIPOCLORADOR

ESCALA: 1:20

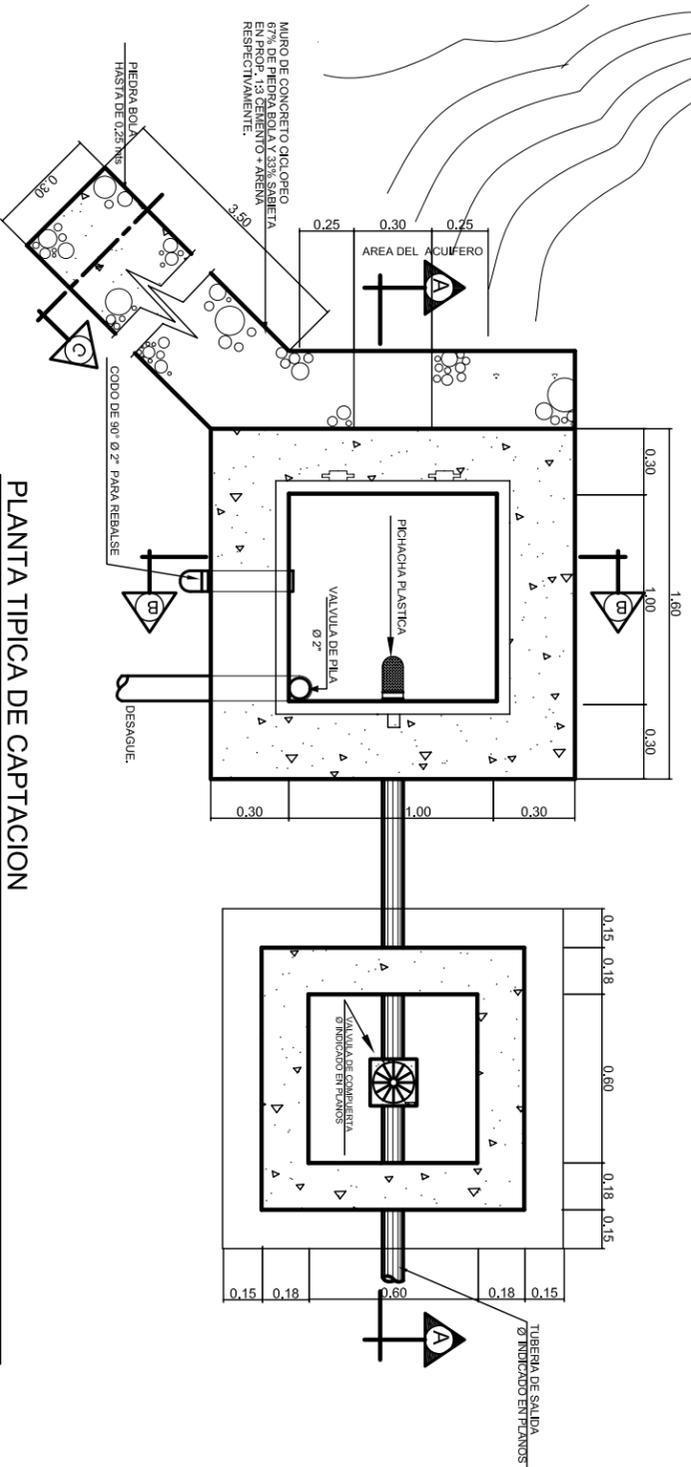


DETALLE DE FLOTADOR

ESCALA: 1:20

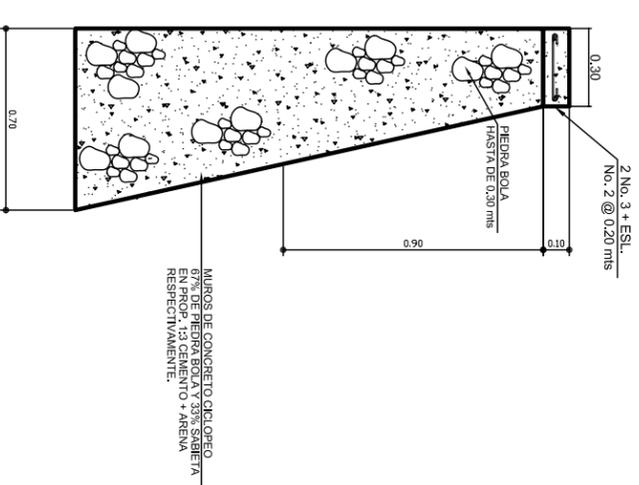
		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> EPS FEBRERO - JULIO 2007	
<b>MUNICIPALIDAD</b> <b>SIGUINALA, ESCUINTLA</b>		TITULO: ASIGNATURA: CATEDRA: CATEDRATICO: CATEDRATICA:	
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE INGENIERO: ALDEA SAN FELIPE SIGUINALA, ESCUINTLA CONTENIDO: DETALLE DE HIPOCLORADOR		FECHA: ESCALA: INDICACION: HOJA No. 8 / 9	

# DETALLES DE CAJA DE CAPTACION.



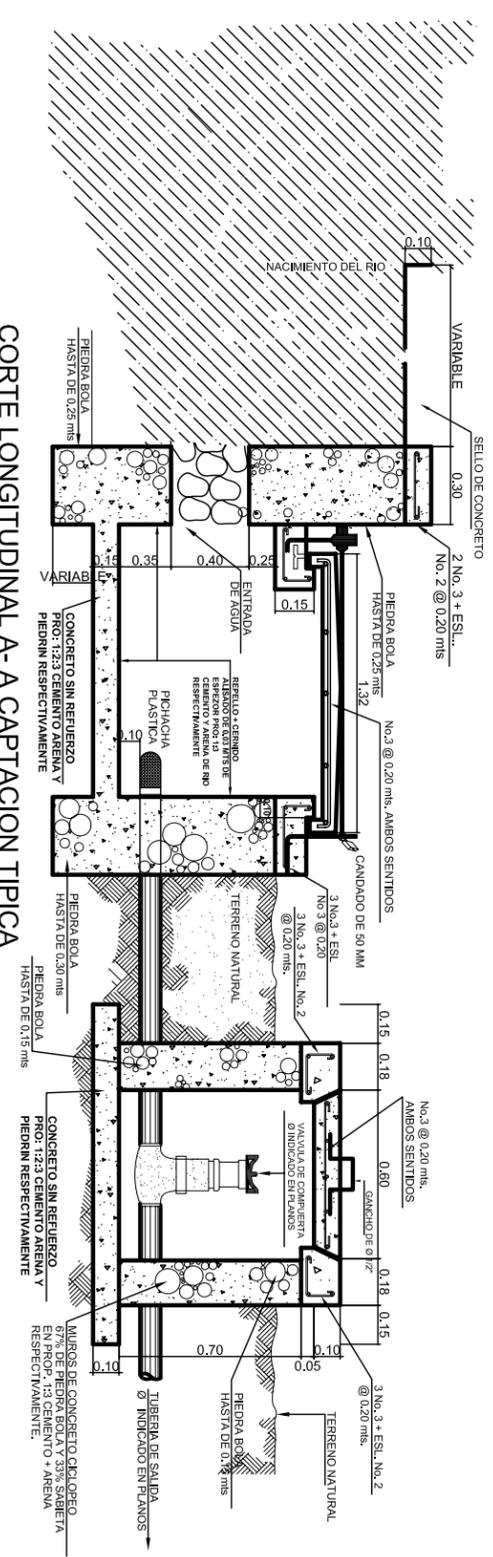
PLANTA TIPICA DE CAPTACION

ESC:1/12.5



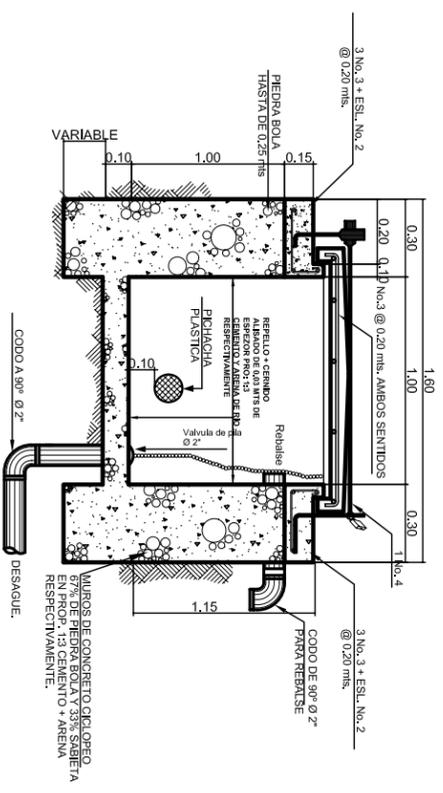
SECCION C

ESCALA : 1/12.5



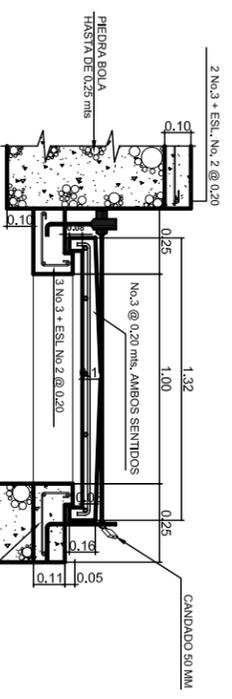
CORTE LONGITUDINAL A-A CAPTACION TIPICA

ESC:1/12.5



CORTE TRANSVERSAL B - B

ESC:1/12.5



DET. DE TAPADERA

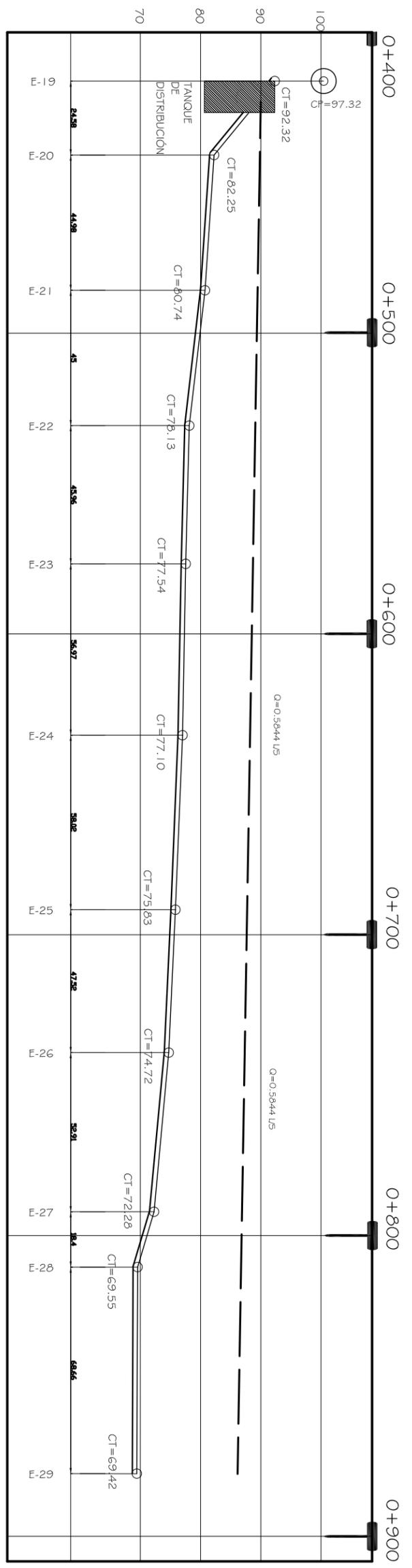
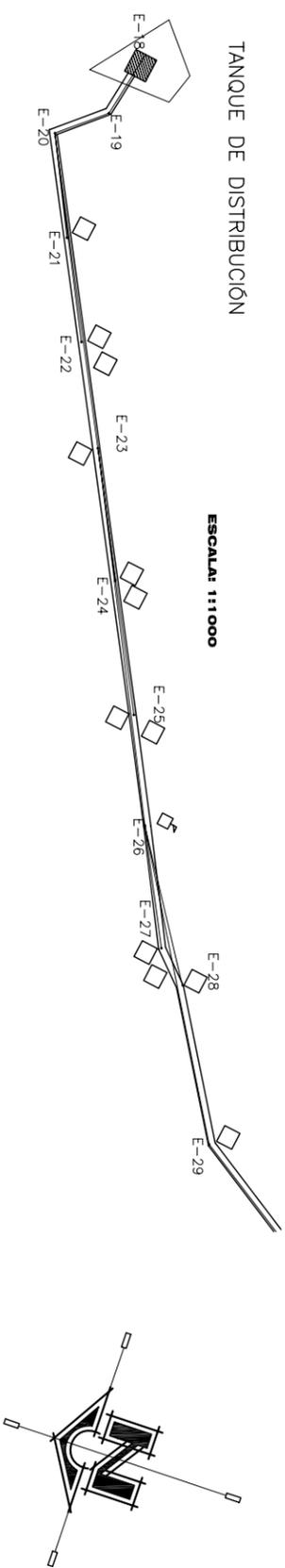
ESCALA : 1 / 12.5

MUROS DE CONCRETO CICLOPEO EN PROP. 1:3 CEMENTO + ARENA RESPECTIVAMENTE.

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> EPS FEBRERO - JULIO 2007	
INSTITUCION <b>MUNICIPALIDAD</b>	NOMBRE DEL PROYECTO <b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>
NOMBRE DEL DISEÑADOR <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>	NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>
NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>	NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>
NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>	NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>
NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>	NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>
NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>	NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>

NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>	NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>
NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>	NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>
NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>	NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>
NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>	NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>
NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>	NOMBRE DEL INGENIERO <b>ALDEN SAN FELIPE SIQUINALA, ESCUINTLA</b>





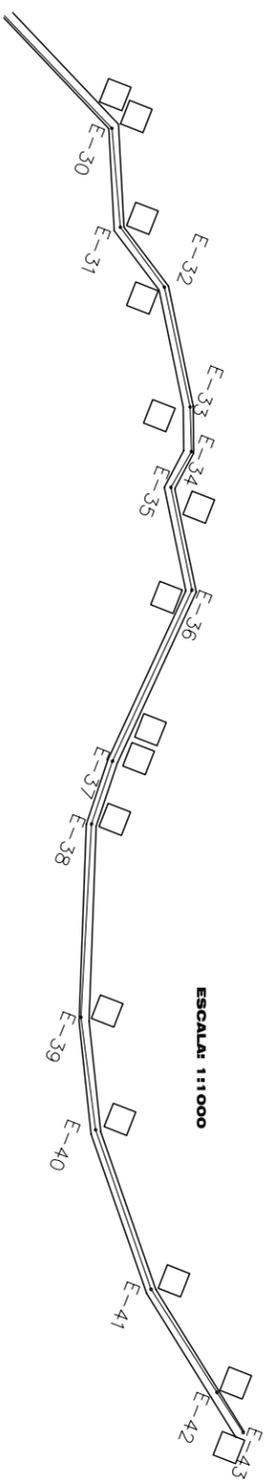
PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN E-19 A E-29

ESCALA H: 1:1750  
ESCALA V: 1:1375

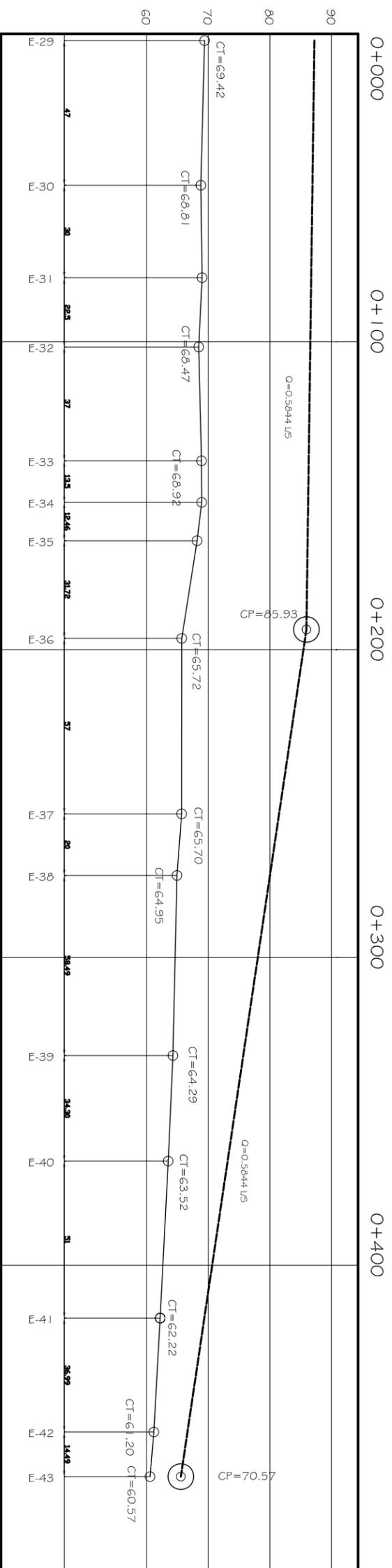
SIMBOLOGIA DE REFERENCIA

	ESTACION (E)		VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	CASA, IGLESIA, ESCUELA		TAPON HEMBRA (T.H.)
	CAMINO, CALLE		REDUCCION BUSHINGS (R.B.)
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, # indicado		CAPTACION
	COODO (C): 90° . 45°		TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)
	TEE, CRUZ Y YEE		LINEA PIEZOMETRICA

		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> EPS FEBRERO - JULIO 2007	
<b>MUNICIPALIDAD</b> <b>SIGUINALA, ESCUINTLA</b>		TITULO: ESCALA: INDICACION:	
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA SAN FELIPE SIGUINALA, ESCUINTLA		DISEÑADOR: INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL	
CONTENIDO: DETALLE DE CAJA DE CAPTACION		ESCALA: INDICACION:	
HOJA No. 3		TOTAL 9	



ESCALA: 1:1000



PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN E-29 A E-43

ESCALA H: 1:1000  
ESCALA V: 1:500

**SIMBOLOGIA DE REFERENCIA**

	ESTACION (E)		VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	CASA, IGLESIA, ESCUELA		TAPON HEMBRA (T.H.)
	CAMINO, CALLE		REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, # Indicado		CAPTACION
	CODO (C): 90°, 45°		TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)
	TEE, CRUZ Y YEE		LINEA PIEZOMETRICA

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
EPS FEBRERO - JULIO 2007

MUNICIPIO: **SIQUINALA, ESCUINTLA**  
MUNICIPALIDAD:

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
DIRECCION: ALDEA SAN FELIPE, SIQUINALA, ESCUINTLA  
CONTRATO: DETALLE DE CAJA DE CAPTACION

DISEÑADO: JOSE MANUEL SOLORZANO  
REVISADO: JOSE MANUEL SOLORZANO  
ESCALA: INDICADA

HOJA N°: 4  
TOTAL: 9



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**  
**PRESUPUESTO INTEGRADO**

<b>No.</b>	<b>REGLON</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	CAPTACION	1.00	UNIDAD	Q 13,567.85	Q 13,567.85
2	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	204.00	ML	Q 67.82	Q13,836.08
3	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	465.00	ML	Q 68.72	Q 31,954.43
4	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	1.00	UNIDAD	Q 17,640.00	Q17,640.00
5	TANQUE HIPOCLORADOR	1.00	UNIDAD	Q 3,773.46	Q3,773.46
6	CAJA DE VALVULAS PARA ACCESORIOS DE 1 1/2"	2.00	UNIDAD	Q 2,074.88	Q4,149.76
7	CAJA DE VALVULAS PARA ACCESORIOS DE 1"	1.00	UNIDAD	Q 2,067.38	Q2,067.38
8	CAJA DE VALVULAS PARA ACCESORIOS DE 3"	1.00	UNIDAD	Q 2,085.15	Q2,085.15
EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO ASCIENDE A:					Q89,074.10

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
ALDEA SAN FELIPE, SIQUINALÁ, ESCUINTLA**

**DESGLOSE DE COSTOS UNITARIOS**

<b>REGLON: CAPTACIÓN</b>					
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	<b>1</b>	UNIDAD	<b>13567.85</b>	Q	13,567.85

**A MATERIALES**

Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total
Cemento	44	SACO	Q 43.00	Q	1,892.00
Arena	5	M <sup>3</sup>	Q 80.00	Q	400.00
Piedrin 3/4"	3	M <sup>3</sup>	Q 130.00	Q	390.00
Piedra Bola	10	M <sup>3</sup>	Q 90.00	Q	900.00
Hierro No.2	4	VARILLA	Q 8.83	Q	35.32
Hierro No.3	14	VARILLA	Q 19.88	Q	278.32
Hierro No.4	2	VARILLA	Q 35.35	Q	70.70
Valvula de compuerta 2" de Br.	1	UNIDAD	Q 315.00	Q	315.00
Adaptador macho P.V.C. de 2"	2	UNIDAD	Q 9.84	Q	19.68
Pichacha de bronce de 1"	1	UNIDAD	Q 69.00	Q	69.00
Adaptador macho P.V.C. de 1"	1	UNIDAD	Q 4.94	Q	4.94
Reducidor P.V.C. de 2" a 1" Liso	1	UNIDAD	Q 10.63	Q	10.63
Sión a sefuir P.V.C.	1	UNIDAD	Q 333.45	Q	333.45
Tubo P.V.C. de 3" 125 psi	1	UNIDAD	Q 226.72	Q	226.72
Codo P.V.C. de 3" a 90	2	UNIDAD	Q 75.68	Q	151.36
Codo P.V.C. de 3" a 45	2	UNIDAD	Q 75.04	Q	150.08
Alambre de amarre	5	LIBRA	Q 5.00	Q	25.00
Madera de pino de 1" x 12" x 10'	200	PIE TABLA	Q 5.00	Q	1,000.00
Paral de 3"x3"x10'	60	PIE TABLA	Q 5.00	Q	300.00
clavo de 3"	16	LIBRA	Q 5.00	Q	80.00
TEE P.V.C. de 3" para drenaje	1	UNIDAD	Q 82.68	Q	82.68
Alambre epigado AG 400 Vrs.	1	ROLLO	Q 185.15	Q	185.15
Grapa para alambre espigado	5	LIBRA	Q 5.85	Q	29.25
Candado	1	UNIDAD	Q 65.00	Q	65.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>7,014.28</b>

**B MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total
Fundición de muro mamposteria	18	M <sup>3</sup>	Q 180.00	Q	3,240.00
Caja de captacion	1	UNIDAD	Q 500.00	Q	500.00
Instalacion de accesorios p-caja	1	GLOBAL	Q 100.00	Q	100.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>3,840.00</b>

<b>SUB- TOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>10,854.28</b>
-------------------	----------	------------------

<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA)</b>	<b>Q</b>	<b>10,854.28</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>	<b>Q</b>	<b>2,713.57</b>
<b>COSTO TOTAL DE LA CAPTACION</b>	<b>Q</b>	<b>13,567.85</b>

<b>REGLON: LINEA DE CONDUCCIÓN</b>					
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	<b>204</b>	<b>ML</b>	<b>67.82</b>	<b>Q</b>	<b>13,836.08</b>

<b>A</b>	<b>MATERIALES</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	tubería P.V.C. 160 PSI 1 1/2 "	53	TUBO	Q 82.43	Q 4,368.79
	tubería P.V.C. 160 PSI 1 "	12	TUBO	Q 46.51	Q 558.12
	Cemento solvente para P.V.C.	0.25	GALÓN	Q 443.81	Q 110.95
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			<b>Q</b>	<b>5,037.86</b>

<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Excavación	17	M³	Q 35.00	Q 595.00
	Relleno de excavacion	12	M³	Q 28.00	Q 336.00
	Instalacion de tubería P.V.C.	204	ML	Q 25.00	Q 5,100.00
	<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>			<b>Q</b>	<b>6,031.00</b>
	<b>SUB- TOTAL</b>				<b>Q 11,068.86</b>

<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA)</b>	<b>Q</b>	<b>11,068.86</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>	<b>Q</b>	<b>2,767.22</b>
<b>COSTO TOTAL DE LA CONDUCCION</b>	<b>Q</b>	<b>13,836.08</b>

<b>REGLON: LINEA DE DISTRIBUCIÓN</b>					
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	<b>465</b>	<b>ML</b>	<b>68.72</b>	<b>Q</b>	<b>31,954.43</b>

<b>A</b>	<b>MATERIALES</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	tubería P.V.C. 160 PSI 1 1/2 "	107	TUBO	Q 82.43	Q 8,820.01
	tubería P.V.C. 160 PSI 1 "	58	TUBO	Q 46.51	Q 2,697.58
	Cemento solvente para P.V.C.	0.25	GALÓN	Q 443.81	Q 110.95
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			<b>Q</b>	<b>11,628.54</b>

<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Excavación	42	M³	Q 35.00	Q 1,470.00
	Relleno de excavacion	30	M³	Q 28.00	Q 840.00
	Instalacion de tubería P.V.C.	465	ML	Q 25.00	Q 11,625.00
	<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>			<b>Q</b>	<b>13,935.00</b>
	<b>SUB- TOTAL</b>				<b>Q 25,563.54</b>

<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA)</b>	<b>Q</b>	<b>25,563.54</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>	<b>Q</b>	<b>6,390.89</b>
<b>COSTO TOTAL DE LA DISTRIBUCIÓN</b>	<b>Q</b>	<b>31,954.43</b>

<b>REGLON: TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b>					
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	<b>1</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>17640.98</b>	<b>Q</b>	<b>17,640.98</b>
<b>Descripción materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
Piedra bola	65	M <sup>3</sup>	Q 90.00	Q	5,850.00
Cemento	30	SACO	Q 43.00	Q	1,290.00
Arena	10	M <sup>3</sup>	Q 80.00	Q	800.00
Piedrin 3/4"	5	M <sup>3</sup>	Q 130.00	Q	650.00
Hierro No.2	4	VARILLA	Q 8.83	Q	35.32
Hierro No.3	6	VARILLA	Q 19.88	Q	119.28
Hierro No.4	2	VARILLA	Q 35.35	Q	70.70
Adaptador macho P.V.C. de 1"	2	UNIDAD	Q 9.84	Q	19.68
Valvula de compuerta 1" de Br.	1	UNIDAD	Q 70.00	Q	70.00
Codo de HG a 90 grados de 1"	2	UNIDAD	Q 85.00	Q	170.00
Niple HG de 1" X 0.50	1	UNIDAD	Q 5.90	Q	5.90
Niple HG de 1" X 1.50	1	UNIDAD	Q 17.50	Q	17.50
Adaptador macho P.V.C. de 1 1/2	2	UNIDAD	Q 9.84	Q	19.68
Reducidor P.V.C. de 1 1/2 a 1	1	UNIDAD	Q 11.00	Q	11.00
Pichacha de bronce de 1"	1	UNIDAD	Q 69.00	Q	69.00
Adaptador macho de PVC 1"	1	UNIDAD	Q 4.99	Q	4.99
Valvula de compuerta 2" de Br.	1	UNIDAD	Q 225.00	Q	225.00
TEE P.V.C. de 3"	1	UNIDAD	Q 74.00	Q	74.00
Válvula de compuerta de Br. 3"	1	UNIDAD	Q 74.00	Q	74.00
Adaptador macho PVC 3"	2	UNIDAD	Q 37.11	Q	74.22
Codo PVC a 90 grados 3"	3	UNIDAD	Q 75.68	Q	227.04
Tubería PVC 3"	1	TUBO	Q 226.72	Q	226.72
Abrazadera para PVC de 3"	1	UNIDAD	Q 5.00	Q	5.00
Niple HG de 3" X 0.50 m	1	UNIDAD	Q 4.50	Q	4.50
Niple HG de 3" X 0.10 m	1	UNIDAD	Q 2.25	Q	2.25
Codo de HG a 90 grados de 3"	2	UNIDAD	Q 112.00	Q	224.00
Cedazo metálico	1	YARDA	Q 18.00	Q	18.00
Tubo HG de 3/4"	1	TUBO	Q 145.00	Q	145.00
Candado	1	UNIDAD	Q 65.00	Q	65.00
			<b>TOTAL DE MATERIALES</b>	<b>Q</b>	<b>10,115.78</b>
<b>Descripción mano de obra</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
Limpieza	25	M <sup>2</sup>	Q 7.00	Q	175.00
Trazo y estaqueo	20	ML	Q 10.00	Q	200.00
Excavacion	25	M <sup>3</sup>	Q 33.00	Q	825.00
losa inferior de piedra bola	8	M <sup>3</sup>	Q 30.00	Q	225.00
muros de piedra bola	50	M <sup>3</sup>	Q 30.00	Q	1,500.00
Armado de losa superior	12	M <sup>3</sup>	Q 18.00	Q	216.00
Fundicion de losa superior	12	M <sup>3</sup>	Q 25.00	Q	300.00
Desentaramado	12	M <sup>3</sup>	Q 13.00	Q	156.00
Armado de escaleras y tapadera	1	UNIDAD	Q 400.00	Q	400.00
			<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>	<b>Q</b>	<b>3,997.00</b>
<b>SUB- TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>14,112.78</b>
<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA)</b>				<b>Q</b>	<b>14,112.78</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>				<b>Q</b>	<b>3,528.20</b>
<b>COSTO TOTAL DEL TANQUE DE DISTRIBUCION</b>				<b>Q</b>	<b>17,640.98</b>

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
ALDEA SAN FELIPE, SIQUINALÁ, ESCUINTLA**

**DESGLOSE DE COSTOS UNITARIOS**

<b>REGLON: TANQUE HIPOCLORADOR</b>					
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	<b>1</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>3773.46</b>	<b>Q</b>	<b>3,773.46</b>

**A MATERIALES**

Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total
Cemento Gris	12	SACO	Q 43.00	Q	516.00
Arena	1	M <sup>3</sup>	Q 80.00	Q	80.00
Piedrin 3/4"	1	M <sup>3</sup>	Q 130.00	Q	130.00
Tuberia PVC 315 PSI de 1/2"	1	TUBO	Q 28.92	Q	28.92
Adaptador macho PVC 1/2"	6	UNIDAD	Q 1.28	Q	7.68
Valvula de compuerta 1/2" Br.	3	UNIDAD	Q 65.00	Q	195.00
TEE P.V.C. de 1"	1	UNIDAD	Q 6.31	Q	6.31
Valvula de compuerta 1"	1	UNIDAD	Q 70.00	Q	70.00
Adaptador macho P.V.C. de 1"	2	UNIDAD	Q 4.94	Q	9.88
Codo PVC 90 grados 1"	1	UNIDAD	Q 1.65	Q	1.65
Reducidor P.V.C. de 1" a 1/2" liso	1	UNIDAD	Q 3.65	Q	3.65
Válvula de flote Br. De 3/4"	1	UNIDAD	Q 123.60	Q	123.60
Reducidor P.V.C. de 3/4" a 1/2" liso	1	UNIDAD	Q 3.23	Q	3.23
Adaptador macho PVC 3/4"	1	UNIDAD	Q 2.40	Q	2.40
Manguera plástica de 3/4"	1	UNIDAD	Q 12.50	Q	12.50
Hierro No. 3	20	VARILLA	Q 19.88	Q	397.60
Hierro No. 4	1	VARILLA	Q 35.35	Q	35.35
Alambre de amarre	5	LIBRA	Q 5.00	Q	25.00
Candado	1	UNIDAD	Q 65.00	Q	65.00
Tabla de pino rustica 1" X 12 "X 10 '	70	PIE TABLA	Q 5.00	Q	350.00
Parales de 3"x3"10'	45	PIE TABLA	Q 5.00	Q	225.00
Clavo 2"	6	LIBRA	Q 5.00	Q	30.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>2,318.77</b>

**B MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total
Caja para hipoclorador	1	UNIDAD	Q 600.00	Q	600.00
Colocacion de accesorios	1	GLOBAL	Q 100.00	Q	100.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>700.00</b>

<b>SUB- TOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>3,018.77</b>
-------------------	----------	-----------------

<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA)</b>	<b>Q</b>	<b>3,018.77</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>	<b>Q</b>	<b>754.69</b>
<b>COSTO TOTAL DE LA HIPOCLORACION</b>	<b>Q</b>	<b>3,773.46</b>

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
ALDEA SAN FELIPE, SIQUINALÁ, ESCUINTLA**

**DESGLÓSE DE COSTOS UNITARIOS**

<b>REGLON: CAJA DE VALVULAS PARA ACCESORIOS DE 1 1/2"</b>					
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	<b>1</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>2074.88</b>	<b>Q</b>	<b>2,074.88</b>

<b>A</b>	<b>MATERIALES</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Cemento Gris	6	SACO	Q 43.00	Q 258.00
	Arena	3	M <sup>3</sup>	Q 80.00	Q 240.00
	Piedrin 3/4"	1	M <sup>3</sup>	Q 130.00	Q 130.00
	Ladrillo tayuyo 0.065X0.11X0.23	56	UNIDAD	Q 1.10	Q 61.60
	Hierro No. 3	10	VARILLA	Q 19.88	Q 198.80
	Adaptador macho PVC 1 1/2"	2	UNIDAD	Q 33.00	Q 66.00
	Alambre de amarre	2	LIBRA	Q 5.00	Q 10.00
	Candado	1	UNIDAD	Q 65.00	Q 65.00
	Tabla de pino rustica 1" X 12 "X 10 '	3	PIE	Q 5.00	Q 15.00
	Clavo 2"	1	LIBRA	Q 5.00	Q 5.00
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			<b>Q</b>	<b>1,049.40</b>

<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Excavacion	0.30	M <sup>3</sup>	Q 35.00	Q 10.50
	Hacer caja de válvula	1	UNIDAD	Q 550.00	Q 550.00
	Colocacion de accesorios	1	GLOBAL	Q 50.00	Q 50.00
	<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>			<b>Q</b>	<b>610.50</b>

<b>SUB- TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>1,659.90</b>
-------------------	--	--	--	----------	-----------------

<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA)</b>	<b>Q</b>	<b>1,659.90</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>	<b>Q</b>	<b>414.98</b>
<b>COSTO TOTAL DE LA CAPTACION</b>	<b>Q</b>	<b>2,074.88</b>

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
ALDEA SAN FELIPE, SIQUINALÁ, ESCUINTLA**

**DESGLÓSE DE COSTOS UNITARIOS**

<b>REGLON: CAJA DE VALVULAS PARA ACCESORIOS DE 1"</b>					
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	<b>1</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>2067.38</b>	<b>Q</b>	<b>2,067.38</b>

<b>A</b>	<b>MATERIALES</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Cemento Gris	6	SACO	Q 43.00	Q 258.00
	Arena	3	M <sup>3</sup>	Q 80.00	Q 240.00
	Piedrin 3/4"	1	M <sup>3</sup>	Q 130.00	Q 130.00
	Ladrillo tayuyo 0.065X0.11X0.23	56	UNIDAD	Q 1.10	Q 61.60
	Hierro No. 3	10	VARILLA	Q 19.88	Q 198.80
	Adaptador macho PVC 1"	2	UNIDAD	Q 30.00	Q 60.00
	Alambre de amarre	2	LIBRA	Q 5.00	Q 10.00
	Candado	1	UNIDAD	Q 65.00	Q 65.00
	Tabla de pino rustica 1" X 12 "X 10 '	3	PIE	Q 5.00	Q 15.00
	Clavo 2"	1	LIBRA	Q 5.00	Q 5.00
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			<b>Q</b>	<b>1,043.40</b>

<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Excavacion	0.30	M <sup>3</sup>	Q 35.00	Q 10.50
	Hacer caja de válvula	1	UNIDAD	Q 550.00	Q 550.00
	Colocacion de accesorios	1	GLOBAL	Q 50.00	Q 50.00
	<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>			<b>Q</b>	<b>610.50</b>
	<b>SUB- TOTAL</b>				<b>Q 1,653.90</b>

<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA)</b>	<b>Q</b>	<b>1,653.90</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>	<b>Q</b>	<b>413.48</b>
<b>COSTO TOTAL DE LA CAPTACION</b>	<b>Q</b>	<b>2,067.38</b>

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
ALDEA SAN FELIPE, SIQUINALÁ, ESCUINTLA**

**DESGLOSE DE COSTOS UNITARIOS**

<b>REGLON: CAJA DE VALVULAS PARA ACCESORIOS DE 3"</b>					
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	<b>1</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>2085.15</b>	<b>Q</b>	<b>2,085.15</b>

<b>A</b>	<b>MATERIALES</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Cemento Gris	6	SACO	Q 43.00	Q 258.00
	Arena	3	M <sup>3</sup>	Q 80.00	Q 240.00
	Piedrin 3/4"	1	M <sup>3</sup>	Q 130.00	Q 130.00
	Ladrillo tayuyo 0.065X0.11X0.23	56	UNIDAD	Q 1.10	Q 61.60
	Hierro No. 3	10	VARILLA	Q 19.88	Q 198.80
	Adaptador macho PVC 3"	2	UNIDAD	Q 37.11	Q 74.22
	Alambre de amarre	2	LIBRA	Q 5.00	Q 10.00
	Candado	1	UNIDAD	Q 65.00	Q 65.00
	Tabla de pino rustica 1" X 12 "X 10 '	3	PIE	Q 5.00	Q 15.00
	Clavo 2"	1	LIBRA	Q 5.00	Q 5.00
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			<b>Q</b>	<b>1,057.62</b>

<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
	Excavacion	0.30	M <sup>3</sup>	Q 35.00	Q 10.50
	Hacer caja de válvula	1	UNIDAD	Q 550.00	Q 550.00
	Colocacion de accesorios	1	GLOBAL	Q 50.00	Q 50.00
	<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>			<b>Q</b>	<b>610.50</b>
	<b>SUB- TOTAL</b>				<b>Q 1,668.12</b>

<b>COSTO DIRECTO ( MATERIALES + MANO DE OBRA)</b>	<b>Q</b>	<b>1,668.12</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS (25%)</b>	<b>Q</b>	<b>417.03</b>
<b>COSTO TOTAL DE LA CAPTACION</b>	<b>Q</b>	<b>2,085.15</b>

### **2.2.12 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 XXI. Programación para el mantenimiento preventivo**

<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Captación</b>	
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.	timestral
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
<b>Línea de Conducción</b>	
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
<b>Tanque de distribución</b>	
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
<b>Red de distribución</b>	
Inspeccionar la red de distribución con el fin de detectar fugas u otra anomalías; si	mensual

es posible, corregirlas; en caso contrario, anotarlas en las hojas de registro, verificar y revisar las cajas de válvulas.	
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
<b>Válvulas</b>	
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 empacadura 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
<b>Conexiones domiciliarias</b>	
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

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR).

### **Responsabilidad del técnico:**

Conocer todas las partes del acueducto y sus funciones

- Organizar el mantenimiento preventivo de la obra.
- Recibir capacitación técnica practica en su comunidad en el momento

que se está llevando a cabo la construcción de la obra de agua potable (se llevará a cabo en la fase de docencia).

- 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.

### **2.2.13 Propuesta de tarifa.**

El estudio tarifario se realiza con base en los gastos que se generan mensualmente para que el sistema funcione, un porcentaje de imprevistos, más un porcentaje de reserva con el que se tiene que contar para poder reemplazar cualquier componente del sistema en el momento que éste falle o se deteriore por llegar al término de su vida útil.

### Costo de operación (o)

Es el pago que se efectuará al fontanero y ayudante por la revisión de tubería, conexiones domiciliarias, mantenimiento y operación. Estimando un recorrido de 2 Km de línea, revisará 28 conexiones al día, además se contempla un factor que representa las prestaciones como aguinaldo, bono 14 e indemnización.

$$O = (1.49) \left[ \text{Jornal} * \left( \frac{\text{longitudLC}}{3000} + \frac{\text{No.conexiones}}{20} \right) \right]$$
$$O = (1.49) \left[ 35 * \left( \frac{204}{3000} + \frac{28}{20} \right) \right] = \mathbf{Q 76.55/mes}$$

### Costo de mantenimiento:

Se estima un 4 por millar del costo del proyecto, q será utilizado para la compra de materiales.

$$M = \frac{0.004 X \text{CostoTotalDel Proyecto}}{\text{PeríodoDiseño}}$$

$$M = \frac{0.004 X 89074.10}{20} = \mathbf{Q 17.81/mes}$$

### Costo de tratamiento:

Será para la compra mensual de tratamiento según el método de desinfección.

$$T = \frac{(30)(\text{CostoDeUnGramoHipoclorito})(Qc)(0.001)(86400)}{\text{ConcentracionCloro}}$$

$$T = \frac{(30)(23.5)(0.5844)(0.001)(86400)}{70} = \mathbf{Q\ 508.52/mes}$$

**Costo de administración:**

Gastos que se incurrirá en papelería, sellos, viáticos, se estima un 15% de total de los resultados anteriores

$$A = 0.15(O + M + T)$$

$$A = 0.15(76.55 + 17.81 + 508.52) = \mathbf{Q\ 90.43/mes}$$

**Costo de reserva:**

Como un 12% de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 0.12(76.55 + 17.81 + 508.52) = \mathbf{Q\ 72.35/mes}$$

**CÁLCULO DE TARIFA PROPUESTA:**

$$Tc = \frac{O + M + T + A + R}{No.VIVIENDAS}$$

$$Tc = \frac{76.55 + 17.81 + 508.52 + 90.43 + 72.35}{28} = \mathbf{Q\ 27.35/mes}$$

» **Q 30.00/vivienda/mes**

#### **2.2.14 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.

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 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.

**Identificación de los factores que puedan causar impacto al medio ambiente y a 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 existieran fugas de agua que no sean localizadas rápidamente, ocasionando contaminación de la misma. Aplica a etapa de operación.

### **2.2.15 Evaluación socio-económica.**

La evaluación socio-económica trata del tiempo en el cual será reembolsado 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.

#### **2.2.15.1 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.

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

donde:

VP= Valor presente dado un pago uniforme

A = Anualidad según sea ingreso o egreso

i = Tasa de interés anual (se supondrá una tasa del 11% anual)

n = Número de años en que se proyecta la obra (20 años)

**Costo de operación y mantenimiento anual del análisis de tarifa se tiene:**

$$CA = (O + M + T + R) (12\text{MESES})$$

$$CA = (76.55+17.81+508.52+72.35)(12) = \mathbf{Q 8,102.76 \text{ anual}}$$

**Tasa de población anual:**

$$IA = 30.00/\text{viv} * 28 \text{ viviendas} * 12 \text{ meses} = \mathbf{Q 10,080.00 \text{ anual}}$$

- **VP costo de operación y mantenimiento:**

$$VP = CA \left[ (1+i)^n + \frac{1}{i(1+i)^n} \right] = 8,102.76 \left[ \frac{(1+0.11)^{20} - 1}{0.11(1+0.11)^{20}} \right] = \mathbf{64524.9365}$$

- **VP tarifa poblacional:**

$$VP = IA \left[ (1+i)^n + \frac{1}{i(1+i)^n} \right] = 10,080 \left[ \frac{(1+0.11)^{20} - 1}{0.11(1+0.11)^{20}} \right] = \mathbf{80270.347}$$

- **Valor presente neto (VPN):**

Se utilizará el signo negativo para los egresos (CA) y el signo positivo para los ingresos (IA).

$$VPN = 10,080 \left[ \frac{(1 + 0.11)^{20} - 1}{0.11(1 + 0.11)^{20}} \right] - 8,102.76 \left[ \frac{(1 + 0.11)^{20} - 1}{0.11(1 + 0.11)^{20}} \right]$$

$$VPN = 64524.9365 - 80270.347$$

$$VPN = \mathbf{15745.41089}$$

Como el valor presente neto calculado es mayor que cero, se dice que el proyecto es rentable, significa que la inversión realizada en el proyecto se recuperará.

### 2.2.15.2 Tasa interna de retorno (TIR).

Conceptualmente, la tasa interna de retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de un proyecto. Se encuentra la TIR cuando el VPN es igual a 0.

- a. Con el 11% obtuvimos un VPN de **15745.41089**
- b. Con un 5% tenemos:

$$VPN = 10,080 \left[ \frac{(1 + 0.05)^{20} - 1}{0.05(1 + 0.05)^{20}} \right] - 8,102.76 \left[ \frac{(1 + 0.05)^{20} - 1}{0.05(1 + 0.05)^{20}} \right]$$

$$VPN = \mathbf{24640.78078}$$

Se utiliza interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca:

11% VPN= 15745.41089  
5% VPN= 24640.78078  
TIR VPN= 0

$$TIR = \frac{((11 - 5) - (0 - (15745.41089)))}{24640.78078 - (15745.41089)} + 11$$

**TIR = 12.77 % anual**

No hay ganancias al realizar el proyecto. Por lo cual, más que un proyecto de ganancias, es un proyecto de beneficencia para los vecinos del lugar.



## CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los diagnósticos sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura, se definieron como prioritarios los siguientes proyectos: diseño del pavimento rígido para algunas calles de la colonia Tierra Verde y sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea San Felipe, ambos en el municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla. Con estos proyectos se espera contribuir al mejoramiento y desarrollo del municipio.
2. Terminado el sistema de abastecimiento de agua potable, evitaremos la proliferación de enfermedades gastrointestinales causadas por el uso de aguas contaminadas, con lo que se espera mejorar el nivel y calidad de vida de los habitantes de la aldea San Felipe.
3. La pavimentación de las calles permite el acceso vehicular y peatonal, integrando y beneficiando a todo el municipio de Siquinalá.
4. El sistema de abastecimiento de agua potable es un proyecto viable, debido a que beneficia a gran cantidad de vecinos, además es de suma importancia contar con este servicio básico en la vida y desarrollo de las comunidades.



## RECOMENDACIONES

1. Una vez construido el sistema de abastecimiento de agua potable, debe implementarse un plan de mantenimiento, ya que conforme el tiempo transcurra, la vida útil del proyecto va disminuyendo.
2. Al construir el pavimento rígido, se deben seguir estrictamente todas las especificaciones y detalles que se encuentren en los planos, debiendo tomar como bibliografía de apoyo, tanto para la construcción como para la supervisión, el presente trabajo.
3. Involucrar a los beneficiarios dentro del proceso constructivo para ambos proyectos, así podrán valorar y conservar los mismos.
4. El presupuesto de ejecución es una referencia y no se debe tomar como definitivo al momento de realizar la construcción, ya que está sujeto a cambios, principalmente por las circunstancias económicas que existan al momento de la ejecución.



## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Axt Mull, Ana Judith, DISEÑO DE JUNTAS EN PAVIMENTOS RIGIDOS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO DE UN SECTOR DE QUETZALTENANGO, Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1991, págs. 35 a 75.
2. Mendez Toledo, Abilio Róchale, CARACTERISTICAS DE LOS METODOS DE CLASIFICACION DE SUELOS, DISEÑO DE PAVIMENTOS DE UN SECTOR DE LA COLONIA REFORMITA ZONA 12. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1990, págs. 21 a 43.
3. Instituto de Fomento Municipal - INFOM, GUÍA PARA EL SISTEMA DE ABSTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES. Ciudad de Guatemala, junio 1997, págs. 47 y 48.
4. INVENTARIO DE TECNOLOGIAS DE AGUA Y SANEAMIENTO EN GUATEMALA UTILIZADAS EN COMUNIDADES RURALES E INDÍGENAS. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Organización Mundial de la salud. Guatemala, 1998, págs. 66, 69 y 70.
5. NORMAS PARA EXÁMENES BACTERIOLÓGICO Y FÍSICO- QUÍMICO SANITARIO. Norma COGUANOR 29001. Comisión Guatemalteca de Normas. Guatemala
6. MANUAL CENTROAMERICANO PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS. Ing. Jorge Coronado Iturbide, consultor de SIECA (SECRETARÍA DE INTEGRACIÓN CENTROAMERICANA. Costa Rica, 2000, págs. 25 a 55.
7. Estrada Hurtarte, Gustavo Adolfo MANUAL DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIALES PARA URBANIZACIONES Y EDIFICACIONES. Guatemala, Febrero de 1990, págs. 75 y 78 a 85.



## APÉNDICE

- Ensayos realizados al suelo.
- Memoria de cálculo para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Libretas topográficas para el diseño del pavimento rígido y sistema de abastecimiento de agua potable.

Figura 4. Límites de Atterberg (ver página 17 ).



# SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA

GEOTECNIA • CIMENTACIONES • LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

INFORME No W-30-08

INTERESADO: VICTOR JOSÉ WILFREDO MILIAN SILIEZA  
ASUNTO: LIMITES DE ATTERBERG ASSHO T-89, T-90  
PROYECTO: PAVIMENTACION COLONIA TIERRA VERDE, SIQUINALA  
FECHA: ENERO DEL 2,008

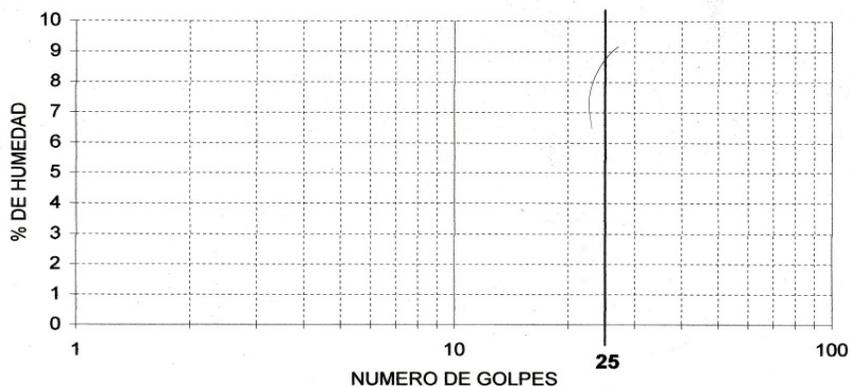
## I. IDENTIFICACION

1.1 DESCRIPCION: ARENA DE ORIGEN ANDESITO, LIGERAMENTE LIMOSA DE COLOR NEGRO.

1.2 MUESTRA: UNICA

## II. RESULTADOS

### CURVA DE FLUJO



LIMITE LIQUIDO: N.P. INDICE DE GRUPO:  
LIMITE PLASTICO: N.P. CLASIFICACION:  
INDICE PLASTICO: N.P. HUMEDAD NATURAL:

OBSERVACIONES:  
Atentamente,

N.P.

NO PLASTICO

ING. RODOLFO ROSALES  
POR SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA



8a. Avenida, 25-54, Zona 8, Valle Dorado, Mixco, Guatemala  
Tels: (502) 2477 9092 • 2477 9948 • Fax: (502) 2477-9327

Figura 5. Ensayo de equivalente de arena (ver página 23 ).



## SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA

GEOTECNIA • CIMENTACIONES • LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

INFORME No W-61 -08

INTERESADO: VICTOR JOSÉ WILFREDO MILIÁN SILIEZAR  
ASUNTO: EQUIVALENTE DE ARENA AASHTO T - 176  
PROYECTO: PAVIMENTACIÓN COLONIA TIERRA VERDE, SIQUINALA  
FECHA: ENERO DEL 2,008

---

I Muestra :

UNICA

II Descripción del Material:

ARENA DE ORIGEN ANDESITO, LIGERAMENTE LIMOSA DE COLOR NEGRO.

III Resultados:

2.1 Lectura de la Arena:	1.8
2.2 Lectura de la Arcilla:	3.4
2.3 Equivalente de Arena:	<b>53</b> %

Atentamente,

ING. RODOLFO ROSALES



POR SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA

---

8a. Avenida, 25-54, Zona 8, Valle Dorado, Mixco, Guatemala  
Tels: (502) 2477 9092 • 2477 9948 • Fax: (502) 2477-9327

Figura 6. Ensayo de granulometría (ver página 20 ).

INFORME No W-29-08

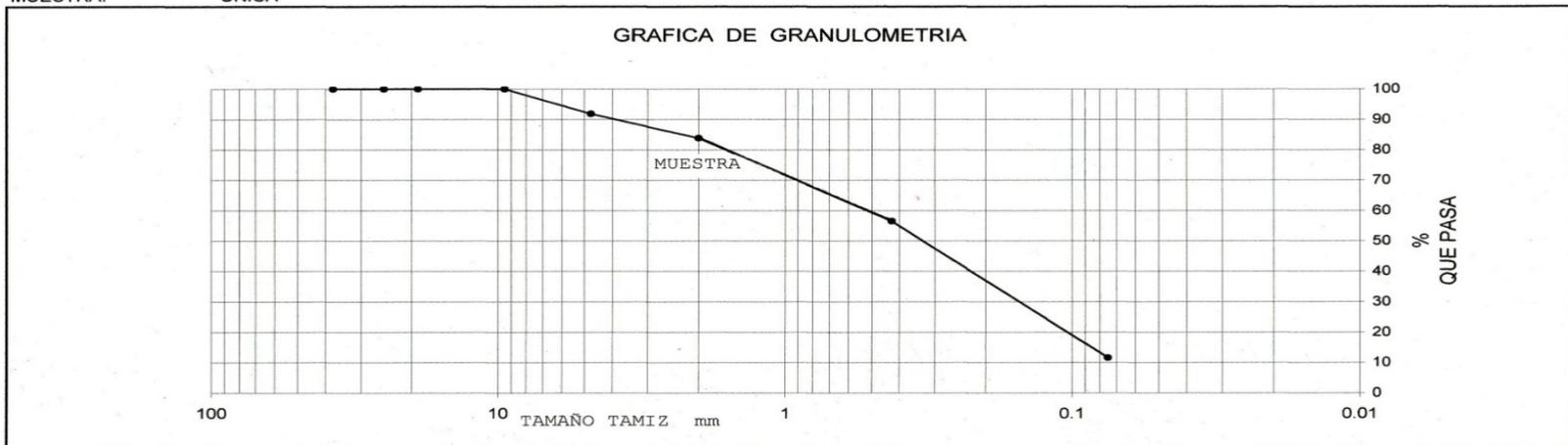
INTERESADO: VICTOR JOSÉ WILFREDO MILIÁN SILIEZAR

PROYECTO: PAVIMENTACION COLONIA TIERRA VERDE SIQUINALA

ASUNTO: ENSAYO DE GRANULOMETRIA LAVADA ASSHO T-27

FECHA: ENERO DEL 2,008

MUESTRA: ÚNICA



	GRAVA										ARENA										LIMO
	GRUESA					FINA					GRUESA		MEDIA			FINA					ARCILLA
TAMIZ No	3	2 1/2	2	1 1/2	1	3/4	1/2	3/8	1/4		4	10	20	30	40	50	60	80	100	200	325
TAMIZ mm	75.0	63.0	50.0	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	6.3		4.8	2.0	0.9	0.6	0.4	0.30	0.25	0.18	0.15	0.075	0.045
% QUE PASA	---	---	---	100.0	100.0	100.0	---	100.0	---		91.9	83.8	---	---	56.6	---	---	---	---	11.6	--

Coficiente de Uniformidad ( Cu ) = N.A  
Coficiente de Curvatura ( Cz ) = N.A

OBS. N.A = NO APLICA

Atentamente,

ING. RODOLFO ROSALES  
POR SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA



Figura 7. Ensayo de C.B.R. (ver página 22)



**SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA**  
 GEOTECNIA • CIMENTACIONES • LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

INFORME No W-24-08

INTERESADO: VICTOR JOSÉ WILFREDO MILIAN SILIEZAR.  
 ASUNTO: C.B.R. AASHO T-193  
 PROYECTO: PAVIMENTACION COLONIA TIERRA VERDE, SIQUINALA  
 FECHA: ENERO DEL 2,008

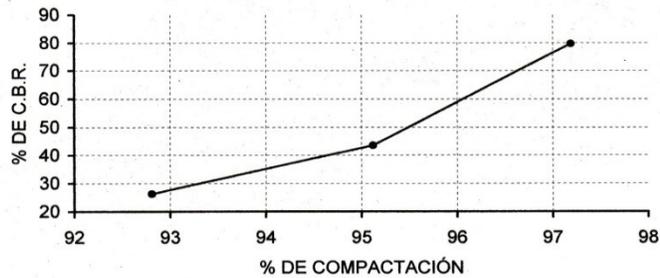
I.- IDENTIFICACION

- 1.1 MUESTRA: UNICA  
 1.2 DESCRIPCIÓN: ARENA DE ORIGEN ANDESITO, LIGERAMENTE LIMOSA DE COLOR NEGRO.  
 1.3 USO: COMPACTACIÓN DE BASE

II.- RESULTADOS

PROBETA No	GOLPES No	A LA COMPACTACION		COMPACTACION %	EXPANSION %	C.B.R. %
		HUMEDAD %	DENSIDAD Lb/PIE3			
1	10	8.87	112.67	92.81	0.10	26
2	30	8.87	115.48	95.12	0.16	44
3	65	8.87	117.99	97.19	0.06	80

% C.B.R. vrs % COMPACTACIÓN



Atentamente,

ING. RODOLFO ROSALES  
 POR SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA



8a. Avenida, 25-54, Zona 8, Valle Dorado, Mixco, Guatemala  
 Tels: (502) 2477 9092 • 2477 9948 • Fax: (502) 2477-9327

## MEMORIA DE CÁLCULO DEL DISEÑO DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

### CONDUCCIÓN:

E-1 : 100.50

E-19 : 92.32

$$\begin{aligned} \text{Carga disponible} &= 100.5 - 92.32 \\ &= 12.5 - (5) \\ &= 3.18 \text{ m} \end{aligned}$$

$$D = \left( \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = \left( \frac{1743.811 * (376.8 * 1.05) * 0.5844^{1.85}}{150^{1.85} * 3.18} \right)^{\frac{1}{4.87}} = 1.5153$$

Se usará entonces de 1" y de 1 1/2" con diámetros internos de 1.195 y 1.754 respectivamente.

$$Hf_{1\frac{1}{2}} = \left( \frac{1743.811 * (376.8 * 1.05) * 0.5844^{1.85}}{150^{1.85} * 1.754^{4.87}} \right) = 1.5596$$

$$Hf_1 = \left( \frac{1743.811 * (376.8 * 1.05) * 0.5844^{1.85}}{150^{1.85} * 1.195^{4.87}} \right) = 10.1079$$

Hallamos la longitud 2:

$$L_2 = \frac{L(H - H_1)}{H_2 - H_1} = \frac{376.8 * 1.05(3.18 - 1.5596)}{10.1079 - 1.5596} = 75 \text{ metros}$$

$$L_1 = 376.8 * 1.05 - 274.937 = 320.64 \text{ Metros.}$$

Número de tubos:

$$\# \text{ tubos } 1\frac{1}{2} = \frac{\text{longitud1}}{6 \text{ metros}} = \frac{320.64}{6} = 52.65 = 53 \text{ tubos PVC } \varnothing 1\frac{1}{2}''$$

$$\# \text{ tubos } 1 = \frac{\text{longitud2}}{6 \text{ metros}} = \frac{75}{6} = 12.31 = 12 \text{ tubos PVC } \varnothing 1''$$

Pérdidas reales:

$$Hf_{\frac{1}{2}} = \left( \frac{1743.811 * (320.643) * 0.5844^{1.85}}{150^{1.85} * 1.754^{4.87}} \right) = 1.26399$$

$$Hf_1 = \left( \frac{1743.811 * (75) * 0.5844^{1.85}}{150^{1.85} * 1.195^{4.87}} \right) = 1.91613$$

La suma debe ser el total de la carga disponible prevista:  $1.26399 + 1.91613 = 3.18$  m

Se deben chequear también las velocidades, deben estar en un rango de (0.3 a 3.0) m/s. Para el cálculo de la velocidad se usa la siguiente fórmula:

$$Velocidad(V) = \frac{1.974 * (CaudalMaximoDiario(QMD))}{DiámetroInterno^2}$$

$$Velocidad1 = \frac{1.974 * (0.5844)}{1.754^2} = 0.375 \text{ m/s}$$

$$Velocidad2 = \frac{1.974 * (0.5844)}{1.195^2} = 0.808 \text{ m/s}$$

### DISTRIBUCIÓN:

Cota del terreno en E-19 (Tanque de distribución) =  $92.32 - 2 = 90.32$

Cota del terreno en E-43 = 60.57

La carga disponible es:  $90.32 - 60.57 = 29.75$  m.c.a. =  $29.75 - 10 = 19.75$  m.c.a.

Comparación de caudales unitarios con simultáneos:

1.  $CaudalUnitario(Q_u) = \frac{Q_{MH}}{N}$ , donde QMH es el caudal máximo horario y N el número de vivienda en el tramo a diseñar. El caudal de diseño es el caudal unitario por el número de viviendas en el tramo, y como tenemos en el sistema un solo tramo nuestro caudal de diseño en este caso es nuestro QMH

$$Q_{diseño} = Q_{MH} = 0.7792 \text{ l/s}$$

$$2. \text{CaudalSimultáneo}(Q_s) = K\sqrt{n-1}$$

donde:

K = Constante en función de las viviendas, 0.15 si es menor a 100 y 0.25 si es mayor a 100.

n = número de viviendas en el tramo

$$\text{CaudalSimultáneo}(Q_s) = 0.15\sqrt{28-1} = 0.7794 \text{ L/s.}$$

Conociendo los dos valores de 0.7792 y 0.7794, procedemos a usar como Caudal de diseño (Qs) el mayor que es de 0.7794 l/s. El cálculo de diámetros, longitudes, velocidades y chequeo de presión dinámica se realiza de igual manera que la línea de conducción.

$$D = \left( \frac{1743.811 * (959.16 * 1.05) * 0.7794^{1.85}}{150^{1.85} * 19.75} \right)^{\frac{1}{4.87}} = 1.40754$$

$$Hf_{1/2} = \left( \frac{1743.811 * (959.16 * 1.05) * 0.7794^{1.85}}{150^{1.85} * 1.754^{4.87}} \right) = 6.7631$$

$$Hf_1 = \left( \frac{1743.811 * (959.16 * 1.05) * 0.7794^{1.85}}{150^{1.85} * 1.195^{4.87}} \right) = 43.8315$$

$$L_2 = \frac{L(H - H_1)}{H_2 - H_1} \quad L_2 = \frac{959.16 * 1.05(19.75 - 6.7631)}{43.8315 - 6.7631} = 352.843$$

$$L_1 = 959.16 * 1.05 - 435.71 = 654.275$$

$$\# \text{ tubos } 1 \frac{1}{2} = \frac{\text{longitud1}}{6 \text{ metros}} = \frac{654.275}{6} = 107.43 = 107 \text{ tubos PVC } \varnothing 1 \frac{1}{2} \text{ ''}$$

$$\# \text{ tubos } 1 = \frac{\text{longitud2}}{6 \text{ metros}} = \frac{352.843}{6} = 57.94 = 58 \text{ tubos PVC } \varnothing 1 \text{ ''}$$

Pérdidas reales:

$$Hf_{\frac{1}{2}} = \left( \frac{1743.811 * (654.275) * 0.7794^{1.85}}{150^{1.85} * 1.754^{4.87}} \right) = 4.39363$$

$$Hf_1 = \left( \frac{1743.811 * (352.843) * 0.7794^{1.85}}{150^{1.85} * 1.195^{4.87}} \right) = 15.3563$$

La suma de las perdidas es la carga total disponible.

$$Velocidad1 = \frac{1.974 * (0.7794)}{1.754^2} = 0.50m / s$$

$$Velocidad2 = \frac{1.974 * (0.7794)}{1.195^2} = 1.07m / s$$

ALTIMETRIA SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

EST.	P.O.	H.I.	Angulo Vertical			trans	radianes	Hs e Hi	Hm	Dist. Hz	Dist. Vert (V)	V-Hm	BM	cota
			grados	min	seg									
E-0	E-1	1.52	10	49	33	10.82583	0.189	2.820	3.800	3.86	-0.737926	-4.537926	100.00	101.00
								2.780						
	E-2	1.52	1	14	40	1.244	0.022	1.830	1.765	12.99	-0.28227	-2.047267	100.00	100.00
								1.700						
E-2	E-3	1.5	1	14	47	1.246	0.022	1.560	1.460	19.99	-0.43493	-1.894935	100.28	99.80
								1.360						
E-3	E-4	1.46	1	35	58	1.599	0.028	0.715	0.550	32.97	-0.92074	-1.470735	99.80	99.75
								0.385						
E-4	E-5	1.54	3	22	45	3.379	0.059	0.350	0.230	23.92	-1.41218	-1.642182	99.75	99.70
								0.110						
E-5	E-6	1.68	1	0	41	1.011	0.018	0.640	0.395	48.98	-0.86477	-1.259772	99.70	99.68
								0.150						
E-6	E-7	1.53	2	36	27	2.608	0.046	0.710	0.598	22.45	-1.02255	-1.620550	99.68	99.59
								0.485						
E-7	E-8	1.53	2	45	12	2.753	0.048	0.690	0.555	26.94	-1.29548	-1.850481	99.59	99.27
								0.420						
E-8	E-9	1.65	2	56	12	2.937	0.051	1.480	1.430	9.97	-0.51165	-1.941648	99.27	98.98
								1.380						
E-9	E-10	1.51	0	13	9	0.219	0.004	1.540	1.385	31.00	-0.11858	-1.503579	98.98	98.98
								1.230						
E-10	E-11	1.59	0	49	57	0.833	0.015	0.180	0.125	11.00	-0.15981	-0.284806	98.98	98.50
								0.070						
E-11	E-12	1.54	6	5	36	6.093	0.106	1.050	0.928	24.22	-2.58594	-3.513942	98.50	98.48
								0.805						
E-12	E-13	1.7	2	6	31	2.109	0.037	1.350	1.265	16.98	-0.62507	-1.890073	98.48	98.50
								1.180						
E-13	E-14	1.52	1	44	37	1.744	0.030	0.600	0.555	8.99	-0.27372	-0.828717	98.50	98.00
								0.510						
E-14	E-15	1.47	4	37	12	4.620	0.081	1.800	1.655	28.81	-2.32827	-3.983269	98.00	97.09
								1.510						
E-15	E-16	1.54	6	21	31	6.359	0.111	0.340	0.233	21.24	-2.36650	-2.599499	97.09	96.03
								0.125						
E-16	E-17	1.41	3	9	17	3.155	0.055	1.230	1.170	11.96	-0.65939	-1.829389	96.03	95.61
								1.110						
E-17	E-18	1.48	6	8	30	6.142	0.107	1.195	1.093	20.27	-2.18065	-3.273148	95.61	95.61
								0.990						
EST.	P.O.	H.I.	Angulo Vertical			trans	radianes	Hs e Hi	Hm	Dist. Hz	Dist. Vert (V)	V-Hm	BM	cota
			grados	min	seg									

E-18	E-19	1.42	5	24	31	5.409	0.094	2.430	2.280	<b>29.73</b>	-2.81515	-5.095148	95.61	92.32	
								2.130							
E-19	E-20	1.4	22	58	5	22.968	0.401	1.200	1.055	<b>24.58</b>	-10.41919	-11.474189	92.32	82.25	
								0.910							
E-20	E-21	1.51	1	3	46	1.063	0.019	2.410	2.185	<b>44.98</b>	-0.83451	-3.019512	82.25	80.74	
								1.960							
	E-22	1.51	1	3	46	1.063	0.019	2.900	2.450	<b>89.97</b>	-1.66902	-4.119025	80.74	78.13	
								2.000							
	E-23	1.51	1	25	12	1.420	0.025	2.020	1.340	<b>135.92</b>	-3.36920	-4.709200	78.13	77.54	
								0.660							
E-23	E-24	1.48	1	23	44	1.396	0.024	0.820	0.535	<b>56.97</b>	-1.38780	-1.922802	77.54	77.10	
								0.250							
	E-25	1.48	0	48	38	0.811	0.014	1.700	1.125	<b>114.98</b>	-1.62667	-2.751672	77.10	75.83	
								0.550							
	E-26	1.48	0	48	44	0.812	0.014	2.370	1.558	<b>162.47</b>	-2.30328	-3.860784	75.83	74.72	
								0.745							
E-26	E-27	1.48	2	20	33	2.343	0.041	2.015	1.750	<b>52.91</b>	-2.16446	-3.914456	74.72	72.28	
								1.485							
	E-28	1.56	2	43	15	2.721	0.047	1.300	0.948	<b>70.34</b>	-3.34284	-4.290338	72.28	69.55	
								0.595							
	E-29	1.56	1	14	33	1.243	0.022	2.100	1.405	<b>138.93</b>	-3.01337	-4.418370	69.55	69.42	
								0.710							
E-29	E-30	1.47	7	32	45	7.546	0.132	2.315	2.080	<b>46.19</b>	-6.11856	-8.198556	69.42	68.81	
								1.845							
E-30	E-31	1.45	2	30	42	2.512	0.044	1.335	1.185	<b>29.94</b>	-1.31342	-2.498421	68.81	68.70	
								1.035							
E-31	E-32	1.51	1	23	23	1.390	0.024	2.225	2.113	<b>22.49</b>	-0.54553	-2.658029	68.70	68.47	
								2.000							
E-32	E-33	1.45	0	50	38	0.844	0.015	1.185	1.000	<b>36.99</b>	-0.54488	-1.544881	68.47	68.92	
								0.815							
E-33	E-34	1.53	2	41	52	2.698	0.047	1.570	1.503	<b>13.47</b>	-0.63471	-2.137210	68.92	68.95	
								1.435							
E-34	E-35	1.44	3	12	48	3.213	0.056	1.550	1.488	<b>12.46</b>	-0.69957	-2.187072	68.95	68.20	
								1.425							
E-35	E-36	1.6	5	20	1	5.334	0.093	1.285	1.125	<b>31.72</b>	-2.96167	-4.086671	68.20	65.72	
								0.965							
E-36	E-37	1.6				0.000	0.000	1.900	1.615	<b>57.00</b>	0.00000	-1.615000	68.20	65.7	
								1.330							
E-37	E-38	1.55				0.000	0.000	2.400	2.300	<b>20.00</b>	0.00000	-2.300000	65.72	64.95	
								2.200							
<b>EST.</b>	<b>P.O.</b>	<b>H.I.</b>	Angulo Vertical												
			<b>grados</b>	<b>min</b>	<b>seg</b>	<b>trans</b>	<b>radianes</b>	<b>Hs e Hi</b>	<b>Hm</b>	<b>Dist. Hz</b>	<b>Dist. Vert (V)</b>	<b>V-Hm</b>	<b>BM</b>	<b>cota</b>	

<b>E-38</b>	<b>E-39</b>	1.54	<b>0</b>	<b>39</b>	<b>19</b>	0.655	0.011	1.825	1.533	<b>58.49</b>	-0.66899	-2.201492	65.7	64.29
								1.240						
<b>E-39</b>	<b>E-40</b>	1.64	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	0.524	0.009	2.268	2.097	<b>34.30</b>	-0.31394	-2.410440	64.95	63.52
								1.925						
<b>E-40</b>	<b>E-41</b>	1.58	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	0.467	0.008	2.720	2.465	<b>51.00</b>	-0.41586	-2.880864	64.29	62.22
								2.210						
<b>E-41</b>	<b>E-42</b>	1.65	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>51</b>	1.131	0.020	2.130	1.945	<b>36.99</b>	-0.73007	-2.675071	63.52	61.2
								1.760						
<b>E-42</b>	<b>E-43</b>	1.62	<b>1</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	1.319	0.023	1.985	1.913	<b>14.49</b>	-0.333587	-2.246087	62.22	60.57
								1.840						

**PLANIMETRIA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN SAN FELIPE**

EST.	P.O.	< hz	min	seg.	transf	radianes	< ver	min	seg	trans	radianes	Hs e Hi	Hm	Dist. Hz	Dist. vert	V-Hm
E-0	E-1	147	3	12	147.053	2.567	10	49	33	10.8258	0.189	2.820	2.800	3.86	0.74	-2.06
	E-2	331	37	4	331.618	5.788				0.000	0.000	2.780	1.765	13.00	0.00	-1.77
E-2	E-3	290	40	54	290.682	5.073	1	14	47	1.246	0.022	1.700	1.460	19.99	0.43	-1.03
E-3	E-4	282	5	58	282.099	4.924	1	35	58	1.599	0.028	1.360	0.550	32.97	0.92	0.37
E-4	E-5	297	26	41	297.445	5.191	3	22	45	3.379	0.059	0.385	0.230	23.92	1.41	1.18
E-5	E-6	280	3	49	280.064	4.888	1	0	41	1.011	0.018	0.110	0.395	48.98	0.86	0.47
E-6	E-7	288	23	11	288.386	5.033	2	36	27	2.608	0.046	0.150	0.598	22.45	1.02	0.42
E-7	E-8	278	12	49	278.214	4.856	2	45	12	2.753	0.048	0.485	0.555	26.94	1.30	0.74
E-8	E-9	286	18	52	286.314	4.997	2	56	12	2.937	0.051	0.420	1.430	9.97	0.51	-0.92
E-9	E-10	279	6	59	279.116	4.871	0	13	9	0.219	0.004	1.380	1.385	31.00	0.12	-1.27
E-10	E-11	262	42	47	262.713	4.585				0.000	0.000	1.230	0.125	11.00	0.00	-0.13
E-11	E-12	264	34	5	264.568	4.618	6	5	36	6.093	0.106	0.070	0.928	24.22	2.59	1.66
E-12	E-13	250	51	28	250.858	4.378				0.000	0.000	0.805	1.265	17.00	0.00	-1.27
E-13	E-14	236	22	52	236.381	4.126	1	44	37	1.744	0.030	1.180	0.555	8.99	0.27	-0.28
E-14	E-15	263	43	24	263.723	4.603	4	37	12	4.620	0.081	0.510	1.655	28.81	2.33	0.67
E-15	E-16	306	56	45	306.946	5.357	6	21	31	6.359	0.111	1.510	0.233	21.24	2.37	2.13
E-16	E-17	283	8	45	283.146	4.942	3	9	17	3.155	0.055	0.125	1.170	11.96	0.66	-0.51
E-17	E-18	255	48	29	255.808	4.465				0.000	0.000	1.110	1.093	20.50	0.00	-1.09
E-18	E-19	274	12	14	274.204	4.786	5	24	31	5.409	0.094	0.990	2.280	29.73	2.82	0.54
E-19	E-20	312	7	10	312.119	5.448	22	58	5	22.968	0.401	2.130	1.055	24.58	10.42	9.36

EST.	P.O.	< hz	min	seg.	transf	radianes	< ver	min	seg	trans	radianes	Hs e Hi	Hm	Dist. Hz	Dist. vert	V-Hm
												0.910				
E-20	E-21	235	51	56	235.866	4.117	1	3	46	1.063	0.019	2.410	2.185	44.98	0.83	-1.35
												1.960				
	E-22	235	11	28	235.191	4.105	1	3	46	1.063	0.019	2.900	2.450	89.97	1.67	-0.78
												2.000				
	E-23	234	39	15	234.654	4.095	1	25	12	1.420	0.025	2.020	1.340	135.92	3.37	2.03
												0.660				
E-23	E-24	234	55	49	234.930	4.100	1	23	44	1.396	0.024	0.820	0.535	56.97	1.39	0.85
												0.250				
	E-25	234	44	27	234.741	4.097	0	48	38	0.811	0.014	1.700	1.125	114.98	1.63	0.50
												0.550				
	E-26	235	20	22	235.339	4.107	0	48	44	0.812	0.014	2.370	1.558	162.47	2.30	0.75
												0.745				
E-26	E-27	234	45	15	234.754	4.097	2	20	33	2.343	0.041	2.015	1.750	52.91	2.16	0.41
												1.485				
	E-28	229	14	9	229.236	4.001	2	43	15	2.721	0.047	1.300	0.948	70.34	3.34	2.40
												0.595				
	E-29	231	2	33	231.043	4.032	1	14	33	1.243	0.022	2.100	1.405	138.93	3.01	1.61
												0.710				
E-29	E-30	205	2	44	205.046	3.579				0.000	0.000	2.315	2.080	47.00	0.00	-2.08
												1.845				
E-30	E-31	243	43	55	243.732	4.254				0.000	0.000	1.335	1.185	30.00	0.00	-1.19
												1.035				
E-31	E-32	212	23	28	212.391	3.707				0.000	0.000	2.225	2.113	22.50	0.00	-2.11
												2.000				
E-32	E-33	236	32	52	236.548	4.129				0.000	0.000	1.185	1.000	37.00	0.00	-1.00
												0.815				
E-33	E-34	246	54	17	246.905	4.309				0.000	0.000	1.570	1.503	13.50	0.00	-1.50
												1.435				
E-34	E-35	278	32	48	278.547	4.862	3	12	48	3.213	0.056	1.550	1.488	12.46	0.70	-0.79
												1.425				
E-35	E-36	237	2	40	237.044	4.137	5	20	1	5.334	0.093	1.285	1.125	31.72	2.96	1.84
												0.965				
E-36	E-37	273	30	44	273.512	4.774				0.000	0.000	1.900	1.615	57.00	0.00	-1.62
												1.330				
E-37	E-38	267	1	7	267.019	4.660				0.000	0.000	2.400	2.300	20.00	0.00	-2.30
												2.200				
E-38	E-39	251	45	44	251.762	4.394	0	39	19	0.655	0.011	1.825	1.533	58.49	0.67	-0.86
												1.240				
E-39	E-40	241	10	32	241.176	4.209	0	31	28	0.524	0.009	2.268	2.097	34.30	0.31	-1.78
												1.925				

EST.	P.O.	< hz	min	seg.	transf	radianes	< ver	min	seg	trans	radianes	Hs e Hi	Hm	Dist. Hz	Dist. vert	V-Hm
E-40	E-41	229	29	28	229.491	4.005	0	28	2	0.467	0.008	2.720	2.465	51.00	0.42	-2.05
												2.210				
E-41	E-42	216	9	24	216.157	3.773	1	7	51	1.131	0.020	2.130	1.945	36.99	0.73	-1.21
												1.760				
E-42	E-43	215	34	57	215.583	3.763	1	19	7	1.319	0.023	1.985	1.913	14.49	0.33	-1.58
												1.840				

**PLANIMETRIA Y ALTIMETRIA SECTOR 2 Y 3 COLONIA TIERRA VERDE**

EST	P.O.	AZIMUT			H SUP.	H. MED	H. INF.	< VERT			VERT	< VERT RADIAN	DIST HZ.	DIST. ACUM	DIST. VERT	V-HI	H.I.	BM	COTA
<b>E-0</b>	1	00°	00'	00"	1.65	1.615	1.58	0	26	17	0.4381	0.007646287	6.999999875	6.999999875	0.053521926	-1.5614781	1.665	101.56	101.451
	2	70°	16'	59"	1.54	1.5	1.46	0	20	11	0.3364	0.005871288	7.999999916	14.99999979	0.046969221	-1.4530308	1.665	101.45	101.663
	3	116°	25'	02"	0.75	0.515	0.28	0	11	4	0.1844	0.003218387	46.99999985	61.99999964	0.151263151	-0.3637368	1.665	101.66	102.965
	4	117°	41'	49"	0.76	0.48	0.2	0	20	16	0.3378	0.005895722	55.99999941	117.9999991	0.330152793	-0.1498472	1.665	102.96	104.480
	5	123°	37'	52"	1.05	0.93	0.81	0	10	49	0.1803	0.003146829	23.99999993	141.9999999	0.075523389	-0.8544766	1.665	104.48	105.290
	6	121°	05'	04"	2.76	2.295	1.83	1	59	23	1.9897	0.034726816	92.99996584	234.9999648	3.226998036	0.931998	1.665	105.29	107.887
	7	310°	42'	00"	3.14	3	2.86	2	1	21	2.0225	0.035299284	27.99998937	262.9999542	0.98755912	-2.0124409	1.65	107.89	107.525
	8	35°	37'	52"	3.63	3.35	3.07	1	33	55	1.5653	0.027319639	55.99998727	318.9999415	1.529138645	-1.8208614	1.665	107.52	107.369
<b>E-8</b>	9	353°	25'	13"	1.01	0.95	0.89	3	36	40	3.6111	0.063025585	11.99998548	330.9999269	0.754305792	-0.1956942	1.68	107.37	108.853
	10	35°	27'	52"	0.59	0.395	0.2	0	20	2	0.3339	0.005827654	38.9999996	369.9999265	-0.22727337	-0.6222734	1.68	108.85	109.911
	11	33°	54'	14"	2.26	1.835	1.41	0	49	1	0.8169	0.014257595	84.99999474	454.9999213	-1.21173132	-3.0467313	1.68	109.91	108.544
	12	28°	25'	41"	1.5	0.8	0.1	0	21	55	0.3652	0.006373942	139.9999983	594.9999195	-0.89232777	-1.6923278	1.68	108.54	108.532
	13	31°	46'	46"	1.77	1.125	0.48	0	22	2	0.3672	0.006408849	128.9999984	723.9999179	-0.82671888	-1.9517189	1.68	108.53	108.260
	14	121°	11'	35"	2.53	2.09	1.65	1	59	34	1.9928	0.034780921	87.99996757	811.9998855	-3.05825328	-5.1482533	1.68	108.26	104.792
	15	305°	48'	14"	1.79	1.355	0.92	1	17	5	1.2847	0.022422245	86.99998668	898.9998722	-1.95008154	-3.3050815	1.68	104.79	103.167
	16	35°	31'	44"	1.67	1.2	0.73	0	30	50	0.5139	0.008969247	93.9999977	992.9998699	-0.843064	-2.043064	1.565	103.17	102.689
<b>E-13</b>	17	31°	35'	32"	2.3	1.64	0.98	0	35	54	0.5983	0.010442305	131.9999956	1124.999865	-1.37828405	-3.018284	1.565	102.69	101.236
	18	104°	42'	28"	0.86	0.715	0.57	0	18	30	0.3083	0.00538085	28.99999974	1153.999865	-0.15604164	-0.8710416	1.6	101.24	101.965
<b>E-17</b>	19	110°	39'	09"	2	1.64	1.28	1	30	33	1.5092	0.026340509	71.99998478	1225.99985	-1.89563954	-3.5356395	1.6	101.96	100.029
	20	309°	56'	34"	2.89	2.78	2.67	1	29	10	1.4861	0.025937338	21.99999549	1247.999845	-0.57036555	-3.3503655	1.6	100.03	98.279
	21	300°	28'	03"	3.54	3.225	2.91	0	3	19	0.0553	0.000965167	62.99999998	1310.999845	-0.06080549	-3.2858055	1.6	98.28	96.593
	22	298°	03'	19"	1.99	1.58	1.17	1	34	59	1.5831	0.027630307	81.99998093	1392.999826	-2.26453225	-3.8445322	1.6	96.59	94.348
	23	39°	02'	26"	1.76	1.4425	1.125	0	32	23	0.5397	0.009419542	63.49999828	1456.499825	-0.59810553	-2.0406055	1.6	94.35	93.908
	24	35°	48'	31"	2.1	1.29	0.48	0	27	17	0.4547	0.007936012	161.9999969	1618.499822	-1.28557998	-2.57558	1.6	93.91	92.932
	25	33°	54'	15"	2.28	1.47	0.66	0	27	11	0.4531	0.007908087	161.9999969	1780.499819	-1.28105666	-2.7510567	1.6	92.93	91.781
	26	36°	15'	33"	3.9	3.445	2.99	1	35	50	1.5972	0.027876399	90.99997846	1871.499797	-2.5354383	-5.9804383	1.56	91.78	87.361
<b>E-25</b>	27	32°	05'	48"	2.8	2.345	1.89	0	45	0	0.75	0.013089969	90.99999525	1962.499792	-1.19105115	-3.5360511	1.56	87.36	85.385
	28	32°	26'	51"	1.82	1.26	0.7	0	31	32	0.5256	0.009173451	111.9999971	2074.499789	-1.02736882	-2.2873688	1.54	85.38	84.637
<b>E-14</b>	29	28°	57'	58"	2.13	1.52	0.91	0	43	32	0.7256	0.012664109	121.9999994	2196.499783	-1.54485612	-3.0648561	1.57	84.64	83.142
	30	30°	02'	59"	1.55	0.99	0.43	6	27	56	6.4656	0.112846008	111.9995655	2308.499349	-12.5317294	-13.521729	1.57	83.14	71.191
<b>E-29</b>	31	35°	18'	35"	2.4	1.3	0.2	0	31	45	0.5292	0.009236282	219.9999943	2528.499343	-2.03186657	-3.3318666	1.63	71.19	69.489
	32	35°	40'	13"	2.5	1.41	0.32	0	29	45	0.4958	0.008653342	217.999995	2746.499338	-1.88633448	-3.2963345	1.63	69.49	67.822
<b>E-32</b>	33	29°	19'	16"	3.1	2.49	1.88	0	49	58	0.8328	0.014535102	121.9999921	2868.49933	-1.7730327	-4.2630327	1.64	67.82	65.199
	34	35°	29'	22"	2.93	2.005	1.08	0	28	42	0.4783	0.00834791	184.9999961	3053.499326	-1.54429157	-3.5492916	1.56	65.20	63.210
<b>E-33</b>	35	239°	51'	15"	2.28	2.175	2.07	1	52	6	1.8683	0.032607986	20.9999932	3074.49932	-0.68428242	-2.8592824	1.67	63.21	62.021
	36	221°	27'	30"	1.6	1.335	1.07	0	24	40	0.4111	0.007175049	52.99999917	3127.499319	-0.38026452	-1.7152645	1.67	62.02	61.976
<b>E-15</b>	37	2216°	27'	19"	2.29	2.025	1.76	1	22	57	1.3825	0.024129177	52.9999906	3180.499309	-1.27835006	-3.3033501	1.67	61.98	60.342
	38	330°	36'	34"	1.5	1.445	1.39	0	40	12	0.67	0.011693706	10.99999954	3191.499309	-0.12861904	-1.573619	1.67	60.34	60.439
39	307°	52'	29"	2.03	1.75	1.47	0	40	0	0.6667	0.01163611	55.99999769	3247.499307	-0.65156335	-2.4015633	1.67	60.44	59.707	

	40	304°	31'	24"	2.45	1.98	1.51	0	40	5	0.6681	0.011660545	93.99999611	3341.499303	-1.09599185	-3.0759919	1.67	59.71	58.301
	41	26°	00'	51"	0.79	0.46	0.13	0	42	4	0.7011	0.012236503	65.99999699	3407.4993	-0.80752861	-1.2675286	1.67	58.30	58.703
<b>E-41</b>	42	59°	43'	30"	1.523	1.4415	1.36	3	23	35	3.3931	0.059220767	16.29998259	3423.799282	-0.96304315	-2.4045432	1.66	58.70	57.959
	43	33°	36'	45"	2.7	1.955	1.21	0	31	49	0.5303	0.009255481	148.9999961	3572.799278	-1.37898792	-3.3339879	1.66	57.96	56.285
<b>E-43</b>	44	30°	06'	19"	1.37	1.2	1.03	0	42	30	0.7083	0.012362167	33.99999842	3606.799277	-0.42027086	-1.6202709	1.65	56.28	56.315
	45	119°	08'	53"	1.358	1.3305	1.303	0	43	38	0.7272	0.012692034	5.49999973	3612.299277	-0.06979869	-1.4002987	1.65	56.31	56.564
	46	205°	37'	21"	1.2	0.975	0.75	0	43	31	0.7253	0.012658873	44.9999978	3657.299274	-0.56958843	-1.5445884	1.65	56.56	56.670
<b>E-44</b>	47	299°	13'	16"	0.44	0.33	0.22	4	37	51	4.6308	0.080822707	21.99995622	3679.299231	-1.77036627	-2.1003663	1.65	56.67	56.219
	48	296°	21'	40"	1.25	0.94	0.63	2	24	10	2.4028	0.041936771	61.99996678	3741.299197	-2.5970324	-3.5370324	1.65	56.22	54.332
	49	294°	07'	11"	2.48	2.055	1.63	1	35	11	1.5864	0.027687903	84.99998015	3826.299178	-2.35226915	-4.4072691	1.65	54.33	51.575
	50	70°	58'	04"	2.45	2.39	2.33	4	57	33	4.9592	0.086554368	11.99997261	3838.29915	-1.0334727	-3.4234727	1.65	51.58	49.802
	51	36°	40'	03"	1.8	1.24	0.68	0	18	46	0.3128	0.00545939	111.999999	3950.299149	-0.61143952	-1.8514395	1.65	49.80	49.600
	52	34°	07'	12"	2.75	1.965	1.18	0	10	47	0.1797	0.003136357	156.9999995	4107.299149	-0.49240477	-2.4574048	1.65	49.60	48.793
<b>E-52</b>	53	34°	35'	11"	2.8	2.13	1.46	0	56	37	0.9436	0.016468927	133.9999889	4241.299138	-2.20643718	-4.3364372	1.625	48.79	46.081
	54	32°	19'	20"	1.94	1.14	0.34	0	38	49	0.6469	0.011290535	159.9999938	4401.299131	-1.80633207	-2.9463321	1.625	46.08	44.760
<b>E-54</b>	55	88°	18'	15"	1.4	0.855	0.31	1	1	10	1.0194	0.017791886	108.9999895	4510.299121	-1.93890638	-2.7939064	1.625	44.76	43.591
	56	273°	52'	14"	1.6	1.1	0.6	2	17	0	2.2833	0.039851103	99.99995162	4610.299073	-3.98089242	-5.0808924	1.625	43.59	40.135
<b>E-40</b>	57	27°	38'	24"	1.55	1.285	1.02	0	16	43	0.2786	0.004862487	52.9999962	4663.299072	-0.25770776	-1.5427078	1.665	40.14	40.258
	58	31°	03'	25"	1.9	1.185	0.47	0	1	59	0.0331	0.000577704	142.99999999	4806.299072	-0.08261165	-1.2676117	1.665	40.26	40.655
	59	31°	59'	03"	3	1.95	0.9	0	11	13	0.18694	0.003262719	209.9999993	5016.299071	-0.68516602	-2.635166	1.665	40.65	39.685
	60	32°	39'	22"	3.19	2.035	0.88	0	11	12	0.1867	0.00325853	230.9999993	5247.299071	-0.75271504	-2.787715	1.665	39.68	38.562
<b>E-60</b>	61	294°	46'	08"	1.89	1.61	1.33	0	46	57	0.7825	0.013657201	55.99999682	5303.299068	-0.76470818	-2.3747082	1.61	38.56	37.797
	62	24°	49'	44"	0.46	0.375	0.29	2	1	11	2.0197	0.035250415	16.99999357	5320.299061	-0.59876076	-0.9737608	1.61	37.80	38.434
	63	49°	32'	43"	0.41	0.3275	0.245	2	0	0	2	0.034906585	16.49999388	5336.799055	-0.57549091	-0.9029909	1.61	38.43	39.141
	64	31°	22'	51"	1.52	1.025	0.53	0	7	20	0.1222	0.002132792	98.99999986	5435.799055	-0.2111458	-1.2361458	1.61	39.14	39.514
	65	33°	20'	36"	2.96	2.24	1.52	0	17	48	0.2967	0.005178392	143.9999988	5579.799054	-0.7456751	-2.9856751	1.61	39.51	38.139
<b>E-65</b>	66	33°	24'	36"	2.8	2.115	1.43	0	47	20	0.7889	0.013768902	136.9999921	5716.799046	-1.88610124	-4.0011012	1.61	38.14	35.748
														<b>5716.799046</b>					
<b>E-67</b>	68	4	53	2	1.61	1.1	0.58	1	37	17	1.6214	0.028298768	102.9999749	102.9999749	-2.91321726	-4.0132173	1.665	100.00	102.348
	69	339	29	7	2.075	2	1.93	1	37	16	1.6211	0.028293533	14.49999646	117.4999714	-0.41003731	-2.4100373	1.665	100.00	100.745
	70	347	43	30	1.66	1.61	1.56	1	37	38	1.6272	0.028399998	9.999997543	127.4999689	-0.28384729	-1.8938473	1.665	100.00	100.229
	71	190	12	5	2.66	2.42	2.185	1	1	28	1.0244	0.017879153	47.49999537	174.9999643	-0.84907879	-3.2690788	1.665	100.00	98.396
	72	195	10	37	1.55	1.15	0.77	2	7	59	2.1331	0.037229618	77.99996707	252.9999313	-2.90122767	-4.0512277	1.665	100.00	97.614
	73	192	42	42	2.18	1.49	0.79	1	42	21	1.7058	0.029771826	138.9999625	391.9998938	-4.13583896	-5.625839	1.665	100.00	96.039
	74	191	55	2	2.61	1.83	1.05	1	26	36	1.4433	0.025190337	155.9999698	547.9998637	-3.9280304	-5.7580304	1.665	100.00	95.907
														547.9998636					