



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA
MUNICIPAL Y DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA SÉPTIMA AVENIDA DE LA
CIUDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA**

Jonathan Carlos Roberto Sandoval Chajón

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, enero de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA
MUNICIPAL Y DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA SÉPTIMA AVENIDA DE LA
CIUDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JONATHAN CARLOS ROBERTO SANDOVAL CHAJÓN
ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ENERO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL Y DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA SÉPTIMA AVENIDA DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha julio de 2016.



Jonathan Carlos Roberto Sandoval Chajón



Guatemala, 01 de agosto de 2018.

REF.EPS.DOC.606.08.2018

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

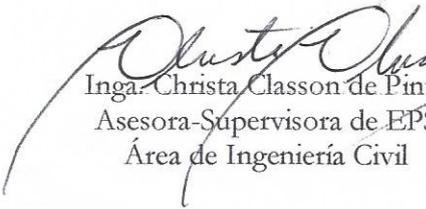
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Jonathan Carlos Roberto Sandoval Chajón, Registro Académico 200819196** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL Y DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA SÉPTIMA AVENIDA DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA, 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"


Inga. Christa Classon de Pinto
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil


Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

c.c. Archivo
CCdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 12 de septiembre de 2018

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL Y DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA SÉPTIMA AVENIDA DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA**, ESCUINTLA desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Jonathan Carlos Roberto Sandoval Chajón, con CUI 2319675780501 Registro Académico No. 200819196, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 HIDRAULICA
 USAC

/mrrm.



Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala, 1 de octubre de 2018

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

Estimado Ingeniero Montenegro:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL Y DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA SÉPTIMA AVENIDA DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA”** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Jonathan Carlos Roberto Sandoval Chajón con registro académico 200819196 y CUI 2319 67578 0501, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

Considero que este trabajo está bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad 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. Mario Estuardo Arriola Ávila
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC



Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala, 03 de octubre de 2018
Ref.EPS.D.377.10.18

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

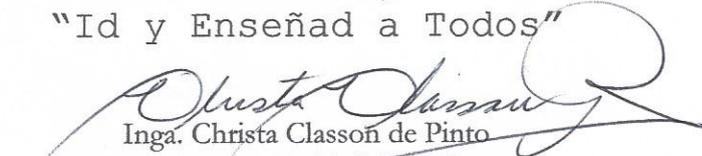
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL Y DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA SÉPTIMA AVENIDA DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Jonathan Carlos Roberto Sandoval Chajón**, **Registro Académico 200819196 y CUI 2319 67578 0501**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Classon de Pinto.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación como Asesora-Supervisora, y Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Jonathan Carlos Roberto Sandoval Chajón titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL Y DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA SÉPTIMA AVENIDA DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, enero 2019

/mrrm.

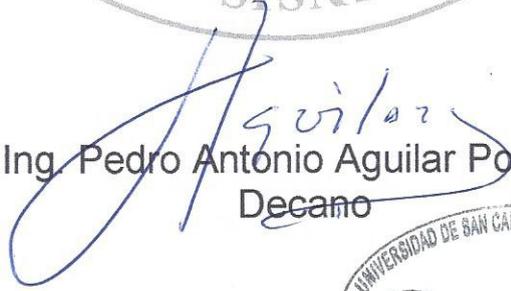


Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil del trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL Y DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA SÉPTIMA AVENIDA DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA”** presentado por el estudiante universitario: **Jonathan Carlos Roberto Sandoval Chajón** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Enero de 2019

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme las fuerzas y sabiduría necesarias para culminar esta carrera.
- Mis padres** Carlos de Jesús Sandoval Santos y Noemí Guísele Chajón, por apoyarme y amarme incondicionalmente para alcanzar esta meta.
- Mis hermanos** Helmuth Diego Fabricio Sandoval Chajón, Oscar Enrique Vale Sicajá y Marianne Sandoval Martínez, por su cariño, comprensión y apoyo.
- Mi hija** Keila Sophia Alessandra Sandoval Rodríguez, que esta meta alcanzada sea un ejemplo de superación personal.
- Mis abuelas** Guadalupe Santos Ayala (q. e. p. d.) y María Luisa Chajón Rosales, por su amor, apoyo y sabios consejos.
- Mis tíos** Ruth Belinda Chajón, Fernando De León, Ana Luisa Newbery Chajón, Maria del Carmen Newbery Chajón, Marina Monteflores Santos, Francisco Chajón y Rosa María Santizo por su cariño, apoyo y sabios consejos
- Mis primos** Por su cariño y apoyo.

Mi prima

Vivian De León, por mostrarme su amor como de una hermana desde que eramos pequeños y siempre apoyarme y motivarme en alcanzar mis metas.

Mi novia

Fabiola Cristina Sical Soto, por su cariño incondicional y apoyo para alcanzar esta meta.

Mi amigo

Ángel José Francisco González, por su apoyo, consejos y sincera amistad compartida durante los años de la carrera hasta hoy día.

Mis amigos

André Juárez, Ricardo González, Diego Nájera, Rubén Larrañaga, Juan Rivera, Axel Guzmán, Héctor Gudiel, Jorge Morales, Carlos Medina, Boris Orellana, Renato Pérez por su apoyo y sincera amistad.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser quien me dio la vida hasta hoy día y porque sin Él, no hubiera alcanzado esta meta.
Mi asesora	Inga, Christa del Rosario Pinto de Classon, por su comprensión, apoyo y consejos para realizar el presente trabajo de graduación.
Municipalidad de Escuintla	En especial al Ingeniero Civil Gabriel Urrutia, por su colaboración, apoyo y brindarme la oportunidad de realizar la práctica final y de graduación en el área que eficientemente dirige.
Centro de Investigaciones de Ingeniería	Por permitirme elaborar los ensayos de laboratorio, del presente trabajo de graduación.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos que pondré en práctica durante el transcurso de mi vida profesional.
Ángel González	Por estar siempre motivándome a no desmayar en los momentos más difíciles que tuve para alcanzar este logro.

Fabiola Sical

Por estar a mi lado durante la realización de este trabajo de graduación y apoyarme incondicionalmente.

Mis papás

Por haberme apoyado en toda esta etapa universitaria y hoy alcanzar este triunfo. Gracias por su infinito amor, consejos y regaños que me permiten ser lo que soy hoy en día.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Monografía de la cabecera municipal de Escuintla.....	1
1.1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Características físicas	1
1.2.1. Extensión territorial	2
1.2.2. Ubicación geográfica	2
1.2.3. Colindancias	2
1.2.4. División político-administrativo.....	3
1.2.5. Clima.....	3
1.2.6. Actividades económicas.....	4
1.2.7. Población.....	5
1.3. Características de infraestructura	5
1.3.1. Vías de acceso	6
1.3.2. Servicios públicos ..	6
1.3.2.1. Educación	6
1.3.2.2. Salud.....	7
1.3.2.3. Agua potable.....	7
1.3.2.4. Drenajes.....	8

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño del sistema de agua potable para la cabecera municipal de Escuintla, Escuintla.	9
2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Descripción del sistema a utilizar	9
2.1.3.	Fuentes de abastecimiento de agua y aforos.....	10
2.1.4.	Análisis de calidad del agua	10
2.1.5.	Levantamiento topográfico	10
2.1.5.1.	Altimetría	11
2.1.5.2.	Planimetría	11
2.1.6.	Factores de diseño.....	11
2.1.6.1.	Período de diseño	11
2.1.6.2.	Población futura.....	12
2.1.6.3.	Caudal de aforo	12
2.1.6.4.	Factores de consumo	13
2.1.6.5.	Factor de hora máximo (FHM).....	13
2.1.6.6.	Factor de día máximo (FDM).....	14
2.1.7.	Caudales de diseño.....	14
2.1.7.1.	Dotación	14
2.1.7.2.	Caudal medio diario.....	15
2.1.7.3.	Caudal máximo diario.....	16
2.1.7.4.	Caudal máximo horario	17
2.1.8.	Presiones y velocidades.....	18
2.1.9.	Diámetros y coeficientes	18
2.1.10.	Determinación de diámetros y pérdidas	19
2.1.11.	Captación.....	20
2.1.12.	Línea de conducción	21
2.1.13.	Tanque de almacenamiento	23
2.1.14.	Sistema de desinfección.....	24

2.1.15.	Obras de arte.....	26
2.1.15.1.	Válvulas de limpieza	26
2.1.15.2.	Válvulas de aire	27
2.1.16.	Administración, operación y mantenimiento	27
2.1.17.	Propuesta de tarifa	29
2.1.17.1.	Costos de operación	29
2.1.17.2.	Costos de materiales no locales	29
2.1.17.3.	Costos de tratamiento.....	30
2.1.17.4.	Gastos administrativos.....	31
2.1.17.5.	Cálculo de tarifa	31
2.1.18	Evaluación socioeconómica.....	31
2.1.18.1.	Valor presente neto	32
2.1.18.2.	Tasa interna de retorno	34
2.1.19.	Elaboración de planos	35
2.1.20.	Elaboración de presupuesto	36
2.1.21.	Cronograma de ejecución físico y financiero	37
2.1.22.	Evaluación de impacto ambiental	38
2.2.	Diseño de pavimento rígido de la séptima avenida de la ciudad de Escuintla, Escuintla.	39
2.2.1.	Descripción del proyecto.....	39
2.2.2.	Derecho de vía	39
2.2.3.	Levantamiento topográfico.....	40
2.2.3.1.	Planimetría.....	40
2.2.3.2.	Altimetría.....	40
2.2.4.	Estudio de suelos	41
2.2.4.1.	Ensayos para la clasificación del suelo	41
2.2.4.2.	Ensayo de granulometría	41
2.2.4.3.	Límites de attemberg	42

2.2.4.4.	Ensayo de proctor modificado	44
2.2.4.5.	Ensayo de valor soporte del suelo (CBR)	46
2.2.5.	Análisis de resultados del estudio de suelos	46
2.2.6.	Diseño geométrico	48
2.2.6.1.	Alineamiento horizontal	48
2.2.6.1.1.	Curva circular simple	48
2.2.6.1.2.	Grado de curvatura	49
2.2.6.1.3.	Longitud de curva	49
2.2.6.1.4.	Subtangente	49
2.2.6.1.5.	Cuerda máxima	50
2.2.6.1.6.	External	50
2.2.6.1.7.	Ordenada media	51
2.2.6.2.	Alineamiento vertical	52
2.2.6.2.1.	Criterio de seguridad	53
2.2.6.2.2.	Criterio de apariencia	54
2.2.6.2.3.	Criterio de comodidad	55
2.2.6.2.4.	Criterio de drenaje	55
2.2.6.2.5.	Diseño de curva vertical	55
2.2.7.	Definición de pavimento	56
2.2.8.	Elementos de un pavimento	56
2.2.8.1.	Subrasante	56
2.2.8.2.	Subbase	57
2.2.8.3.	Superficie de rodadura	58
2.2.9.	Juntas	58
2.2.9.1.	Sellado de juntas	61
2.2.10.	Diseño del espesor de la losa de concreto (carpeta de rodadura)	61
2.2.10.1.	Método de la PCA	61

2.2.10.2.	Procedimiento y cálculos de diseño.....	62
2.2.10.3.	Diseño de mezcla.....	70
2.2.10.4.	Diseño de la mezcla de concreto.....	71
2.2.11.	Diseño del drenaje transversal	75
2.2.12.	Presupuesto.....	79
2.2.12.1.	Integración de precios unitarios.....	79
2.2.12.2.	Resumen del presupuesto.....	81
2.2.13.	Cronograma de ejecución física y financiera	82
2.2.14.	Evaluación socioeconómica.....	82
2.2.14.1.	Valor presente neto.....	83
2.2.14.2.	Tasa interna de retorno.....	84
2.2.15.	Evaluación de impacto ambiental del proyecto.....	85
2.2.16.	Elaboración de planos	85
CONCLUSIONES		87
RECOMENDACIONES		89
BIBLIOGRAFÍA.....		91
APÉNDICES		93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de ubicación del municipio de Escuintla.....	3
2.	Detalles de curva horizontal.....	52
3.	Esquemas de juntas en un pavimento	60
4.	Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos	66
5.	Perfil completo del tramo carretero	76

TABLAS

I.	Población de Escuintla, Escuintla para el 2015	5
II.	Diámetros internos de tubería de PVC	19
III.	Presupuesto del sistema de agua potable para la cabecera municipal de Escuintla.....	36
IV.	Cronograma de ejecución físico y financiero.....	37
V.	Valor constante de K.....	54
VI.	Categorías de tráfico en función de cargas por eje.....	63
VII.	Clasificación funcional de las carreteras regionales.....	64
VIII.	Tipos de suelo de apoyo y sus módulos de reacción aproximados	67
IX.	TPPD permisible, categoría de carga núm.1, pavimento con junta de trabazón de agregado (no se necesitan pasajuntas).....	69
X.	Asentamiento.....	72
XI.	Relación agua-cemento	72
XII.	Litros por agua por metro cúbico	73

XIII.	Porcentajes de arena	73
XIV.	Valores de coeficiente de escorrentía	77
XV.	Integración de precios unitarios.....	80
XVI.	Presupuesto del pavimento rígido de la Séptima Avenida de la ciudad de Escuintla, Escuintla.....	81
XVII.	Cronograma de ejecución físico y financiero.....	82

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Ha	Altura del agua
H	Altura del muro
Φ	Ángulo de fricción interna del suelo
A	Área
Q	Caudal
Qc	Caudal de conducción
Qd	Caudal de distribución
Qi	Caudal instantáneo
cm	Centímetro
C	Coefficiente de capacidad hidráulica de la tubería
γ agua	Densidad del agua
γ c	Densidad del concreto
γ s	Densidad del suelo
D	Diámetro de la tubería
/	División
Dot	Dotación
\approx	Equivalente a
=	Igual a
IP	Índice de plasticidad
Kg	Kilogramo
kg-m	Kilogramo-metro
kg/m ²	Kilogramo por metro cuadrado
km	Kilómetro

KPH	Kilómetros por hora
Lb	Libras
lb/pie²	Libra por pie cuadrado
lb/pie³	Libra por pie cúbico
LL	Límite líquido
LP	Límite plástico
l/h/d	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
L	Longitud del tramo (agua potable)
≥	Mayor o igual que
>	Mayor que
≤	Menor o igual que
<	Menor que
m.c.a.	Metro columna de agua
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m	Metro lineal
m/s	Metros por segundo
mm	Milímetros
*, x	Multiplicación
S	Pendiente
Hf	Pérdida de carga
n	Período de diseño
Po	Población actual
Pf	Población de diseño
PVC	Policloruro de vinilo
%H	Porcentaje de humedad
pH	Potencial de hidrógeno

Pmáx	Presión máxima
Pmín	Presión mínima
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
Fy	Resistencia a la tensión del acero
Sen	Seno del ángulo
$\sqrt{\quad}$	Signo de raíz cuadrada
Σ	Sumatoria
r	Tasa de crecimiento
CBR	Valor soporte california

GLOSARIO

Acueducto	Serie de conductos a través de los cuales se traslada agua de un punto hacia otro.
Aforo	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
Agua potable	Agua libre de microorganismos dañinos a la salud y agradable a los sentidos.
Azimut	Ángulo horizontal referido desde el norte magnético o verdadero determinado astronómicamente. el rango varía de 0° a 360°.
Banco de marca	Punto de altimetría cuya altura o cota es conocida y se utilizará para determinar alturas o cotas siguientes.
Bases de diseño	Bases técnicas requeridas para la realización de los proyectos, estas varían entre un proyecto y otro.
Bombeo	Es la inclinación que se proporciona en ambos lados del camino para drenar la superficie rasante.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo que fluyen dentro de una tubería, en un determinado punto de observación durante un instante.

COCODE	Concejo Comunitario de Desarrollo.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel indicado, banco de marca o nivel del mar.
D.G.C.	Dirección General de Caminos.
Dotación	Cantidad de agua necesaria para consumo, requerida para una persona por día.
Especificaciones	Normas técnicas de construcción con disposiciones especiales, de acuerdo a las características y tipo de proyecto, son de carácter específico bajo estándares de calidad y seguridad.
Estiaje	Época del año en la que los caudales de las fuentes de agua descienden al nivel mínimo.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Perfil	Visualización en plano de la superficie de la tierra, según la latitud y altura, referidas a banco de marca
Presupuesto	Valor anticipado de una obra o proyecto.
Rasante	Es la línea que se obtiene de la proyección vertical de la parte superior de la capa de rodadura.

Sección típica	Es toda la extensión de la carretera; tiene una sección que permanece uniforme la mayoría de las veces.
Subrasante	Es la capa de terreno natural que soporta la estructura de la capa de rodadura.
Topografía	Arte de describir y delinear detalladamente la superficie del terreno.
Valor soporte	Capacidad del suelo para resistir cargas por unidad de área.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo de los proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, uno del diseño de la línea de conducción de agua potable para el casco urbano de la ciudad de Escuintla y el de pavimento rígido de la Séptima avenida de la ciudad de Escuintla, ambos en jurisdicción del municipio de Escuintla, departamento de Escuintla.

El trabajo está dividido en dos fases muy importantes: en la primera fase se presenta el diagnóstico de la situación actual sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio.

La segunda fase, denominada servicio técnico profesional, contiene el desarrollo del diseño de la línea de conducción detallando los cálculos que conlleva el diseño de un proyecto de este tipo; luego el diseño del pavimento rígido, Estos proyectos fueron seleccionados con base en el diagnóstico y conjuntamente con autoridades municipales y pobladores beneficiarios.

Al final se presentan las conclusiones y recomendaciones, planos y presupuestos correspondientes de cada proyecto.

OBJETIVOS

General

Diseñar la línea de conducción de agua potable para la ciudad de Escuintla y el de pavimento rígido de la Séptima avenida de la ciudad de Escuintla, del municipio de Escuintla, del departamento de Escuintla.

Específicos

1. Elaborar la monografía y la importancia de la realización de estos proyectos de desarrollo.
2. Diseñar la línea de conducción según Normas INFOM.
3. Diseñar el pavimento rígido según Normas DGC, método de la PCA.
4. Elaborar planos, presupuesto, cronograma de ejecución y evaluación ambiental de los proyectos.
5. Capacitar al personal de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) y al COCODE en la operación y mantenimiento según el manual respectivo.

INTRODUCCIÓN

A través del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el municipio de Escuintla del departamento de Escuintla, se presentan los criterios tomados en cuenta para el diseño de los proyectos: línea de conducción de agua potable para el casco urbano de la ciudad de Escuintla y el de pavimento rígido de la Séptima avenida de la ciudad de Escuintla, del municipio Escuintla, del departamento de Escuintla.

En la primera parte se realizó un diagnóstico con base en los aspectos sociales, económicos, técnicos y culturales; y se analizaron las necesidades prioritarias que están orientadas hacia las áreas de infraestructura.

En la segunda parte, en la fase de Servicio Técnico Profesional, se presenta el desarrollo de ambos proyectos, diseñados con el fin de cubrir necesidades básicas, para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

El informe siguiente presenta la solución, planificación y diseño de los proyectos antes mencionados, para los cual el estudiante de ingeniería tiene la preparación y además es asesorado por el departamento del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, logrando de esta manera que se proyecte la labor social hacia el pueblo.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Monografía de la cabecera municipal de Escuintla

En la monografía se describen los datos relevantes de la ubicación, actividades comerciales y educativas que se desarrollan en dicha comunidad.

1.1.1. Antecedentes

El territorio de Escuintla fue conquistado por Pedro de Alvarado, cuando el colono Juan de Mojadas obtuvo dos caballerías de tierra de la Real Corona en el paraje conocido como Escuintlan, nombre náhuatl de donde deriva el nombre actual.

Al decretarse la primera construcción política del Estado de Guatemala el 11 de octubre 1825, fue reconocida la población de Escuintla, la cual fue luego elevada a la categoría de Villa el 12 de noviembre de 1825 y más tarde, el 19 de febrero de 1887 elevada a la categoría de ciudad.

1.2. Características físicas

Para indicar las características físicas del municipio de Escuintla mencionaremos de su extensión territorial, ubicación geográfica, colindancias, división político-administrativo, clima, actividades económicas y población.

1.2.1. Extensión territorial

El municipio de Escuintla pertenece al departamento del mismo nombre, cuenta con una extensión territorial de trescientos treinta y dos (332) kilómetros cuadrados, y una elevación sobre el nivel del mar de 335,31 m.

1.2.2. Ubicación geográfica

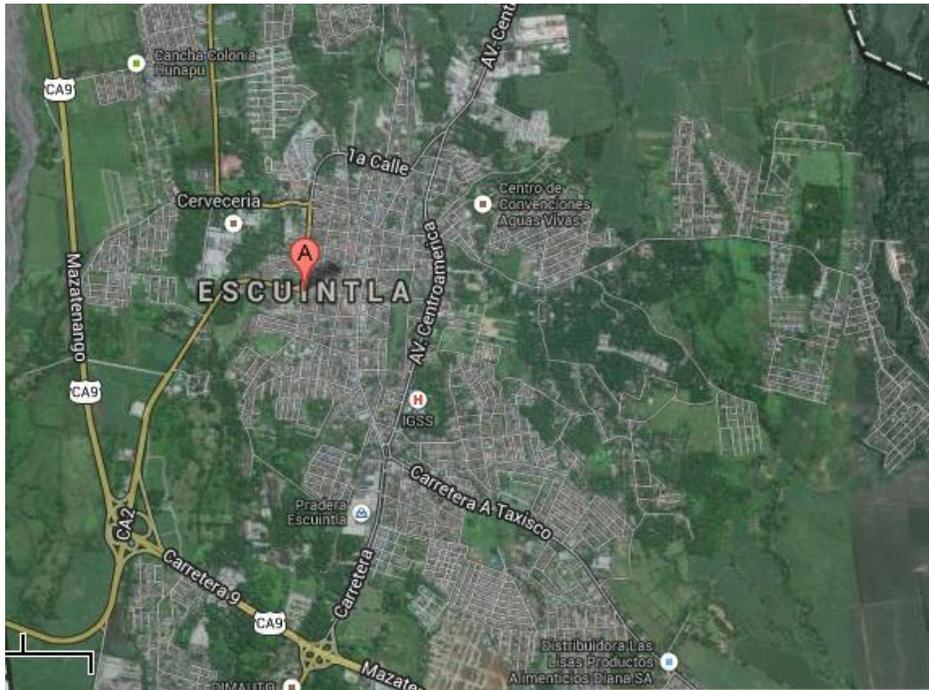
El municipio de Escuintla, sede de la cabecera departamental, está ubicado hacia el norte del departamento, Está ubicada a 55 kilómetros de la capital y se puede llegar a través de la carretera hacia el pacífico.

1.2.3. Colindancias

El municipio de Escuintla cuenta con los siguientes límites:

- Al Norte, los municipios de Alotenango, (departamento de Sacatepéquez), Yepocapa (departamento de Chimaltenango) y Palín, de Escuintla.
- Al Este, el municipio de Guanagazapa del departamento de Escuintla.
- Al Oeste, los municipios de Siquinalá y Santa Lucia Cotzumalguapa, ambos del departamento de Escuintla.
- Al Sur, los municipios de Masagua y de la Democracia (Escuintla).

Figura 1. Mapa de ubicación del municipio de Escuintla



Fuente: Google Earth, <https://www.google.com/maps/@14,3013378,-90,7544117,5804m/data=!3m1!1e3>. Consulta: 20 de mayo de 2015.

1.2.4. División político-administrativo

Escuintla como territorio principal, cuenta con la cabecera municipal y el centro administrativo de la jurisdicción, También posee 92 lugares poblados distribuidos de la siguiente manera: 1 casco urbano (dividido en 20 entre barrios y colonias), 22 aldeas, 24 caseríos y 26 fincas.

1.2.5. Clima

Según la estación meteorológica Escuintla, ubicada en el departamento de Escuintla, El promedio de los tres últimos años es:

- Latitud: 14° 06' 07"
- Longitud: 90° 47' 33"
- Altitud: 270 m
- Temperatura media: 27,70 °C
- Temperatura máxima (promedio anual): 33,30 °C
- Temperatura mínima (promedio anual): 21,50 °C
- Temperatura máxima absoluta: 37,00 °C
- Temperatura mínima absoluta: 18,20 °C
- Humedad relativa: 81 %
- Lluvia: 2 820 mm
- Días de lluvia: 136 días
- Velocidad del viento: 2,49 km/hora
- Evaporación: tanque (intemperie): 3,9 mm

1.2.6. Actividades económicas

Funcionan en esta jurisdicción varias plantas industriales de gran importancia, La mayoría aprovecha materias primas propias de la región entre éstas, PROAGRO (Productos Agroindustriales, S,A,), elaboradora de aceites y grasas vegetales; Industrias de Escuintla, S,A, (IODESA), también elaboradora de aceites y grasas vegetales; la fábrica de jabones y detergentes Kong Hermanos; ingenios azucareros Santa Ana, San Diego, Concepción, Madre Tierra, todos estos de alta producción, pues el municipio de Escuintla es el mayor productor del país.

Funcionan además varios beneficios de café, aserraderos, (Santizo y del Sur) una fábrica de capas de hule, la planta destazadora y varias fábricas de artículos de cemento y números industrias pequeñas y talleres de artesanía y otros.

Recuento anterior se infiere la importancia que tiene la industria en la economía de este municipio, máxime que muchas de estas industrias integrales cuyo beneficio económico es mayor.

1.2.7. Población

Según datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística (INE) para el 2009, el municipio de Escuintla, tiene una población de 144 800 habitantes, la cual se encuentra distribuida entre el área rural 72,29 % y urbano 27,71 %; y su distribución por género es: 72 951 (50,38 %) mujeres y 71 849 (49,62 %) hombres.

De los datos sobre la población del municipio se realizó una proyección para el 2 015, la cual se presenta en la tabla I,

Tabla I. **Población de Escuintla, Escuintla para el 2015**

Población	Hombres	Mujeres
158 331	75 132	76 283

Fuente: INE, estimaciones de la población.

1.3. Características de Infraestructura

Para indicar las características de infraestructura del municipio de Escuintla mencionaremos de sus vías de acceso y servicios públicos.

1.3.1. Vías de acceso

La red vial comunica con la carretera Centroamericana CA-9 Sur, que permite trasladarse de la ciudad capital sur con el municipio de Escuintla, donde entronca la ruta nacional 14 a la altura de la autopista Palín-Escuintla. Asimismo, en el casco urbano se localizan las terminales de buses para el traslado de personas a los diferentes municipios.

1.3.2. Servicios públicos

Para indicar los servicios públicos del municipio de Escuintla mencionaremos la educación, salud, agua potable y drenajes.

1.3.2.1. Educación

La educación formal del municipio está constituida de la siguiente forma:

- Escuelas nacionales de instrucción preprimaria
- Escuelas nacionales de instrucción primaria
- Colegios privados
- Instituto Nacional de Estudios Básicos
- Instituto Nacional de Ciencias Comerciales para Diversificado
- Centro Universitario CUNSUR para estudios superiores
- Centro Universitario Galileo
- Centro Universitario Rafael Landívar
- Centro Universitario Mariano Gálvez

De acuerdo con el censo 2 002, el 23,73 % de la población mayor a 7 años, residente en Escuintla, no sabe leer ni escribir, evidenciando una tasa de

analfabetismo de 21,16 % para el género masculino y una tasa del 26,28 % para el femenino, lo que constituye un obstáculo para el progreso de estas comunidades.

Asimismo, según el censo del 2 002, de los 37 438 habitantes del municipio mayores de 7 años, el 21 % de la población jamás ha ido a la escuela, y el 22 % ha cursado por lo menos, un año de nivel básico o más.

1.3.2.2. Salud

En el municipio de Escuintla, varias de las enfermedades están asociadas por un mal manejo adecuado de los desechos sólidos y de la calidad del aire, entre las cuales están: las infecciones respiratorias, enfermedades gastrointestinales, malaria, desnutrición y dengue.

1.3.2.3. Agua potable

El municipio de Escuintla, el 22 % de viviendas no tiene acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable. Tomando en cuenta que la meta del municipio en materia de agua es aumentar de 61,9 % (1 994) a 81,4 % (2 015) el porcentaje de hogares con acceso a mejores fuentes de agua, hay un déficit de 400 servicios de agua por instalar en los próximos 5 años.

Las poblaciones con mayor déficit de agua potable son: La Oportunidad, San Antonio y Santa María.

1.3.2.4. Drenajes

Este servicio es prestado por la misma municipalidad a la mayoría de comunidades del municipio de Escuintla, la cual atiende aproximadamente a 126 000 usuarios.

En el municipio no se cuenta con planta de tratamiento para destinar aguas servidas.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

En este capítulo se hace una descripción de los proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, dando una detallada información sobre los mismos.

2.1. Diseño del sistema de agua potable para la cabecera municipal, Escuintla, Escuintla.

Para el diseño indicaremos paso por paso todo el proceso necesario para obtener los resultados con los cuales haremos los cálculos para su diseño, presupuesto y planos.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto de sistema de agua potable tiene como fin primordial alcanzar a solucionar la problemática que tienen los habitantes de la cabecera municipal del municipio de Escuintla, Escuintla, el cual servirá a los habitantes.

2.1.2. Descripción del sistema a utilizar

El sistema será por gravedad está conformado por una línea de conducción de 3 728 metros de longitud, el cual se unirá a un tanque de distribución. La tubería a utilizar será de PVC y se colocarán cajas rompedoras donde sean necesarias.

2.1.3. Fuentes de abastecimiento de agua y aforos

Para consumo humano solo existen dos tipos de fuentes de agua, fuentes superficiales, tales como lagos, ríos y captación de agua lluvia y fuentes subterráneas, las cuales incluyen pozos, galerías horizontales y manantiales.

Para dotar a la cabecera municipal del agua potable, se hará por medio de un río que proviene de un nacimiento dentro de la jurisdicción del municipio de Escuintla.

2.1.4. Análisis de calidad del agua

Es un dato esencial para el diseño, ya que el agua de mala calidad debe ser sometida a tratamiento para hacerla potable a los humanos. La calidad del agua depende de factores fisicoquímicos y bacteriológicos que deben de cumplir ciertos parámetros que permita beberla y destinarla a otros usos sin riesgos a la salud, Se deberá de realizar los análisis del agua del lugar que servirá para abastecer de agua a la cabecera municipal para conocer el tipo de tratamiento que deberá utilizarse, para la determinación de las características se tomará como referencia la Norma de agua potable, COGUANOR NGO 29001. Los resultados que se obtendrán de este estudio se deben detallar en un certificado firmado por un profesional colegiado (ver anexos).

2.1.5. Levantamiento topográfico

En el levantamiento colaboró la OMP de Escuintla proporcionando el equipo de topografía de la municipalidad,

- Humanos: 1 estudiante de E.P.S., 1 dibujante, 1 topógrafo y cadenero.

- Físicos: un equipo de topografía con teodolito, estadal y libreta topográfica.
- Materiales: un bote de pintura en spray, para marcar los puntos o estaciones.

2.1.5.1. Altimetría

Se realizó la nivelación por el método de taquimetría (lectura de hilos) por medio del teodolito.

2.1.5.2. Planimetría

Este levantamiento planimétrico se efectuó como una poligonal abierta, para el efecto se utilizó el método de conservación de azimut con vuelta de campana.

2.1.6. Factores de diseño

Son factores que intervienen en la selección del diseño que se utiliza. Entre estos factores están los siguientes:

2.1.6.1. Período de diseño

El período de diseño es el tiempo durante el cual el sistema debe funcionar en óptimas condiciones, y debe tomarse en cuenta aspectos como la durabilidad de los materiales y equipo utilizado, calidad de la construcción y las condiciones del lugar de ubicación de todo el proyecto.

Para este proyecto se tomó un período de diseño de 25 años.

2.1.6.2. Población futura

Para el diseño de un sistema de agua potable, es necesario tener datos confiables y suficientes de los habitantes de la localidad para el cual se realiza el estudio. Para calcular la población de diseño o población futura, se recomienda utilizar el método geométrico, por ser considerado el más aproximado y real.

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

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño

Para el proyecto en estudio se cuenta con la siguiente información:

Población actual (Po) = 51 000 habitantes

Tasa de crecimiento (r) = 1,5 % anual

Período de diseño propuesto (n) = 25 años

$$Pf = 51\ 000 (1 + 0,015)^{25}$$

Pf = 73 998 hab.

2.1.6.3. Caudal de aforo

En esta etapa se obtienen los datos que ayudarán para el diseño del sistema. La medición del caudal de una fuente de agua es un aforo. Para el sistema de agua potable, el aforo es una de las partes más importantes para su

diseño, ya que por medio de él se conocerá si la fuente de agua provee el suficiente caudal para abastecer a toda la población; deben de realizarse en época seca o de estiaje, con el objetivo de mejorar las pautas de diseño.

Para aforar la fuente se utilizó el dato brindado por la OMP que es de 170 lt/s.

2.1.6.4. Factores de consumo

Como se conoce que el consumo de agua no es uniforme en todas las horas del día, se puede citar como ejemplo que en las noches es casi nulo y al transcurrir de las horas, se va modificando hasta que a cierta hora del día el consumo alcanza el valor máximo. En las poblaciones pequeñas es más frecuente esta variación, por lo tanto, se puede decir que, a mayor población, corresponde un factor de hora máximo de menor valor y viceversa. Entre estos factores están los siguientes:

2.1.6.5. Factor de hora máximo (FHM)

Es el número de veces que se incrementa el caudal medio diario para satisfacer la demanda en las horas de mayor consumo.

Según la Unidad Ejecutora de Programas de Acueductos Rurales (UNEPAR) y el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), se obtienen los siguientes parámetros:

- Para poblaciones mayores a 1 000 habitantes FHM = 2,0
- Para poblaciones menores a 1 000 habitantes FHM = de 2,0 a 3,0

2.1.6.6. Factor de día máximo (FDM)

Se define como la relación que existe entre el valor de consumo máximo diario registrado en un año y el consumo medio diario relativo a ese año,

Según lo indicado por la Unidad Ejecutora de Programas de Acueductos Rurales (UNEPAR) y el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), se obtienen los siguientes parámetros:

- Para poblaciones mayores a 1 000 habitantes FDM = 1,2
- Para poblaciones menores a 1 000 habitantes FDM = 1,5

2.1.7. Caudales de diseño

Los caudales de diseño son los consumos mínimos de agua requeridos por la población que será abastecida por medio de un sistema de agua potable, los caudales utilizados son:

2.1.7.1. Dotación

Es la cantidad de agua asignada a un habitante en un día en una población. Por lo general, se indica en litros por habitante por día: l/hab./día. Para una adecuada elección de la dotación deberá tomarse en cuenta los siguientes factores:

- Clima
- Nivel de vida de la comunidad
- Actividades productivas
- Cantidad y calidad del agua

- Servicios comunales o públicos

Si hubieren, se deberán tomar en cuenta estudios de demanda de la población o poblaciones con las mismas similitudes.

A falta de estos se tomarán los siguientes valores detallados en la Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM):

- Servicio a base de llena cántaros exclusivamente: 30 a 60 litros por habitante por día.
- Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales: 60 a 90 litros por habitante por día.
- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 litros por habitante por día.
- Servicio de conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda de 90 a 170 litros por habitante por día.
- Servicio de pozo excavado o hincado con bomba manual mínimo de 20 litros por habitante por día.
- Servicio de aljibes 20 litros por habitante por día.

Para este proyecto se adoptó la dotación de 90 litros por habitante por día.

2.1.7.2. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua consumida por la población durante un día, es obtenida por medio de un promedio de los consumos diarios a lo largo de un año; pero al no contar con estos datos se puede calcular con base en la población futura y la dotación asignada en un día. El caudal medio diario para el proyecto

en estudio, se calculó por medio de la fórmula expresada en la Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la cual es la siguiente:

$$Q_m = \frac{Pf * Dot}{86\ 400}$$

Donde:

Qm = consumo medio diario o caudal medio

Pf = población futura

Dot = dotación

Ejemplo:

$$Q_m = \frac{73\ 998\ Hab * \frac{90\ \frac{l}{hab}}{d}}{86\ 400\ \frac{s}{d}}$$

$$Q_m = 77,0815\ \frac{l}{s}$$

2.1.7.3. Caudal máximo diario

El caudal máximo diario es conocido como caudal de conducción, ya que se utiliza para diseñar la línea de conducción del proyecto. Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el período de un año. Cuando no se cuenta con información se puede calcular incrementando un porcentaje, denominado factor día máximo y con la fórmula expresada en la Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de

Agua para Consumo Humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la cual es la siguiente:

$$Q_{md} = Q_m * FDM$$

Donde:

Q_{md} = consumo máximo diario o caudal de conducción

Q_m = consumo medio diario o caudal medio

FDM = factor día máximo

Ejemplo:

$$Q_{md} = 77,0815 \frac{l}{s} * 1,2 = 92,4978 \frac{l}{s}$$

2.1.7.4. Caudal máximo horario

Conocido también como caudal de distribución, ya que es utilizado para el diseño de la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día. Se determina multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máximo.

$$Q_d = Q_m * FHM$$

Donde:

Q_d = consumo máximo horario o caudal de distribución

Q_m = consumo medio diario

FHM = factor hora máximo

Ejemplo:

$$Qd = 77,0815 \frac{l}{s} * 2 = 154,163 \frac{l}{s}$$

2.1.8. Presiones y velocidades

De conformidad con las Normas de UNEPAR se adoptarán las velocidades de diseño:

- Para conducción: mínima = 0,40 m/s y la máxima = 3,0 m/s
- Para distribución = 0,40 m/s y la máxima = 2,0 m/s

Las presiones en la conducción no deben exceder a la presión de trabajo en las tuberías.

En la distribución la presión de servicio debe estar en el rango de 10 a 60 metros columna de agua (mca) y la presión hidrostática máxima será de 80 metros columna de agua (mca).

2.1.9. Diámetros y coeficientes

Respecto del diámetro se debe hacer mención que, a nivel comercial, las tuberías se clasifican por un diámetro nominal, que difiere del diámetro interno del conducto. Por tal razón, a continuación, se presenta la tabla II con diámetros internos de la tubería de PVC, que es la que será utilizada para el proyecto.

Tabla II. **Diámetros internos de tubería de PVC**

Diámetro comercial	Diámetro inferior 100 psi	Diámetro interior 125 psi	Diámetro interior 160 psi	Diámetro interior 250 psi	Diámetro interior 315 psi
½"					0,716
¾"				0,926	
1"			1,195	1,161	
1 ¼"			1,532	1,464	
1 ½"			1,754	1,676	
2"			2,193	2,095	
2 ½"			2,655	2,537	
3"		3,284	3,23	3,088	
4"	4,28	4,224	4,154	3,97	
6"	6,301	6,217	6,115	5,845	
8"	8,205	8,095	7,961	7,609	

Fuente: MORALES GUZMÁN, Clementino. *Ampliación, mejoramiento y apertura del tramo carretero que comunica la Colonia Hermana Patricia con la Colonia Santa Bárbara y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Nuevo San José, Morales, Izabal.* p. 66.

En lo que respecta al coeficiente de fricción en tubería PVC es utilizado generalmente un coeficiente C de 150 y de la tubería HG es 100.

2.1.10. Determinación de diámetros y pérdidas

Para determinar el tipo de tubería que se debe de utilizar y los diámetros adecuados, es necesario realizar un cálculo hidráulico que garantice que el sistema preste un servicio eficiente durante el periodo al cual fue diseñado.

Para este caso se empleará la fórmula de Hazen & Williams.

$$H_f = \frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{H_f * C^{1,85}}$$

$$D = \left(\frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{H_f * C^{1,85}} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

Donde:

H_f = pérdida de carga (m)

Q = caudal en la tubería (l/s)

L = longitud de tubería (m)

D = diámetro (in)

C = coeficiente de rugosidad de la tubería

2.1.11. Captación

La captación es la obra que recolecta el agua proporcionada por la fuente. El diseño está en función del tipo de fuente. En este caso es una captación para una fuente superficial.

Toda captación debe llenar las siguientes condiciones sanitarias:

- Impedir el acceso de aguas superficiales, tierra, hojas e insectos.
- Impedir la acumulación de aguas y lodos alrededor de la captación.
- Estar provista de ventilación y rebalse.
- Tener una abertura de acceso para permitir reparaciones, la cual debe estar provista de tapadera con candado.

- Si es posible, rodear el sitio con malla de alambre.

2.1.12. Línea de conducción

La línea de conducción es la tubería que transporta el caudal de día máximo, desde la captación hasta el tanque de distribución.

La tubería de la línea de conducción debe ser capaz de resistir la máxima presión a la que se verá sometida. A continuación, se muestra un ejemplo de los cálculos efectuados en la línea de conducción.

- Diámetro de la tubería (\emptyset)

Datos de captación a caja rompepresión:

L = 965,22 m

Q = 92,4978 lt/s

C = 150

Cota inicial = 511,41 m

Cota final = 471,41 m

$$\Delta H = 511,41 - 471,41 = 40 \text{ m}$$

$$\emptyset = \left(\frac{1\,743,811 * L * 1,05 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \Delta H} \right)^{1/4,87}$$

$$\emptyset = \left(\frac{1\,743,811 * 965,22 * 1,05 * 92,4978^{1,85}}{150^{1,85} * 40} \right)^{1/4,87}$$

$$\emptyset = 7,48''$$

Debido a que el resultado daba el diámetro exacto, se usará únicamente la tubería de diámetro (\varnothing) 8”.

- Cálculo de pérdida de carga (h_f) con cada tubería
 - Tubería PVC 8” (de captación a rompedresión)

$$L = 965,22 \text{ m}$$

$$Q_{con} = 92,4978 \text{ lt/s}$$

$$C = 150$$

$$D = 8''$$

$$h_f = [(1743,811 \times L \times Q^{1,85}) / (C^{1,85} \times D^{4,87})]$$

$$h_f = [(1743,811 \times 965,22 \times 92,4978^{1,85}) / (150^{1,85} \times 8^{4,87})]$$

$$h_f = 29,59 \text{ m}$$

- Tubería PVC 8” (de rompedresión a tanque almacenamiento)

$$L = 2\ 889,50 \text{ m}$$

$$Q_{con} = 95,50 \text{ lt/s}$$

$$C = 150$$

$$D = 8''$$

$$h_f = [(1\ 743,811 \times L \times Q^{1,85}) / (C^{1,85} \times D^{4,87})]$$

$$h_f = [(1\ 743,811 \times 2\ 889,50 \times 95,50^{1,85}) / (150^{1,85} \times 8^{4,87})]$$

$$h_f = 88,59 \text{ m}$$

- $H_f \text{ total} = h_{f1} + h_{f2} = \Delta h$

$$H_{f\text{total}} = 29,59 + 88,59 = 118,18 \text{ m}$$

- Cálculo de la cota piezométrica (CP)

$$CP = \text{Cota terreno inicial} - h_f$$

$$CP = 511,41 - 118,18 = 393,23 \text{ m}$$

- Cálculo de presiones (P)

$$P = \text{Cota piezométrica} - \text{cota del terreno final}$$

$$P = 393,23 - 369,84 = 23,39 \text{ m.c.a.} < 80 \text{ m.c.a.}$$

Con base en los resultados se determinó que el diámetro a utilizar para el sistema será de 8".

2.1.13. Tanque de almacenamiento

Los tanques de distribución tienen como fin primordial cubrir las variaciones horarias de consumo, almacenando agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día.

La función del tanque de distribución es la siguiente:

- Compensar las variaciones horarias en el consumo de agua de la población.

- Reserva de agua para suplir la demanda en caso de interrupción del servicio, debido a fallas o mantenimiento en la línea de conducción.
- En ocasiones se utiliza también como reserva para el combate de incendios.

La estructura de los tanques que se utilizará en el proyecto será muros de gravedad de concreto ciclópeo, semienterrado con cubierta de losa de concreto reforzado.

La altura mínima del tanque debe ser aquella que a media capacidad produzca, en el sistema de distribución, la presión mínima recomendable de 10 metros columna de agua para el caso más desfavorable.

2.1.14. Sistema de desinfección

El tratamiento mínimo que debe dársele al agua con el fin de entregarla libre de organismos patógenos es la desinfección, esta puede obtenerse por medio de cualquiera de los procedimientos siguientes:

- Desinfección por rayos ultravioleta: se hace pasar el agua en capas delgadas debajo de lámparas ultravioleta, Para que la desinfección sea efectiva, el agua debe ser de muy baja turbiedad, la cual limita la aplicación y adicionalmente no se obtiene una desinfección posterior.
- Desinfección por medio de ozono: el empleo del ozono como desinfectante es un sistema muy efectivo y de uso generalizado en Europa. El sistema de ozonificación consiste básicamente en una elevación de voltaje que, al producir chispas y entrar estas en contacto con el oxígeno, produce el ozono.

- Desinfección por medio de cloro (cloración): este procedimiento es bastante efectivo y es de uso generalizado en Estados Unidos y en América Latina. Además, es un sistema de desinfección más económico que los dos métodos anteriores, Para que el cloro actúe efectivamente, se debe dejar un tiempo de contacto del cloro con el agua, preferentemente de 15 a 20 minutos.

En la práctica, el método más confiable y exitoso para evitar la reaparición de bacterias en las tuberías, y más usado en el medio guatemalteco es la cloración.

Para realizarse una adecuada limpieza en los tanques, primero se debe conocer el volumen de agua. La cantidad de desinfectante se determinará según el grado de desinfección que se requiera; para una desinfección al 5 % deberá agregarse 50 gr de cloro por cada litro de agua y cuando sea el 10 % deberán administrarse 100 gr de cloro por cada litro. Además de seguirse el siguiente procedimiento:

- Introducir la solución de cloro en los depósitos de agua potable.
- Inmediatamente después, llenar el depósito completamente de agua.
- Abrir los grifos hasta que aparezca agua clorada.
- Debe dejarse que el agua clorada permanezca en el tanque durante al menos 4 horas.
- Posteriormente, el tanque y tuberías deben vaciarse y lavarse con agua potable hasta que el agua ya no tenga un sabor desagradable a cloro.

2.1.15. Obras de arte

Son estructuras de mampostería formadas por ladrillo, piedras, *blocks* y unidades con mortero; ya sea con refuerzo o no, que se construyen para el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

Caja rompepresión: estructura destinada a reducir la presión del agua en la tubería, a la presión atmosférica; los candados deben estar protegidos de la intemperie. Dado que los empaques de las válvulas de flotador, tienden a deteriorarse rápidamente con el incremento de la presión de trabajo, deben someterse a presiones estáticas comprendidas entre 40 y 60 metros, como máximo y 20 metros columna de agua como mínimo.

Válvulas: no son más que las diferentes llaves que se utilizan en los sistemas de abastecimiento de agua potable que sirven para regular, mejorar o interrumpir el paso del agua en los diferentes componentes del sistema, y que se manipulan más por asunto de mantenimiento del sistema, como lo son válvulas de globo que se colocan en el inicio y final de cualquier ramal o subramal, válvulas de chorro que es el accesorio final que se instala en los servicios prediales, válvula de compuerta que funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta que regula el paso del agua, válvula de paso o llave de paso que al girar permite o cierra el paso del agua y válvulas reguladoras de presión que sirven para reducir automáticamente la presión.

2.1.15.1. Válvulas de limpieza

Son dispositivos que permiten la descarga de los sedimentos acumulados en el sistema, se colocan en los puntos bajos de líneas de conducción o de

distribución. Consiste en una derivación de la tubería provista de válvula de compuerta.

2.1.15.2. Válvulas de aire

En el transporte de agua por la tubería, en las partes altas, puede ir acompañado de formaciones de bolsa de aire, para esto es necesario este tipo de válvulas para poder eliminar el aire que se acumula y así permitir que el agua pueda pasar libremente, ya que de lo contrario podría provocar presiones dentro de la tubería a causa del aire acumulado, que evitarán el flujo de agua.

2.1.16. Administración, operación y mantenimiento

Para sostener y dar mantenimiento a un sistema de agua potable es necesario contar, básicamente con recursos financieros, los cuales deben ser captados y administrados por un ente autorizado como es un comité del agua, electo democráticamente e integrado por personas que gocen de credibilidad y confianza de los habitantes de la comunidad.

El comité debe de estar legalizado y cumplir con el reglamento para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, estableciendo en el Acuerdo Gubernativo Núm. 293-82 con de fecha 30 de septiembre de 1982.

Para la operación de la red de agua potable deberá limpiarse y desinfectarse la tubería instalada, previo iniciar su funcionamiento, haciendo correr agua hasta llenar la tubería, utilizando una concentración de 1 mg/l de cloro.

Se deberá efectuar una prueba de presión en la tubería instalada de preferencia entre cada tramo limitado por válvulas a efecto de comprobar el hermetismo del tramo y el cierre de las válvulas del tramo correspondiente, como mínimo deberá elevarse la presión a un 50 % más de la presión a la que trabajará normalmente la tubería, pero preferentemente deberá ser cercana a la presión nominal resistente de la fabricación de la tubería indicada en la misma zona para comprobar el comportamiento previo a cerrar la zanja de la instalación.

Esto se consigue cerrando perfectamente las válvulas y conectando en un punto del tramo a probar, un equipo de bomba manual para subir la presión al valor correspondiente y mantenerla durante 30 minutos, verificando que la pérdida de presión en ese tiempo no sea mayor de un 5 % de la inicial.

Es recomendable colocar un poco de material selecto sobre la tubería a probar, pero sin que cubra las uniones de tubería y accesorios para comprobar si existen fugas o no.

Al cerrar la zanja se procederá a comprobar que se coloquen capas de material selecto compactado hasta donde sea posible, a los lados y sobre la tubería instalada, buscando no afectar la misma, posteriormente a esta fase se deberá compactar las demás capas hasta rellenar completamente la zanja.

Un correcto mantenimiento de la red implica una adecuada reducción de las fugas en la misma, la detención rápida y eficaz, la correcta reparación e incluso la prevención. Esto se logra teniendo materiales disponibles que sean requeridos por el fontanero de la comunidad este pueda disponer de ellos para realizar las reparaciones y así mantener el sistema en condiciones óptimas.

Para prestar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo en un sistema de agua potable es necesario contar con un fontanero dedicado a estas labores que deberá ser pagado con los fondos obtenidos de la tarifa mensual, las cuales servirán también para costear los gastos de herramientas, materiales necesarios y transporte.

2.1.17. Propuesta de tarifa

Los usuarios del sistema de abastecimiento de agua potable deberán contribuir a los gastos de operación y mantenimiento del sistema, por lo que se hace necesario brindar una contribución determinada y equitativa por hogar.

2.1.17.1. Costos de operación

Los costos de operación se determinarán de acuerdo a los días laborados por mes de un fontanero, por acuerdo con la comunidad el fontanero laborará ocho días por mes, y será habitante de la misma aldea.

$$Co = (\text{jornal}) \times (\text{días laborados por mes})$$

$$Co = (Q80,00) \times (8) = Q640,00$$

2.1.17.2. Costo de materiales no locales

Para determinar el costo por materiales se estima el tres por millar de los costos de materiales no locales presupuestados para el período de diseño que servirá básicamente para la compra de materiales cuando haya necesidad de cambiar los existentes.

$$Cm = \left(\frac{3}{1\,000} \right) * \frac{Mnl}{n}$$

Donde:

Cm = costo de materiales

Mnl = costo de los materiales no locales = Q 2 786 564,20

n = período de diseño = 25 años

$$Cm = \left(\frac{3}{1\,000} \right) * \left(\frac{2\,786\,564,20}{25} \right) = Q334,39$$

2.1.17.3. Costos de tratamiento

Este costo (Ct), es específicamente la compra de hipoclorito de calcio y se determina de la siguiente manera:

$$Ct = \left(\frac{30 * Chc * Qdm * Rac * 86\,400}{45\,400 * 0,65} \right)$$

Donde:

Chc = costo de 100 libras de hipoclorito de calcio = Q2 175,00

Qdm = caudal día máximo = 103,38 l/s

Rac = relación de agua cloro en una parte por millar = 1,0 (l/s) = 0,001

Cc = concentración de cloro al 65 % = 0,65

30 = días al mes

86,400 = segundos en un día

$$Ct = \left(\frac{30 * 1\,800 * 103,38 * 0,001 * 86\,400}{61\,538,40 * 0,65} \right) = 12\,058,40$$

2.1.17.4. Gastos administrativos

Estos se utilizan para mantener un fondo de gastos que puedan surgir en viáticos, papelería, sellos, entre otros. Se realiza estimando un porcentaje sobre la suma de los gastos de operación, mantenimiento y tratamiento, para este proyecto se consideró un porcentaje igual al 5 %.

$$Ga = 0,05 (Co + Cm + Ct)$$

$$Ga = 0,05 (640 + 334,39 + 12 058,40) = Q 651,64$$

2.1.17.5. Cálculo de tarifa

Con los datos proporcionados anteriormente se procede a obtener la tarifa propuesta, la cual se obtiene de la suma de los gastos anteriores.

Costos de operación	=	Q	640,00
Costo de mantenimiento	=	Q	334,39
Costo de tratamiento	=	Q	12 058,40
Gastos administrativos	=	<u>Q</u>	<u>651,64</u>
			Q13 684,43 / mes

2.1.18. Evaluación socioeconómica

Se realiza para conocer la rentabilidad del proyecto o en el caso de la mayoría de proyectos que desarrollan las municipalidades se enfocan en la cantidad de beneficiarios a atender; para esto se asume que el proyecto será financiado y la inversión no será recuperada.

2.1.18.1. Valor presente neto

El valor presente neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo, permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero, maximizar la inversión. Esta evaluación permite saber si el proyecto es rentable o no.

El correspondiente análisis se realizará de diversas maneras para obtener la mayor certeza de que la inversión a realizar es correcta o la más adecuada y se hará de la siguiente forma. La herramienta a utilizar para este análisis será la fórmula matemática de valor presente neto, la cual es la siguiente:

$$F = P * (1 + i)^n$$

Donde:

F = valor futuro de la inversión a realizarse en la actualidad

P = valor presente de la inversión a realizarse en la actualidad

i = tasa de interés ponderado

n = número de períodos a evaluar en el proyecto

Esta fórmula para realizar su aplicación directamente en nuestro análisis es necesario simplificarla quedando de la siguiente manera:

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

En lo referente a la tasa de interés que se utilizará en este análisis se consideró que como en Guatemala esta tasa es variable se realizará una

ponderación de la misma por lo que se utilizará la siguiente tasa de interés: 5 %, debido a que el proyecto es de carácter social y no lucrativo.

La cantidad del costo del proyecto es de Q 3 378 649,72, pero como todo proyecto de desarrollo social debe de contar con cierto aporte por parte de los beneficiados, en este caso se propone que la municipalidad cobre una cuota de simbólica a los pobladores por motivo de conexión domiciliar la cual se propone sea el 50 % del monto total del proyecto:

$Q3\ 378\ 649,72/2 = Q1\ 689\ 324,86$ para el total de vivienda pagados a un año.

Presente dado a un futuro:

$$P = \frac{1\ 689\ 324,86}{(1 + 0,05)^1} = 1\ 608\ 880,82$$

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

A = costo de mantenimiento anual del proyecto = Q 13 684,43 x 12

A = Q 164 213,16

$$P = 1\ 608\ 880,82 * \left[\frac{(1 + 0,05)^{25} - 1}{0,05 * (1 + 0,05)^{25}} \right] = 22\ 675\ 477,1$$

Este valor presente es el mismo para los ingresos como para los egresos por lo cual al realizar la sumatoria algebraica se elimina mutuamente.

$$V.P.N. = -3\ 378\ 649,72 + 1\ 608\ 880,82 = -1\ 769\ 768,90$$

El V.P.N. es negativo al futuro dado, esto nos indica que el proyecto no es rentable.

2.1.18.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR), es la tasa de descuento que hace que el valor presente neto sea cero, es decir, que es la tasa que iguala la suma de los descontados a la inversión inicial.

El valor presente neto se puede expresar en términos de tasa interna de retorno debido a la relación que tiene entre sí.

Se tiene un V.P.N. = - 3 378 649,2 y se necesita un V.P.N. positivo, el cual se obtiene de la siguiente manera:

Usamos una tasa de -60 %

$$P = \frac{1\,689\,324,86}{(1 - 0,60)^1} = 4\,148\,312,15$$

$$V.P.N. = -3\,378\,649,72 + 4\,148\,312,15 = +\,769\,662,43$$

Encontrando los dos V.P.N., positivo y negativo, se procede a encontrar la TIR de la siguiente manera:

5 % VPN = - 1 769 768,90

TIR VPN = 0

-60 % VPN = 769 662,43

$$TIR = \left[\frac{(5 - (-60)) * (0 - 769\,662,43)}{(-1\,769\,768,90 - (769\,662,43))} \right] + (-60)$$

$$TIR = -40,29$$

La tasa interna de retorno del proyecto es -40,29 lo que indica que no es rentable, debido a que la tasa es negativa. No obstante, el proyecto es rentable desde el punto de vista social, ya que elevará el nivel de vida de los pobladores de la comunidad.

2.1.19. Elaboración de planos

Los planos constituyen junto al presupuesto, los documentos más importantes para la toma de decisiones de parte de la entidad que dará financiamiento al proyecto, pues ambos resúmenes en forma concisa los alcances y limitaciones que tendrá el proyecto al momento de implementarlo a la realidad.

En los planos está resumida la información esencial del proyecto junto con los detalles y elementos constructivos más significativos.

En este proyecto se realizaron los planos de la planta de la línea de conducción, planta perfil de la línea de conducción; detalles de obra de captación, cajas de válvulas y caja rompresión; estos se incluirán completos en el apéndice.

2.1.20. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en precios unitarios. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región, la mano de obra calificada y no calificada se referenció a precios utilizados por la municipalidad en proyectos similares.

Tabla III. Presupuesto



PRESUPUESTO
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EPS INGENIERÍA CIVIL
 EPESISTA: JONATHAN CARLOS ROBERTO SANDOVAL CHAJÓN
 MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA
 PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO DE LA SÉPTIMA AVENIDA DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA,
 ESCUINTLA
 FECHA: JULIO 2016

Núm.	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	TRABAJOS PRELIMINARES	GLOBAL	1,00	Q 46 200,00	Q 46 200,00
2	LIMPIEZA Y DESTRONQUE	ML	3 000,00	Q 4,07	Q 12 211,64
3	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	3 855,00	Q 2,03	Q 7 826,00
4	EXCAVACIÓN DE ZANJA	M3	2 698,50	Q 102,68	Q 277 088,00
5	COLOCACIÓN TUB, PVC Ø 8"	ML	3 855,00	Q 72,84	Q 2 786 564,20
6	RELLENO DE ZANJA	M3	2 023,88	Q 113,65	Q 230 020,88
7	CAJA ROMPEPRESION	UNIDAD	7 854,00	Q 1,00	Q 7 854,00
7	LIMPIEZA FINAL	ML	3 000,00	Q 2,48	Q 7 434,00
8	ROTULO	UNIDAD	1,00	Q 3 451,00	Q 3 451,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 3 378 649,72

Fuente: elaboración propia.

El monto del proyecto asciende a tres millones trescientos setenta y ocho mil seiscientos cuarenta y nueve quetzales con setenta y dos centavos.

2.1.21. Cronograma de ejecución físico y financiero

El cronograma es el indicador que muestra la planificación en cuanto a tiempo de construcción y desembolsos en el desarrollo de las distintas etapas del proyecto. Este se realizó con rendimientos brindados por la Municipalidad de Morales obtenidos de proyectos similares.

Tabla IV. Cronograma de ejecución físico y financiero

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICO Y FINANCIERO
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EPS INGENIERÍA CIVIL
 EPESISTA: JONATHAN CARLOS ROBERTO SANDOVAL CHAJÓN
 MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA
 PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO DE LA 7MA AVENIDA DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA
 FECHA: JULIO 2016



Núm.	REGLÓN	TOTAL	%	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
				S1	S2	S3	S4												
1	TRABAJOS PRELIMINARES	Q 46 200,00	1,4 %	■	■	■	■												
2	LIMPIEZA Y DESTRONQUE	Q 12 211,64	0,4 %	■	■	■	■												
3	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	Q 7 826,00	0,2 %			■	■												
4	EXCAVACIÓN DE ZANJA	Q 277 088,00	8,2 %			■	■	■	■	■	■								
5	COLOCACIÓN TUB. PVC Ø 8"	Q 2 786 564,20	82,5 %					■	■	■	■	■	■	■	■				
6	RELLENO DE ZANJA	Q 230 020,88	6,8 %					■	■	■	■	■	■	■	■				
7	CAJA ROMPEPRESION	Q 7 854,00	0,2 %							■	■	■	■	■	■				
8	LIMPIEZA FINAL	Q 7 434,00	0,2 %															■	■
9	ROTULO	Q 3 451,00	0,1 %	■	■	■	■												

TOTAL DEL PROYECTO	Q 3 378 649,72	100 %
---------------------------	-----------------------	--------------

Fuente: elaboración propia.

2.1.22. Evaluación de impacto ambiental

Es el proceso formal empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o decisión legislativa a la implantación de políticas y programas, o la puesta en marcha de proyectos de desarrollo.

La evaluación de impacto ambiental valorará los efectos directos e indirectos de cada propuesta de actuación sobre la población humana, la flora, y fauna, suelo, aire, agua, clima, paisaje, la estructura y función de los ecosistemas previsibles afectados.

Para este proyecto se utilizó el formato de estudio de impacto ambiental inicial (EIAI) del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, ya que con este instrumento se inicia el proceso de trámite de la licencia ambiental para la construcción del proyecto (ver anexos).

2.2. Diseño de pavimento rígido de la séptima avenida de la ciudad de Escuintla, Escuintla.

Este proyecto tiene como fin primordial de solucionar la problemática que tienen los habitantes de la ciudad de Escuintla, Escuintla, el cual servirá para que puedan circular de manera más rápida dentro del casco urbano, ya que en la actualidad no se cuentan con muchos trayectos para poder transitar.

2.2.1. Descripción del proyecto

Luego del estudio de las necesidades de la población de la ciudad de Escuintla, se optó por el proyecto de pavimentación, el cual consiste en el diseño de un pavimento rígido (de concreto hidráulico) para el tramo carretero dentro del centro de la ciudad de Escuintla, el diseño es realizado por el método de la PCA, el cual, más adelante será detallado, permitirá un mejor flujo de tránsito, así como una mejora en las actividades económicas de la zona.

2.2.2. Derecho de vía

Se llama derecho de vía a aquella franja de terreno que se adquiere para la construcción de una carretera, dentro de la cual se deberá localizar la misma, incluyendo las obras accesorias.

El reglamento sobre derecho de vía en los caminos públicos y la relación con los predios que atraviesan, establecen una serie de artículos sobre el derecho de vía, previendo el incremento del ancho del proyecto diseñado.

El artículo 3ro del reglamento indica que para las diversas clases de camino se tendrán los siguientes anchos:

- Para carreteras nacionales, veinticinco metros.
- Para carreteras departamentales, veinte metros.
- Para carreteras municipales, quince metros.
- Para caminos de herradura y vecinales, seis metros.

Para este proyecto, por ser una avenida que está rodeada de vecinales, se tomó un ancho de derecho de vía de seis metros.

2.2.3. Levantamiento topográfico

Es utilizado para tener digitalmente cada uno de los puntos geográficos por lo que se supone pasará el proyecto a diseñar. Para el levantamiento topográfico de este proyecto se utilizó un teodolito, estadal y cinta métrica, equipo brindado por la misma municipalidad.

2.2.3.1. Planimetría

La planimetría enseña a representar la proyección horizontal del terreno. Con ella se fijan puntos y se localizan accidentes geográficos que puedan influir en el diseño del sistema, determinando así la longitud del proyecto.

2.2.3.2. Altimetría

Es la rama de la topografía que permite definir los niveles de una porción de terreno, es decir, la variación de alturas que existe respecto de un plano horizontal dentro del mismo.

Se dice que dos o más puntos están a nivel cuando se encuentran a la misma cota o elevación respecto al mismo plano de referencia, en caso contrario se dice que existe un desnivel entre otros.

2.2.4. Estudio de suelos

Debido a que el suelo será el que soportará, en última instancia, las cargas del peso de las losas, del pavimento y las cargas de tránsito, es importante realizar un estudio de suelos adecuado para determinar las características del mismo, que permitan un diseño y construcción de pavimento adecuado al tipo de suelo. Para proyectos de pavimentación el estudio está constituido por tres partes:

- Clasificación del suelo
- Ensayos para el control en la construcción
- Determinación de la resistencia del suelo

Para el presente proyecto se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio: Granulometría, Límites de Atterberg, CBR y Proctor Modificado.

2.2.4.1. Ensayos para la clasificación del suelo

Debido a que la resistencia de un suelo está en función de sus propiedades mecánicas, es muy importante conocer las características físicas de un suelo.

2.2.4.2. Ensayo de granulometría

Este ensayo tiene como finalidad determinar la distribución de tamaños de las partículas del suelo en su totalidad.

Este ensayo consiste en colocar una serie de tamices con diferentes diámetros que son ensamblados uno encima de otro formando una columna. En la superior se encuentra el tamiz de mayor diámetro donde se agrega el material original y la columna de tamices se somete a vibración y movimientos rotatorios intensos en una máquina especial. Luego de algunos minutos, se retiran los tamices y se desensamblan, tomando por separado los pesos de material retenido en cada uno de ellos y que, en suma, deben corresponder al peso total del material que inicialmente se colocó en la columna de tamices.

Tomando en cuenta el peso total y los pesos retenidos se encuentran los porcentajes de peso retenido en cada tamiz, la gráfica granulométrica se obtiene ploteando los porcentajes de peso que pasan versus los distintos tamaños de abertura de cada tamiz. La curva granulométrica permite visualizar la tendencia homogénea o heterogénea que tienen los tamaños de grano (diámetros) de las partículas. Este procedimiento está regido por la Norma AASHTO T-27.

Según los resultados obtenidos del ensayo de granulometría realizado, el suelo posee 20,72 % de grava, 59,29 % de arena y 19,99 % de finos. El suelo se clasifico como arena limosa color café con grava según el método de clasificación de la AASHTO.

2.2.4.3. Límites de Attemberg

Los límites de Attemberg son medidas de consistencia de un suelo, tienen como fin la determinación de las propiedades plásticas de los suelos arcillosos o limosos, siendo de gran importancia dicho estudio para proyectos de pavimentación.

- Límite líquido (L.L.)

Es el contenido de agua o porcentaje de humedad que fija la división entre el estado casi líquido y el estado plástico.

Es el contenido de agua de un suelo (expresado en porcentaje de peso seco) que posee una consistencia tal que una muestra a la que se le ha practicado una ranura, al sujetarse al impacto de varios golpes fuertes, se cierra sin que el suelo resbale sobre su apoyo.

Este límite sirve para determinar la máxima densidad en la compactación, estimación de asentamientos en problemas de consolidación, así como puede ser también representado como la resistencia al corte del suelo en un estado húmedo. El ensayo con el cual se determina este límite está regido por la Norma AASHTO T 89.

- Límite plástico (L.P.)

Está definido como el contenido de agua (expresado en porcentaje del peso seco) con el cual se agrieta un cilindro de material de 1/8 de pulgada de diámetro, al rodarse con la palma de la mano sobre una superficie lisa. El ensayo con el cual se determina este límite está regido por la Norma AASHTO T 90.

- Índice plástico (I.P.)

El índice plástico (I.P.) está determinado como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

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

El índice plástico representa la variación de humedad que puede presentar un suelo que se mantiene en estado plástico. Tanto el límite líquido como el límite plástico están en función de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice plástico depende, generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo.

Clasificación de la plasticidad de un suelo:

I.P. es 0 – suelo no plástico.

I.P. entre 0 y 7 – suelo con baja plasticidad.

I.P. entre 7 y 17 – suelo con plasticidad media.

I.P. mayor de 17 – suelo altamente plástico.

2.2.4.4. Ensayo de proctor modificado

Este ensayo consiste en la compactación de una muestra de suelo en un cilindro metálico de 1/30 pies cúbicos de volumen, la compactación se realiza por medio de 5 capas compactadas a 25 golpes con un martillo de 10 libras a una caída libre de 18 pulgadas, posteriormente se pesa la muestra y el peso unitario húmedo se encuentra de la siguiente forma:

$$PUH = (PNH)/Volumen$$

Donde:

PUH = peso unitario húmedo en kg/m³

PNH = peso neto húmedo en kg

Volumen = volumen del cilindro en m³

Luego para encontrar el peso unitario seco primero se calcula el porcentaje de humedad.

$$\%H = \left\{ \frac{PNH - PNS}{PNS} \right\} * 100$$

Donde:

PNS = peso neto seco.

PNH = peso neto húmedo.

% H = porcentaje de humedad.

El peso unitario seco se determina de la siguiente forma:

$$PUS = \left\{ \frac{PUH}{100 + \%H} \right\} * 100$$

Donde:

PUS = peso unitario seco.

PUH = peso unitario húmedo.

% H = porcentaje de humedad.

El ensayo consiste en repetir este procedimiento con humedades distintas hasta encontrar la densidad máxima, la humedad que la muestra de densidad máxima posea será la humedad óptima. El procedimiento de este ensayo es regido por la Norma AASHTO STANDARD T-180.

Un suelo compactado a una humedad óptima (Hop) llegará a su densidad máxima aumentando así la resistencia del mismo y la capacidad de absorción de agua ya que se reducen los vacíos entre las partículas del suelo. Según el

resultado del ensayo Proctor modificado el suelo posee una densidad seca máxima de 1 562 kilogramos por metro cúbico o 97,5 libras por pie cúbico y una humedad óptima de 21,2 %.

2.2.4.5. Ensayo de valor soporte del suelo (CBR)

El ensayo de CBR tiene como función la determinación de la resistencia de un suelo ante un esfuerzo cortante en condiciones de compactación y humedad adecuada máxima. Este ensayo consiste en preparar la muestra del suelo con la humedad óptima encontrada en el ensayo de Proctor modificado, dicha muestra se procede a compactar en 5 capas en un cilindro metálico. El material debe estar compactado a diferentes porcentajes, esto se logra compactando tres muestras en tres cilindros por separado, las muestras deben ser compactadas a 10, 30 y 65 golpes con el martillo anteriormente descrito. Esto tiene como fin la obtención de distintos grados de compactación.

Posteriormente se procede a sumergir en agua las muestras compactadas en los cilindros por un período de 72 horas tomando medidas de hinchamiento a cada 24 horas. Una vez transcurridas las 72 horas se procede a someter a la muestra a una carga (a velocidad constante) producida por un pistón de 3 pulgadas cuadradas de área, se calculan los esfuerzos para las penetraciones de 0,1 y 0,2 pulgadas. El CBR es expresado como un porcentaje del esfuerzo determinado para hacer penetrar el pistón a 0,1 y 0,2 pulgadas en una muestra de piedra triturada. Este procedimiento de ensayo está regido por la Norma AASHTO T-193-63.

2.2.5. Análisis de resultados del estudio de suelos

Resumen de resultados del estudio de suelos:

- Clasificación PRA: A-1-b
- Clasificación SCU: SM
- Descripción del suelo: arena limosa color café con grava
- Límite líquido: 37,2 %
- Índice plástico: 4,2 %
- Descripción del suelo con respecto a los límites: suelo con ligera plástico
- Densidad seca máxima: 1 562 kilogramos por metro cúbico
- Humedad óptima (Hop): 21,2 %
- CBR al 95 % de compactación: 16,5 % aproximadamente
- Expansión máxima: 0 %

El material utilizado para la subrasante debe cumplir con las siguientes condiciones:

- No ser un suelo altamente orgánico, clasificado en el grupo A-8 según AASHTO M 145.
- Ser un suelo, de preferencia granular, presentar menos del 3 % de expansión de acuerdo con AASHTO T 193 (CBR).

El suelo presente en el tramo carretero cumple con ambos requisitos para una subrasante debido a que no es un suelo orgánico del grupo A-8 sino un suelo clasificado A-1-b tipo material granular, además, según la clasificación SCU es un suelo SM el cual indica que es una arena bien graduada y según los resultados del laboratorio del ensayo CBR el suelo presenta un porcentaje expansión máximo de 0,0 % siendo menos del máximo permitido que es 3 %.

2.2.6. Diseño geométrico

El diseño geométrico de carreteras es el proceso de correlación entre los elementos físicos y las características de operación de los vehículos mediante el uso de matemáticas, la física y la geometría. En este sentido la carretera queda geoméricamente definida por el trazado del eje en planta y en perfil y por el trazado de la sección transversal.

2.2.6.1. Alineamiento horizontal

El diseño geométrico en planta de una carretera, o el alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal del eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas.

2.2.6.1.1. Curva circular simple

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que une dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

Para el cálculo de elementos de curva es necesario tener las distancias entre los PI de localización, las deflexiones calculadas y el grado de curvatura (G) que será colocado por el diseñador. Con el grado de curvatura (G) y la deflexión (Δ) se calculan elementos de las curvas horizontales.

2.2.6.1.2. Grado de curvatura

Es el ángulo central que subtiende un arco de circunferencia de 20 metros de longitud.

$$G = \frac{1145,9156}{R}$$

Donde:

G = grado de curvatura

R = radio

1145,9156 = constante

2.2.6.1.3. Longitud de curva

Es la longitud del arco, comprendida entre el PC y la PT.

$$Lc = \frac{(20 * \Delta)}{G}$$

Donde:

Lc = longitud de curva

Δ = deflexión

G = grado de curvatura

2.2.6.1.4. Subtangente

Es la distancia entre el PC y el PI o entre el PI y el PT.

$$St = R * \tan \frac{\Delta}{2}$$

Donde:

St = subtangente

R = radio

Δ = deflexión

2.2.6.1.5. Cuerda máxima

Es la distancia en línea recta desde el PC al PT.

$$Cmax = 2R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Donde:

Cmax = cuerda máxima

R = radio

Δ = deflexión

2.2.6.1.6. External

Es la distancia desde el PI al punto medio de la curva.

$$E = R * \sec \frac{\Delta}{2}$$

Donde:

E = external

R = radio

Δ = deflexión

2.2.6.1.7. Ordenada media

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

$$OM = R * (1 - \cos \frac{\Delta}{2})$$

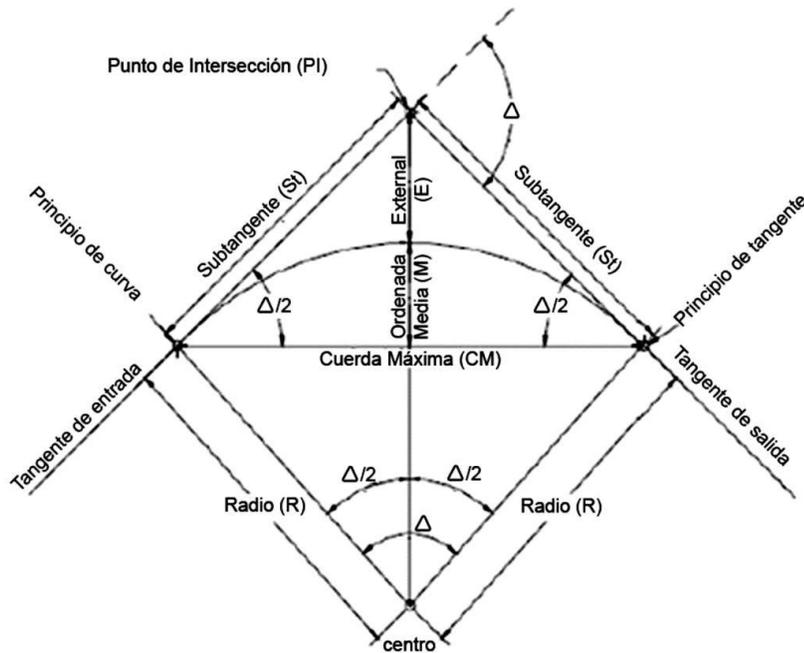
Donde:

OM = ordenada media

R = radio

Δ = deflexión

Figura 2. **Detalles de curva horizontal**



Fuente: ILLESCAS PONCE, Álvaro Danilo. *Diseño del tramo carretero comprendido desde el entronque del kilómetro 171+400 carretera Interamericana (CA-1), hacia el caserío Nuevo Xetnamit, del municipio de Nahualá, departamento de Sololá.* p. 24.

2.2.6.2. **Alineamiento vertical**

El diseño geométrico de una carretera o alineamiento vertical, es la proyección del eje real de la vía. A este eje también se le denomina rasante o subrasante, dependiendo de la fase en el cual se encuentre el proyecto. Al igual que el alineamiento horizontal, el eje del alineamiento vertical está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes verticales, y enlazados, entre sí por curvas verticales.

Para determinar la longitud de las curvas verticales se utilizan cuatro criterios que son:

2.2.6.2.1. Criterio de seguridad

Que es la visibilidad de parada, la longitud de curva debe permitir que a lo largo de ella la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada. Se aplica a curvas cóncavas y convexas.

$$LCV = K * A$$

Donde:

LCV = longitud mínima de curva vertical

K = constante que depende de la velocidad de diseño

A = diferencia algebraica de pendientes

El valor de K se obtiene determinando la velocidad de diseño y por la forma de curva, ya sea cóncava o convexa, para la selección de este valor se utilizó la tabla V:

Tabla V. **Valor de constante K**

Velocidad de Diseño	Cóncava 	Convexa 
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Fuente: HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, Walther José. *Apertura del tramo carretero del caserío Agua Fría, aldea el Volcán, Camotán, Chiquimula, e introducción de servicio de agua potable al caserío Pinalito, aldea Morola, Camotán, Chiquimula.* p. 76.

Para el alineamiento vertical de este proyecto se adoptaron los valores de K correspondientes a una velocidad de diseño de 40 KPH.

2.2.6.2.2. **Criterio de apariencia**

Para curvas verticales con visibilidad completa, cóncavas, sirve para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

$$K = \frac{LCV}{A} \geq 30$$

2.2.6.2.3. Criterio de comodidad

Para curvas verticales cóncavas en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo, al cambiar de dirección, se suma al peso propio del vehículo.

$$K = \frac{LCV}{A} \geq \frac{V^2}{395}$$

2.2.6.2.4. Criterio de drenaje

Para curvas verticales convexas y cóncavas, alojadas en corte. Se utiliza para que en la pendiente en cualquier punto de la curva sea adecuada para que el agua pueda escurrir fácilmente.

$$K = \frac{LCV}{A} \geq 43$$

2.2.6.2.5. Diseño de curva vertical

Se diseñó la curva número uno, para una velocidad de diseño de 40 KPH, además se tiene una pendiente de entrada de 0,0037 % y una pendiente de salida de 0,0111 % y por la forma de la curva se determina que es cóncava, y según la forma de la curva y la velocidad de diseño se escoge un valor de k de 6.

$$A = 0,3710 - (1,1145) = 0,7435 \text{ (El dato se vuelve positivo si diera negativo)}$$

$$LCV = 0,7435 \times 6 = 4,46$$

$$K = 4,46/0,7435 = 6$$

Por criterio de apariencia ($K \geq 30$) = No cumple.

Por criterio de comodidad ($K \geq V^2/395$) = Sí cumple.

Por criterio de drenaje ($K \leq 43$) = Sí Cumple.

LCV escogido = 5 metros

Los datos calculados de las demás curvas verticales se encuentran tabulados en el apéndice.

2.2.7. Definición de pavimento

Pavimento es la estructura encargada de soportar y distribuir las cargas del tránsito en forma adecuada al suelo sin que se sobrepase la capacidad de soporte del suelo y llegue a fallar, asimismo, el pavimento debe tener una superficie de rodadura que preste comodidad y seguridad en el tránsito.

2.2.8. Elementos de un pavimento

Un pavimento está conformado por distintas capas de material las cuales varían en su espesor y material, estando éstas en función de las propiedades mecánicas del suelo y del tránsito.

2.2.8.1. Subrasante

La subrasante es el suelo sobre el cual se construirá el pavimento, dicha capa debe presentar una capacidad de soporte adecuada, de no ser así debe

mejorarse por medio de una estabilización de suelo, como se indica en el manual centroamericano para diseño de pavimentos.

2.2.8.2. Subbase

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir uniformemente las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que, generalmente, se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una subrasante o subbase adecuada.

Especificaciones del material para subbase:

- El material deberá ser seleccionado y tener mayor valor soporte (CBR) que el material de subrasante.
- El valor soporte (CBR) debe determinarse según AASHTO T-193 sobre muestra saturada según AASHTO T-180.
- El tamaño de las piedras que contenga el material no debe ser mayor de 2/3 del espesor de esta y los porcentajes que pasan los tamices número 40 y número 200, deben ser según AASHTO T-11 y T-27.

- El índice de plasticidad debe determinarse según AASHTO T-90 y el límite líquido según AASHTO T-89, determinados ambos sobre una muestra preparada en húmedo, según AASHTO T-146.
- El material debe estar libre de impurezas tales como: basura, materia orgánica, terrones de arcilla y cualquier otro material que pueda ocasionar problemas específicos al pavimento.

2.2.8.3. Superficie de rodadura

Es la capa superior de la estructura del pavimento construida sobre la subbase, además es la capa que queda libre al tránsito, es construida con concreto hidráulico por su rigidez y alto módulo de elasticidad, según el manual centroamericano para diseño de pavimentos, su función está basada en la capacidad portante de las losas de concreto más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base.

2.2.9. Juntas

Las juntas tienen como principal objetivo el control y disipación de esfuerzos en las losas de concreto causados por contracción y expansión en presencia de cambios en la temperatura y humedad de las losas. Las juntas más utilizadas son las siguientes:

- Juntas transversales de contracción

Son juntas construidas transversalmente a la línea central y espaciadas, sirven para controlar el agrietamiento por esfuerzo causado por contracción o encogimiento y cambios de humedad o temperatura. Estas juntas están

orientadas en ángulos rectos a la línea central y al borde de los carriles o franjas del pavimento.

- Juntas transversales de construcción

Las juntas transversales de construcción son planas y no se benefician del engrape del agregado. Controlan principalmente el agrietamiento natural del pavimento. Su diseño y construcción apropiados son críticos para el desempeño general del pavimento. Deben construirse al concluir la operación de pavimentación, al final del día, o cuando surge cualquier interrupción de la colocación (por ejemplo, en los accesos a puentes o cuando hay falta de suministro de concreto). Estas juntas, siempre que sea posible, deben instalarse en la localización de una junta planificada previamente.

- Juntas de expansión o aislamiento

Se colocan en localizaciones que permitan el movimiento del pavimento, sin dañar las estructuras adyacentes (puentes, drenajes, entre otros,) o el pavimento en sí, en áreas de cambios de dirección del mismo.

Las juntas de expansión o aislamiento, deben tener entre 19 milímetros y 25 milímetros ($\frac{3}{4}$ a 1 pulgada) de ancho. En las juntas de expansión, un material premoldeado para relleno de junta, debe ocupar el vacío entre la subbase y el sellador de la junta. El relleno debe quedar alrededor de 25,4 milímetros (1 pulgada) más abajo del nivel de la superficie y debe extenderse en la profundidad y ancho total de la losa.

En las juntas de expansión, el espesor de la losa debe aumentarse en un 20 % a lo largo de la junta de expansión. La transición de espesor es gradual, en una longitud de 6 a 10 veces el espesor del pavimento.

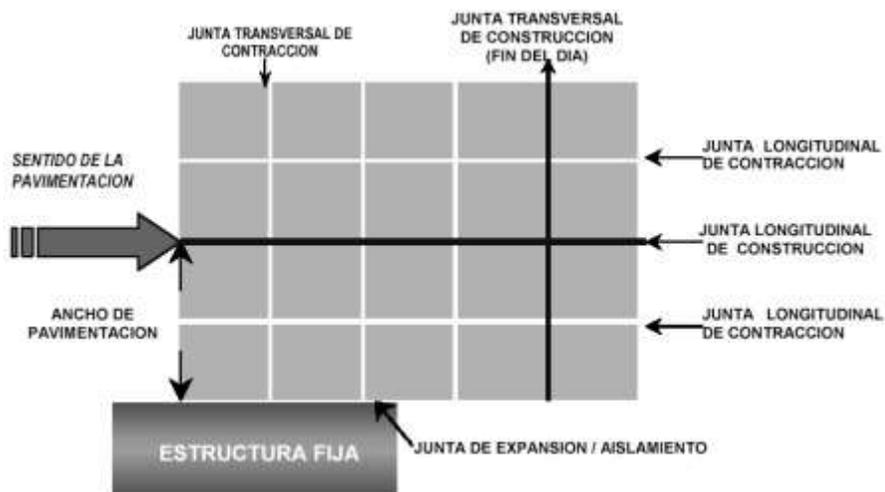
- Juntas longitudinales de contracción

Son utilizadas para dividir los carriles de tráfico y controlar el agrietamiento, donde se colocan dos o más anchos de carriles al mismo tiempo.

- Juntas longitudinales de construcción

Estas juntas unen carriles de pavimentos adyacentes, cuando éstos fueron pavimentados en diferentes fechas.

Figura 3. Esquemas de juntas en un pavimento



Fuente: LONDOÑO, Cipriano. *Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto*. p. 25

2.2.9.1. Sellado de juntas

Como se indica en el manual centroamericano para el diseño de pavimentos se utiliza el sellado de juntas para minimizar la filtración de agua superficial dentro de las juntas y las capas subyacentes, así como en la entrada de materiales incompresibles que puedan ocasionar desportillamientos y daños mayores. Este proceso consiste en el aserrado de la losa, entre 2 y 4 horas después de su colocación.

2.2.10. Diseño del espesor de la losa de concreto (carpeta de rodadura)

El método utilizado para el diseño de losas de pavimentos es el método de Portland Cement Association (PCA).

2.2.10.1. Método de la PCA

Debido a que el tramo carretero a pavimentar presenta dificultad en el acceso, el tránsito en el mismo es mínimo, este método es utilizado cuando no se cuenta con algún aforo vehicular. Para este método, la PCA proporciona tablas con rangos de tránsito, así como también tablas con distribución de cargas para distintas categorías de calles y carreteras, estas tablas están diseñadas con un factor de seguridad de carga de 1, 1.1, 1.2, y 1.3 para las categorías 1 a la 4 respectivamente. Cabe mencionar que el período de diseño que este método considera es de 20 años.

El procedimiento de este método consta de tres pasos:

- Clasificar la vía a pavimentar según su tráfico en función de las cargas por eje y determinar el TPPD.
- Determinar el módulo de reacción k de la subrasante para determinar la condición de apoyo y espesor de base.
- Determinar el espesor de la losa de concreto con ayuda de los datos anteriores y el uso de la tabla correspondiente a la categoría de la carretera.

Cabe mencionar que este procedimiento es regido por las tablas de este método anteriormente descritas.

Debido a que no se hizo un aforo vehicular, ya que el tránsito en el mismo es mínimo, por condiciones malas del tramo carretero se decidió utilizar el método simplificado para este proyecto.

2.2.10.2. Procedimiento y cálculos de diseño

- Clasificación de la vía y determinación del TPPD

Dado que el tramo carretero se encuentra en zona rural y es un camino secundario con un tránsito pesado medio, su clasificación es de categoría 1 según la tabla VI que es del método PCA.

Tabla VI. **Categorías de tráfico en función de cargas por eje**

Categoría de ejes	Descripción	TPDA	TPPD		Carga máxima por eje	
			%	Por día	Eje Sencillo	Eje Doble
1	Calles residenciales, caminos rurales y secundarios (de bajo a medio*)	200 - 800	1 - 3	Hasta 25	22	36
2	Calles colectoras, caminos rurales y secundarios (altos*), arterias principales y caminos principales (bajos*)	700 – 5 000	5 - 18	40 – 1,000	26	44
3	Caminos primarios y arterias principales (medio*), viaductos, vías rápidas periféricos, vialidades urbanas y rurales (de bajo a medio*)	3 000 – 12 000 en 2 carriles, 3 000 – 150 000 4 carriles	8 - 30	500 - 1 000	30	52
4	Arterias principales, carreteras principales, viaductos (altos*), carreteras y vías urbanas y rurales (de medios a alto*)	3 000 – 20 000 en 2 carriles, 3 000 – 150 000 4 carriles o más	8 -30	1 500 – 8 000	34	60

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p. 148.

La descripción de bajo, medio y alto corresponde al peso relativo de los ejes cargados para el tipo de calle o camino: es decir, alto para un camino rural representaría cargas más pesadas que para el caso de bajo para un camino secundario.

Para determinar el TPPD (tránsito pesado promedio diario) con la tabla anterior (tabla I) es necesario conocer el TPDA (tránsito pesado promedio anual), el cual puede ser estimado con la ayuda de la tabla VII.

Tabla VII. **Clasificación funcional de las carreteras regionales**

TPDA	> 20 000		20 000 – 10 000		10 000 – 3 000		3 000 – 500	
	C	S	C	S	C	S	C	S
AR – Carreteras regionales	6 - 8	Pav.	4 – 6	Pav.				
TS – Troncales suburbanas	4	Pav.	2 – 4	Pav.	2	Pav.		
TR – Troncales rurales	4	Pav.	2 – 4	Pav.	2	Pav.		
CS – Colectoras suburbanas			2 - 4	Pav.	2	Pav.	2	Pav.
CR – Colectoras rurales					2	Pav.	2	Pav.

Fuente: CORONADO ITURBIDE, Jorge. *Manual centroamericano para diseño de pavimentos*.

p. 36.

TPDA = tránsito promedio diario anual

C = número de carriles

S = superficie de rodadura

Pav. = pavimentadas

Por el tipo de vía que es el tramo carretero de dos carriles, será clasificado como CR (colectoras rurales), tomando como estimación un TPDA de 800.

Una vez obtenido el TPDA se procedió a obtener el TPPD con la ayuda de la tabla II, el TPPD está dado como un porcentaje del TPDA, para este proyecto se tomó un porcentaje de 3 % según la tabla del TPDA, dando como resultado un TPPD de 24, siendo esto como el número de camiones pesados que pasan en el día.

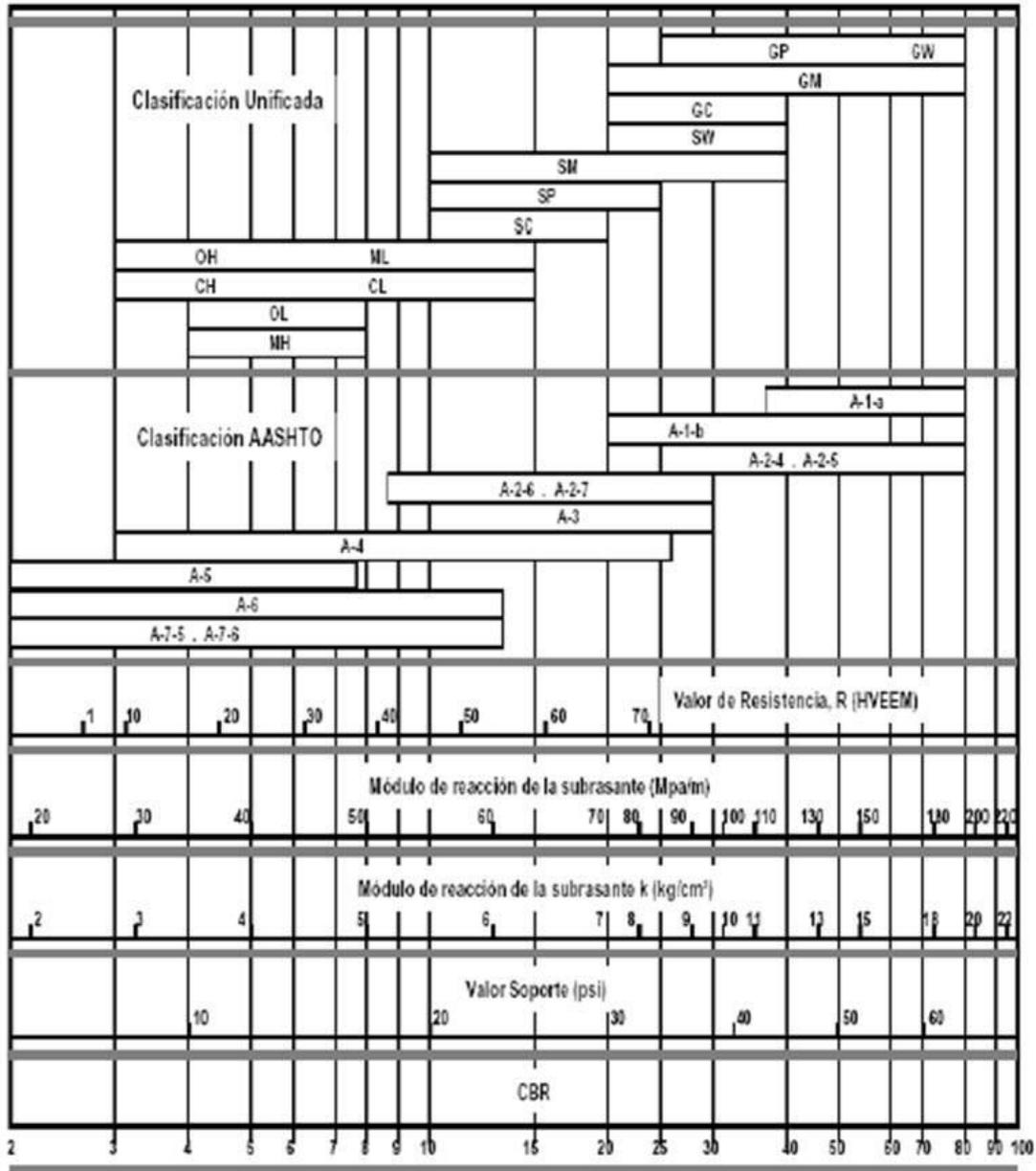
- Determinación del módulo de reacción k de subrasante y espesor de base

El módulo de reacción de subrasante k es la relación entre el esfuerzo aplicado a una placa de suelo y la deformación que dicha placa sufra por efecto del esfuerzo.

Este módulo puede ser determinado por un ensayo en sitio, pero dadas las condiciones se logró determinar este módulo de reacción por medio de la figura que está en función del C.B.R.

La forma de utilizar el siguiente nomograma es situarse en la parte inferior en la zona de C.B.R. y ubicarse en el punto que corresponda al C.B.R. del suelo de la subrasante, el suelo de la subrasante tiene un C.B.R. de 23,4 % según los resultados del laboratorio, una vez ubicado el valor del C.B.R. en el nomograma se procede a ir hacia arriba en la zona del módulo de reacción de la subrasante k , para determinarlo se situó en el valor de 16,5 % en la zona de C.B.R. y se pudo observar en la figura que el módulo de reacción de la subrasante es de 6 kilogramos por centímetros cúbico aproximadamente.

Figura 4. **Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos**



Fuente: LONDOÑO, Cipriano. *Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto*. p. 13.

Una vez conocido el módulo de reacción k se procedió a encontrar la condición de apoyo de la subrasante con la ayuda de la siguiente tabla.

Tabla VIII. **Tipos de suelo de apoyo y sus módulos de reacción aproximados**

Tipo de suelo	Condición de apoyo	Rango en los módulos de reacción kg/cm^3
Limos y arcillas plásticas	Bajo	2,0 – 3,35
Arenas y mezclas de arena y gravas con cantidades moderadas de limo y arcilla	Medio	3,6 – 4,7
Arenas y mezclas de arena y gravas prácticamente libre de finos	Alto	5,0 – 6,0
Sub-bases estabilizadas con cemento	Muy alto	6,9 – 11,0

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p. 149.

Dado que el módulo de reacción aproximado es de 6,5 kilogramos sobre centímetro cúbico, la condición de apoyo de la subrasante según la tabla III es alto, debido a que la condición de apoyo de la subrasante es y que la finalidad principal de la subbase es evitar el efecto del bombeo de finos, no es necesario ni tampoco económico utilizar subbases gruesas. Los espesores de subbase de 10 a 15 centímetros se especifican generalmente en proyectos comunes de construcción, como una manera práctica de garantizar el espesor mínimo de 5 a 7,5 centímetros, necesario para evitar el bombeo.

Para este proyecto se utilizará una subbase de 10 centímetros a modo constructivo, la cual aumentará aún más la condición de apoyo para el pavimento.

- Determinación del espesor de la losa de concreto

Dado que el tramo carretero corresponde a la categoría de carga por eje Núm. 1 la tabla que le corresponde para determinar el espesor de la losa de concreto según el método de la PCA simplificado es la tabla IV, esta tabla presenta los valores de TPPD permisibles para esta categoría de vía.

Para determinar el espesor de la losa no se estimó la utilización de bordillo por ser estructuras monolíticas, por lo que se utilizaron los datos del lado izquierdo de la tabla IV.

Si se utilizan agregados, cemento y agua de buena calidad para el concreto se estima que el módulo de ruptura se encuentre en el rango de 42 – 46 kilogramos sobre centímetro cuadrado, así que para este proyecto se estimará un módulo de ruptura del concreto de 42 kilogramos sobre centímetro cuadrado, el cual fue el módulo de ruptura asumido para el concreto de este pavimento, observando así que el espesor de losa resistirá el TPPD de 24 estimado para este proyecto que corresponde a 15 centímetros, el cual tiene un TPPD permisible de 98 según tabla IX.

Tabla IX. **TPPD permisible, categoría de carga por eje núm. 1, pavimento con junta de trabazón de agregado (no se necesitan pasajuntas)**

	Sin acotamiento ni guarnición				Acotamiento o guarnición			
	Espesor de losa (cm)	Apoyo del terreno			Espesor de losa (cm)	Apoyo del terreno natural o de subbase		
		natural o de sub-base				Bajo	Medio	Alto
		Bajo	Medio	Alto				
Mr = 46 Kg/cm ²					10,0		0,2	0,9
	11,5			0,1	11,5	2	8	25
	12,5	0,1	0,8	3	12,5	30	130	330
	14,0	3	15	45	14,5	320		
	15,0	40	160	430				
	16,5	330						
Mr = 42 Kg/cm ²	12,5		0,1	0,4	10,0			0,1
	14,0	0,5	3	9	11,5	0,2	1	5
	15,0	8	36	98	12,5	6	27	75
	16,5	76	300	760	14,5	73	290	730
	17,8	520			15,0	610		
Mr = 39 Kg/cm ²	14,0	0,1	0,3	1	11,5		0,2	0,6
	15,0	1	6	18	12,5	0,8	4	13
	16,5	13	60	160	14,0	13	57	150
	17,8	110	400		15,02	130	480	
	19,0	620						

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p. 149.

2.2.10.3. Diseño de mezcla

Los siguientes requisitos son tomados como referencia según el libro especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes de la Dirección General de Caminos de la República de Guatemala.

- El concreto utilizado deberá tener como mínimo una resistencia a la compresión de 281 kilogramos sobre centímetros cuadrado a los 28 días, también deberá un módulo de ruptura de 42 kilogramos sobre centímetro cuadrado según el diseño descrito, la proporción del concreto para cumplir con estos parámetros será de 1 : 1,5 : 2.
- El cemento Pórtland utilizado para el concreto deberá tener una resistencia de 28 Mega Pascales (4 000 libra sobre pulgada cuadrada) o mayor, también deberá ser como mínimo clase 24,5 Mega Pascales (3 500 libra sobre pulgada cuadrada) con una resistencia a compresión AASHTO T 22 (ASTM C 39) promedio mínima de 24,5 Mega Pascales (3 500 libra sobre pulgada cuadrada) y una resistencia a la flexión AASHTO T 97 (ASTM C 78), promedio mínima de 3,8 Mega Pascales (550 libra sobre pulgada cuadrada), determinadas sobre especímenes preparados según AASHTO T 126 (ASTM C 192) y T 23 (ASTM C 31), ensayados a los 28 días.
- El agregado fino debe de consistir en arena natural o manufacturada, compuesta de partículas duras y durables, debe ser almacenado separadamente del agregado grueso, en pilas independientes para las diversas procedencias, debiéndose controlar sus características y condiciones por medio de ensayos de laboratorio, para hacer los ajustes en la dosificación, en el momento de la elaboración del concreto. El módulo de

finura no debe ser menor de 2,3 ni mayor a 3,1, ni variar en más de 0,20 del valor asumido al seleccionar las proporciones del concreto.

- El agregado grueso debe consistir en grava o piedra triturada, trituradas parcialmente o sin triturar, procesadas adecuadamente para formar un agregado clasificado, incluyendo los requisitos de desgaste o abrasión y la limitación de partículas planas y alargadas. El porcentaje de desgaste no debe ser mayor de 40 % en masa después de 500 revoluciones en el ensayo de abrasión, AASHTO T 96 ó ASTM C 131 y ASTM C 535.
- El agua para mezclado y curado del concreto o lavado de agregados debe ser preferentemente potable, limpia y libre de cantidad perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, azúcar, sales como cloruros o sulfatos, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero. El agua proveniente de abastecimientos o sistemas de distribución de agua potable, puede usarse sin ensayos previos. Donde el lugar de abastecimiento sea poco profundo, la toma debe hacerse en forma que excluya sedimentos, toda hierba y otras materias perjudiciales.
- Después de la fundición de las losas de concreto, las mismas deberán ser curadas con agua o antisol por lo menos durante los siguientes 7 días después de la fundición.

2.2.10.4. Diseño de la mezcla del concreto

Para el presente diseño de utilizaron las tablas de la X a la XIII, las cuales son el resultado de ensayos de laboratorio. Estas tablas son de gran ayuda para obtener mezclas con las características deseadas.

Para este pavimento se necesita un concreto de 4 000 PSI (281 kg/cm²) a los 28 días de curado. La tabla X indica un asentamiento máximo de 8 cm.

Tabla X. **Asentamiento**

Estructura	Asentamiento
Cimientos, muros, columnas, vigas	10 cm
Pavimento, losas	8 cm

Fuente: BARRIOS US, Víctor Vinicio. *Diseño de pavimento rígido del tramo carretero del caserío El Hato hasta la Aldea El Cerrito y Diseño de Abastecimiento de Agua Potable para la Comunidad Valle San Arturo, Municipio de Fraijanes, Departamento de Guatemala.* p. 34

La tabla XI da una relación agua-cemento de 0,44. Conociendo el asentamiento máximo de la mezcla, se obtiene de la tabla XII la cantidad de agua por metro cúbico de concreto que para este caso es de 200 lt./m³, utilizando un tamaño máximo del agregado grueso de ¾". El porcentaje de arena sobre el agregado total se obtiene de la tabla XIII, al conocer el tamaño máximo del agregado grueso. Para este caso es de 44 %.

Tabla XI. **Relación agua-cemento**

Resistencia (kg/cm ²)	Relación agua-cemento
352	0,30
316	0,38
281	0,44
246	0,51
211	0,58
176	0,67

Fuente: BARRIOS US, Víctor Vinicio. *Diseño de pavimento rígido del tramo carretero del caserío El Hato hasta la Aldea El Cerrito y Diseño de Abastecimiento de Agua Potable para la Comunidad Valle San Arturo, Municipio de Fraijanes, Departamento de Guatemala.* p. 34

Tabla XII. **Litros de agua por metro cúbico**

Asentamiento (cm)	Lt. De agua por m ³				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
3 – 5	205	200	185	180	175
8 – 10	225	215	200	195	180
15 – 18	240	230	210	205	200

Fuente: BARRIOS US, Víctor Vinicio. *Diseño de pavimento rígido del tramo carretero del caserío El Hato hasta la Aldea El Cerrito y Diseño de Abastecimiento de Agua Potable para la Comunidad Valle San Arturo, Municipio de Fraijanes, Departamento de Guatemala.* p. 35

Tabla XIII. **Porcentaje de arena**

Tamaño máximo agregado grueso	% de arena sobre agregado total
3/8"	48
1/2"	46
3/4"	44
1"	42
1 1/2"	40

Fuente: BARRIOS US, Víctor Vinicio. *Diseño de pavimento rígido del tramo carretero del caserío El Hato hasta la Aldea El Cerrito y Diseño de Abastecimiento de Agua Potable para la Comunidad Valle San Arturo, Municipio de Fraijanes, Departamento de Guatemala.* p. 35

Pasos para el diseño

- Calcular la cantidad de cemento, dividiendo la cantidad de agua por metro cúbico entre la relación agua-cemento.

$$\text{Relación } \frac{A}{C} = 0,44 \quad \text{Cemento} = \frac{200 \text{ kg/m}^3}{0,44} = 454,55 \text{ kg/m}^3$$

Un (1) litro de agua = Un (1) kilogramo de peso

- Calcular la cantidad de agregado, restando el peso del agua y del cemento del peso total de un metro cúbico de concreto:

Cantidad de agregados = P.U.C. = cemento + arena + piedrín + agua

Agregados (arena + piedrín) = (2 400,00 – 454,55 – 200,00) kg/m³

Agregados = 1 745,45 kg/m³

- La cantidad de arena se obtiene multiplicando el peso total de agregado por el porcentaje de arena correspondiente.

Arena = (1 745,45) (0,44) kg/m³ = 768,00 kg/m³

- La cantidad de piedrín será el agregado total menos la cantidad de arena:

Piedrín = (1 745,45) (0,56) kg/m³ = 977,45 kg/m³

- Resumen de materiales

Agua = 200,00 kg/m³ Arena = 768,00 kg/m³

Cemento = 454,54 kg/m³ Piedrín = 977,45 kg/m³

- Por último, se divide la cantidad de cada material por la cantidad de cemento encontrada al inicio:

$$\frac{Cemento}{Cemento} : \frac{Arena}{Cemento} : \frac{Piedrín}{Cemento} : \frac{Agua}{Cemento}$$

$$\frac{454,55 \text{ kg/m}^3}{454,55 \text{ kg/m}^3} : \frac{768,00 \text{ kg/m}^3}{454,55 \text{ kg/m}^3} : \frac{977,45 \text{ kg/m}^3}{454,55 \text{ kg/m}^3} : \frac{200,00 \text{ kg/m}^3}{454,55 \text{ kg/m}^3}$$

$$1 : 1,69 : 2,15 : 0,44$$

La proporción final para alcanzar la resistencia requerida será:

$$\frac{\text{Cemento}}{1} : \frac{\text{Arena}}{2} : \frac{\text{Piedrín}}{2,5} : \frac{\text{Agua}}{0,44}$$

Ahora para conocer la cantidad de material que se requiere por cada m³ se procede a dividir la cantidad de cada material entre su peso específico (solamente se excluye el agua, ya que por medio de la tabla XII indica la cantidad de litros requeridos por cada m³):

$$\frac{\text{Cemento}}{\text{Peso Cemento/Saco}} : \frac{\text{Arena}}{\gamma \text{ Arena}} : \frac{\text{Piedrín}}{\gamma \text{ Piedrín}}$$

$$\frac{454,55 \text{ kg}}{42,50 \text{ kg/saco}} : \frac{768 \text{ kg}}{1\,400 \text{ kg/m}^3} : \frac{977,45 \text{ kg}}{1\,600 \text{ kg/m}^3}$$

En conclusión, la cantidad necesaria de cada material por cada m³ es:

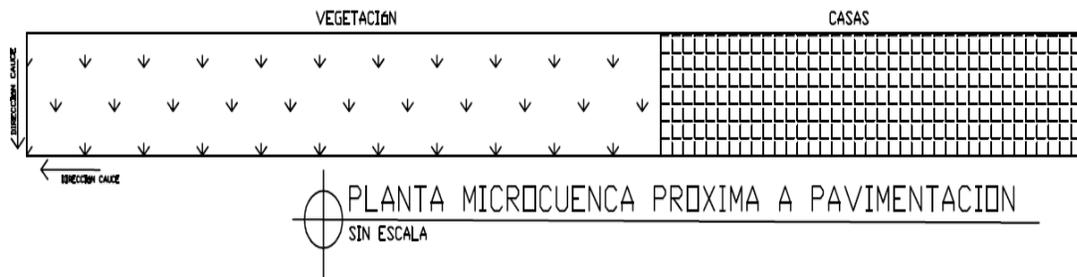
$$\frac{11 \text{ sacos}}{\text{cemento}} : \frac{0,55 \text{ m}^3}{\text{Arena}} : \frac{0,61 \text{ m}^3}{\text{Piedrín}} : \frac{200 \text{ lt}}{\text{Agua}}$$

2.2.11. Diseño del drenaje transversal

El método utilizado para encontrar los caudales de lluvia, es el método racional, éste se utilizó para determinar el caudal de lluvia destinado a drenar

para el tramo carretero de este proyecto, se tomó como tramo desde la estación 1+566,80 (punto más alto) a la estación 0+000 (punto más bajo).

Figura 5. **Perfil completo del tramo carretero**



Fuente: elaboración propia

Datos:

Área a drenar = $(783,4 \times 50 / 100^2) = 3,91$ Ha

Longitud de cauce = 0,783 km

Pendiente = 0,004%

Coefficiente de escorrentía = 0,40

Elevación entre cauce = 3,26 m

Factor de rugosidad = 0,013

Los datos físicos como longitud de cauce, elevación y área a drenar fueron medidos con el perfil obtenido por el levantamiento topográfico de altimetría, así como con el plano del estudio de planimetría. El valor del coeficiente de escorrentía se tomó de la tabla XIV más utilizados en Guatemala, dado que el tramo carretero será en una residencial suburbana, el coeficiente de escorrentía es de 0,40.

Tabla XIV. Valores de coeficiente de escorrentía

Tipo de Superficie	C
Comercial	
Centro de la Ciudad	0.70 — 0.75
Periferia	0.50 — 0.70
Residencial	
Casas individuales	0.30 — 0.50
Colonias	0.40 — 0.60
Condominios	0.60 — 0.75
Residencial Sub-Urbana	0.25 — 0.40
Industrial	
Pequeñas fábricas	0.50 — 0.80
Grandes fábricas	0.60 — 0.90
Parque y cementerios	0.10 — 0.25
Campos de recreo	0.20 — 0.35
Campos	0.10 — 0.30
Techos	0.10 — 0.30
Pavimentos	0.70 — 0.90
Concreto y asfalto	0.85 — 0.90
Piedra, ladrillo o madera en buenas condiciones	0.75 — 0.90
Piedra, ladrillo o madera en malas condiciones	0.40 — 0.75
Calles	
Terracota	0.25 — 0.60
De arena	0.15 — 0.30
Parques, jardines, paradas, etc.	0.05 — 0.25
Bosques y tierra cultivada	0.01 — 0.20

Fuente: GIL LAROJ, Joram Matías. *Evaluación de tragante pluviales para la Ciudad de Guatemala*. 1984.

Primero se procedió a encontrar el tiempo de concentración de la cuenca, el mismo se encuentra por medio de la siguiente formula:

$$t = \left\{ \frac{0,886 * L^3}{H} \right\}^{0,385} \rightarrow t = \left\{ \frac{0,886 * 0,783^3}{3,26} \right\}^{0,385} \rightarrow t = 27,23 \text{ min}$$

Luego se procedió a encontrar la intensidad de lluvia, para el área de Escuintla se utilizó la siguiente ecuación de intensidad de lluvia, dicha ecuación es cercana al área de Escuintla según el INSIVUMEH.

$$I = \frac{6\ 889}{t + 40} \rightarrow I = \frac{6\ 889}{(27,23 + 40)} \rightarrow I = 102,47 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$

Luego de encontrada la intensidad de lluvia se procedió a encontrar el caudal a drenar, dicho caudal es encontrado con la fórmula del método racional.

$$Q = \frac{CIA}{360} \rightarrow Q = \frac{0,40 * 102,47 * 3,91}{360} \rightarrow Q = 0,45 \frac{m^3}{s}$$

Luego se encontró el diámetro hidráulico con el caudal anteriormente encontrado, la fórmula para el diámetro hidráulico es la siguiente:

$$D = \left(\frac{Q * n * 4^{5/3}}{\sqrt{S} * \pi} \right)^{3/8} \rightarrow D = \left(\frac{0,45 * 0,013 * 4^{5/3}}{\sqrt{0,004} * \pi} \right)^{3/8} \rightarrow D = 0,63m$$

Posteriormente se encontró el área hidráulica que corresponde al diámetro hidráulico y caudal anteriormente encontrado

$$A = \pi * \frac{D^2}{4} \rightarrow A = \pi * \frac{0,63^2}{4} \rightarrow A = 0,31 m^2$$

Para cubrir esa área hidráulica de 0,31 metros cuadrados se requiere un tubo de 30 pulgadas de diámetro debido a que el área de sección de un tubo de 30 pulgadas es de 0,46 metros cuadrados siendo mayor que el área necesaria a cubrir de 0,08 metros cuadrados.

Para este proyecto se construirá dos drenajes transversales con tubería de 30 pulgadas de diámetro, uno en la estación 0+758,60 y otro en la estación 0+000 siendo éste el punto más bajo, utilizando como mínimo estos dos drenajes se logrará drenar el agua de la estación 0+000 a la estación 0+758,60, además del agua proveniente de la estación 1+566,80 a la estación 0+758,60.

2.2.12. Presupuesto

El presupuesto es el cálculo anticipado del coste de una obra. Se elaboró en base a precios unitarios.

2.2.12.1. Integración de precios unitarios

En la integración del presupuesto para este proyecto se consideraron los siguientes aspectos:

- Precios de materiales manejados en la región de Escuintla y los precios de mano de obra de la Cámara Guatemalteca de Construcción.
- En el renglón de mano de obra se tomaron en cuenta salarios promedio utilizados en la misma Municipalidad.
- El costo indirecto, el cual es considerado de los gastos técnico-administrativos fue calculado un 40 %.
- En el renglón de imprevistos fueron considerados variaciones de precios de materiales, salarios, así como gastos necesarios debido a emergencias o cambios constructivos.
- El terreno deberá limpiarse, quitar la vegetación pequeña existente en toda la superficie de la subrasante a reacondicionar, según el libro Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes de la Dirección General de Caminos de la República de Guatemala.

- El suelo en toda el área a reacondicionarse debe humedecerse adecuadamente, antes de la compactación. El control de la humedad puede efectuar secando el material según AASHTO T 217.
- El terreno deberá ser compactado hasta alcanzar un 95 % de compactación según la AASHTO T-180 (AASHTO Modificado).

Tabla XV. Integración de precios unitarios

NÚM.	RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	1566,80		
1.1	BODEGA + GUARDIANIA	Mes	4,00	Q. 800,00	Q. 3 200,00
1.2	TRAZO Y NIVELACIÓN	ml	1566,80		
	Estacas	Unidad	260,00	Q. 5,00	Q. 1 300,00
	Pintura Color rojo	Galón	1,00	Q. 120,00	Q. 120,00
	Pinceles	Unidad	1,00	Q. 10,00	Q. 10,00
	Crayones	Unidad	1,00	Q. 8,00	Q. 8,00
	Clavo	lbs.	2,00	Q. 6,50	Q. 13,00
	MANO DE OBRA				
	Topógrafo	Jornales	2,00	Q. 200,00	Q. 400,00
	Cadeneros (3 * Q.75,00 c/u = Q. 225,00)	Jornales	6,00	Q. 75,00	Q. 450,00
	EQUIPO Y MAQUINARÍA				
	Teodolito	Jornales	2,00	Q. 200,00	Q. 400,00
	Nivel	Jornales	2,00	Q. 100,00	Q. 200,00
	Estadía	Jornales	2,00	Q. 50,00	Q. 100,00
	COSTO DIRECTO				Q. 6 201,00
	COSTO INDIRECTO (40 %)				Q. 2 480,40
	COSTO DEL RENGLÓN				Q. 8 681,40

Fuente: elaboración propia.

Los datos calculados de los demás renglones se encuentran tabulados en el apéndice.

2.2.12.2. Resumen del presupuesto

En el resumen del presupuesto se agrega la tabla resumen con los renglones unitarios de trabajo con el costo total de cada uno y finalmente obtener el costo total del proyecto mediante sumatoria de cada renglón.

Tabla XVI. **Presupuesto del pavimento rígido de la séptima avenida de la ciudad de Escuintla, Escuintla.**

PRESUPUESTO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: JONATHAN CARLOS ROBERTO SANDOVAL CHAJÓN

MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO DE LA SEPTIMA AVENIDA DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA

FECHA: JULIO 2016



No.	Descripcion	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	m1	1 566,80	Q 5,54	Q 8 681,40
2	RETIRO DE EMPEDRADO Y ADOQUINADO	m3	3 838,66	Q 166,11	Q 637 649,60
3	RELLENO MATERIAL SELECTO PARA BASE e = 0.10 m	m2	10 967,60	Q 47,90	Q 525 361,20
4	PAVIMENTO DE CONCRETO 4000 PSI e = 0.15 m	m2	10 967,60	Q 346,98	Q 3 805 588,65
5	OBRAS COMPLEMENTARIAS (Bordillo+Cajas Colectoras)	m1	3 122,60	Q 66,16	Q 207 326,20
6	ROTULO	Unidad	1,00	Q 2 465,00	Q 2 465,00
7	LIMPIEZA FINAL	m2	10 967,60	Q 0,63	Q 6 900,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 5 193 972,05

Notas:

1. Costo del metro cuadrado de pavimento

Q 346,98

2. Costo indirecto

40,00 %

Fuente: elaboración propia

En letras: cinco millones ciento noventa y tres mil novecientos setenta y dos quetzales con 05 centavos.

2.2.14.1. Valor presente neto

El valor presente neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El valor presente neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero, maximizar la inversión. Esta evaluación permite saber si el proyecto es rentable o no.

El correspondiente análisis se realizará de diversas maneras para poder obtener la mayor certeza de que la inversión a realizar es correcta o la más adecuada y se hará de la siguiente forma. La herramienta a utilizar para este análisis será la fórmula matemática de valor presente neto, la cual es la siguiente:

$$F = P * (1 + i)^n$$

Donde:

F = valor futuro de la inversión a realizarse en la actualidad

P = valor presente de la inversión a realizarse en la actualidad

i = tasa de interés ponderado

n = número de períodos a evaluar en el proyecto

Esta fórmula para realizar su aplicación directamente en nuestro análisis es necesario simplificarla quedando de la siguiente manera:

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

En lo referente a la tasa de interés que se utilizará en este análisis se consideró que como en nuestro país esta tasa es variable se realizará una

ponderación de la misma por lo que se utilizará la siguiente tasa de interés: 5 %, debido a que el proyecto es de carácter social y no lucrativo.

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

A = Costo de mantenimiento anual del proyecto = Q 60 000/km una carretera secundaria.

$$A = Q 60 000/\text{km} \times 1,5668 \text{ km} = Q 94 008,00$$

$$P = -94 008,00 * \left[\frac{(1 + 0,05)^{25} - 1}{0,05 * (1 + 0,05)^{25}} \right] = -1 324 943,54$$

Este valor presente es el mismo para los ingresos como para los egresos por lo cual al realizar la sumatoria algebraica se elimina mutuamente.

$$V.P.N. = -5 193 972,05 - 1 324 943,54 = -6 518 915,59$$

El V.P.N. es negativo al futuro dado, esto nos indica que el proyecto no es rentable.

2.2.14.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR), es la tasa de descuento que hace que el valor presente neto sea cero, es decir, que es la tasa que iguala la suma de los descontados a la inversión inicial.

Dado a que se obtuvo un V.P.N. con valor negativo, por definición, no existe un TIR ya que no es rentable.

2.2.15. Evaluación de impacto inicial

La evaluación de impacto ambiental valorará los efectos directos e indirectos de cada propuesta de actuación sobre la población humana, la flora, y fauna, suelo, aire, agua, clima, paisaje, la estructura y función de los ecosistemas previsibles afectados.

Para este proyecto se utilizó el formato de estudio de impacto ambiental inicial (EIAI) del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, ya que con este instrumento se inicia el proceso de trámite de la licencia ambiental para la construcción del proyecto (ver anexos).

2.2.16. Elaboración de planos

En este proyecto se realizaron los planos de la planta de conjunto, planta-perfil del tramo carretero, secciones transversales, detalles de la sección transversal; éstos se incluirán en el apéndice.

CONCLUSIONES

1. Los proyectos desarrollados dentro del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), que se representan en este trabajo, contribuyen a que los pobladores del municipio y departamento de Escuintla, resuelvan sus problemas en cuanto a abastecimiento de agua potable y pavimentación.
2. Se diseñó la línea de conducción con caudal de diseño de 77,08 lt/s, donde se determinó que el diámetro de la tubería a utilizar sería de 8”.
3. Se elaboraron los juegos de planos de la línea de conducción que incluye la planta y el perfil del mismo, el cronograma de ejecución para un lapso de 6 meses, su evaluación de impacto ambiental Inicial, y se elaboró su presupuesto el cual será de Q3 378 649,72.
4. Para el diseño de pavimento rígido se determinó un ancho de vía de 6 metros por estar rodeada de vecinales.
5. Con el ensayo de C.B.R. se obtuvo el C.B.R. al 95 % de compactación siendo de 16,5 % con el cual obtuvimos el módulo de reacción de la subrasante que es de 6 kg/m³.
6. El espesor del pavimento será de 15 cm determinado por el método de la PCA.
7. Se elaboraron los juegos de planos del diseño de pavimento rígido que incluye la planta y el perfil del mismo, el cronograma de ejecución para un

lapso de 6 meses, su evaluación de impacto ambiental Inicial, y se elaboró su presupuesto el cual será de Q5 193 192,05.

RECOMENDACIONES

1. Para reducir los costos y economizar los recursos es recomendable comprar materiales de construcción en la región de Escuintla o bien en alguna región lo más cercana.
2. Es recomendable contratar mano de obra local para la ejecución de este proyecto, ayudando así a la población de Escuintla, ya que esto sería una fuente de empleo para la región.
3. Compactar el terreno del tramo carretero al 95 %, esto se puede lograr utilizando la cantidad de agua necesaria para obtener la densidad máxima del suelo descrito, dicha densidad será alcanzada al tener una humedad óptima de 21,2 %, de esta manera se evitarán los hundimientos de las losas de concreto que posteriormente presentan fracturas en las losas.
4. Seguir las especificaciones técnicas del proyecto listadas en la sección 2.2.11. de este informe, ya que la resistencia del suelo, la duración y la resistencia del mismo pavimento dependen en gran medida de seguir los lineamientos descritos en las especificaciones técnicas.
5. Es de suma importancia garantizar una supervisión técnica-profesional al construir el pavimento, respetando las dimensiones y especificaciones técnicas descritas en este informe, así como las descritas en los planos del proyecto.

6. Dar un curado con agua limpia a las losas de concreto de haber sido fundidas, dicho curado debe hacerse durante los siguientes 7 días después de la función, esto ayudará a que el concreto de las losas alcance la resistencia necesaria para resistir los esfuerzos a los cuales serán sometidas.

7. Tomar en cuenta que el presupuesto presentado en este puede variar debido a la fluctuación de precios en el mercado respecto del tiempo en el cual se lleve a cabo la construcción del pavimento.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR, Martiniano. *Criterios de diseño de plantas termoeléctricas*. México: Limusa, 1981. 379 p.
2. CRESPO, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 6a ed. México: Limusa, 2010. 644 p.
3. HERNÁNDEZ, Juan. *Características físicas y propiedades mecánicas de los suelos y sus métodos de medición*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2008. 466 p.
4. JUÁREZ, Eulalio; RICO, Alfonso. *Mecánica de suelos: fundamentos de la mecánica de suelos*. México: Rabasa, 1963. 642 p.
5. ORTIZ, Byron. *Estado actual de los principales materiales para la construcción en Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1995. 119 p.
6. ROSALER, Robert; RICE, James. *Manual de mantenimiento industrial*. México: McGraw-Hill, 1988. 286 p.
7. RUIZ, Carlos. *Manual para ingenieros azucareros*. 2a ed. México: Compañía Editorial Continental, 1964. 803 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Límites de Atterberg



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



No. 09692

INFORME No. 0426 S.S. O.T.: 35.064

Interesado: Jonathan Carlos Roberto Sandoval Chajón, Carné: 2008-19196.
Proyecto: EPS "Diseño de Pavimento rígido de la 7a. Avenida de la Ciudad de Escuintla".
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90
Ubicación: 7a. Avenida de la Ciudad de Escuintla.
FECHA: 24 de Agosto de 2015.

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	37,2	4,2	ML	Arena limosa color café con grava

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD
Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.



Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC





Omar E. Medraad Méndez
Ing. Omar Enrique Medraad Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

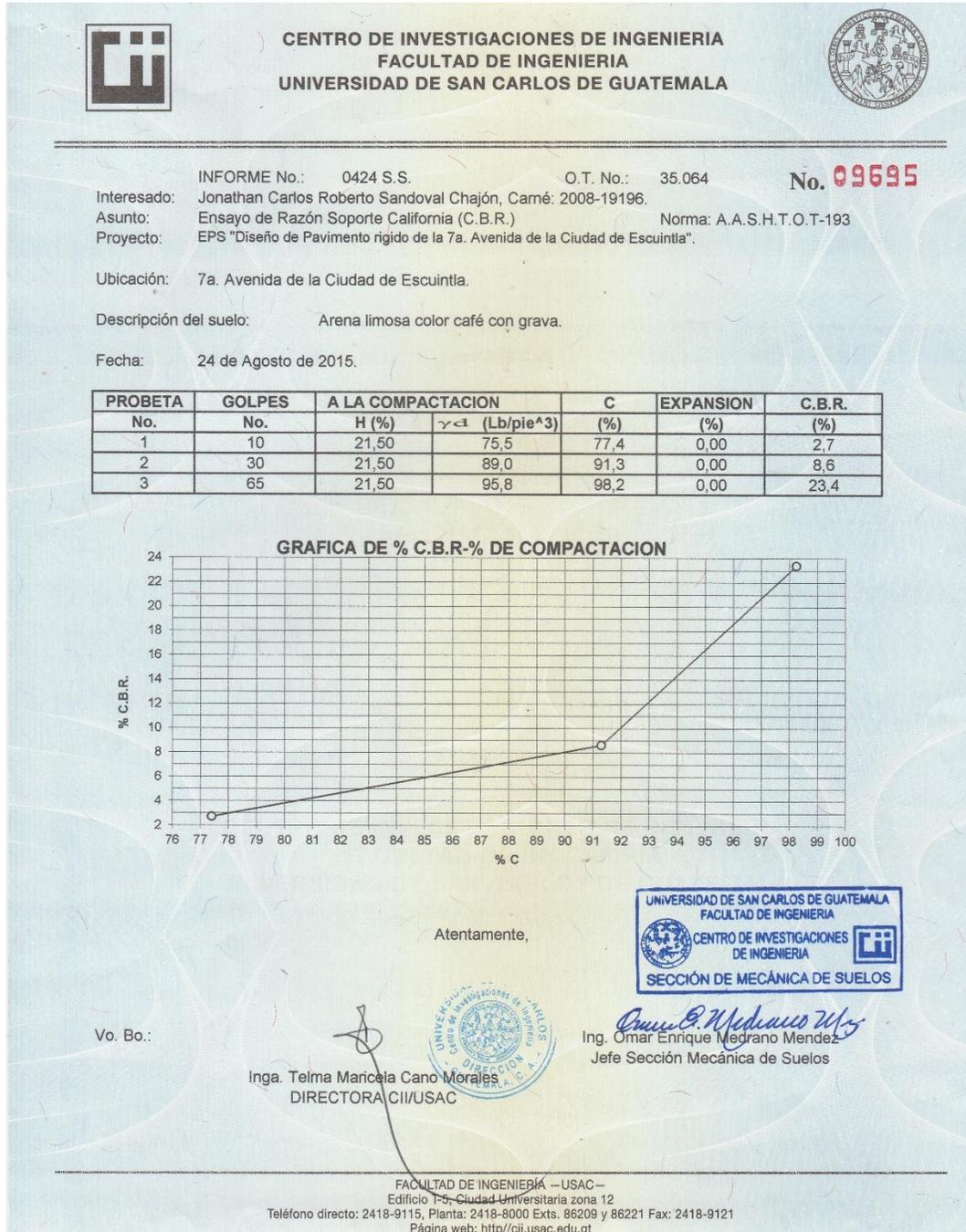
Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro de Investigación. Laboratorio de Mecánica de Suelos.

Apéndice 2. Proctor



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro de Investigación. Laboratorio de Mecánica de Suelos.

Apéndice 3. CBR



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro de Investigación. Laboratorio de Mecánica de Suelos.

Apéndice 5. Análisis físicoquímico sanitario



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



O.T. No. 35030

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO

No. 4142
INF. No. 26 163

INTERESADO: JONATHAN CARLOS ROBERTO SANDOVAL CHAJÓN, CARNE No. 200819196		PROYECTO: EPS: "DISEÑO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE LA CABECERA MUNICIPAL DE ESCUINTLA, ESCUINTLA"
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Escuintla</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2015-07-12; 17 h 30 min.</u>	
FUENTE: <u>Manantial Aqua Park</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2015-07-13; 08 h 07 min.</u>	
MUNICIPIO: <u>Escuintla</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>		

RESULTADOS

1. ASPECTO: <u>Liq. Turbia</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u> </u> °C
2. COLOR: <u>16,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: <u>173,00 umhos/cm</u>
3. TURBIEDAD: <u>01,05 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,20 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>92,00 mg/L</u>

SUSTANCIAS		mg/L	SUSTANCIAS		mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)		00,00	6. CLORUROS (Cl)		11,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)		00,024	7. FLUORUROS (F ⁻)		00,30
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)		11,60	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)		11,00
4. CLORO RESIDUAL		--	9. HIERRO TOTAL (Fe)		00,05
5. MANGANESO (Mn)		00,004	10. DUREZA TOTAL		104,00

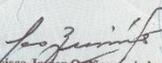
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
00,00	00,00	84,00	84,00

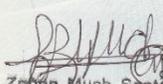
OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física ASPECTO ligeramente turbia (rechazable). Desde el punto de vista de la calidad química el agua cumple con las normas. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2015-07-23


 Vo.Bo. **Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz**
 DIRECTOR a.i. CII/USAC


Zenón Much Santos
 Ing. Químico Col. No. 330
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro de Investigación. Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria.

Apéndice 6. Examen bacteriológico



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



No. 4143

EXAMEN BACTERIOLOGICO		O.T. No. 35 030	INF. No. A - 360071
INTERESADO: <u>IONATHAN CARLOS ROBERTO SANDOVAL CHAJÓN, CARNE No. 200819196</u>	PROYECTO: <u>EPS: "DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE LA CABECERA MUNICIPAL DE ESCUINTLA, ESCUINTLA"</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Escuintla</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2015-07-12, 17 h30 min.</u>		
FUENTE: <u>Manantial Aqua Park</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2015-07-13, 08 h07 min.</u>		
MUNICIPIO: <u>Escuintla</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>	SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>Lig. cantidad</u>	
ASPECTO: <u>Lig. Turbia</u>	OLOR: <u>Inodora</u>	CLORO RESIDUAL: _____	

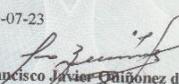
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
00,10 cm ³	+++++	+++++	+++++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GERMESES COLIFORMES/100cm ³		> 16 x 10 ²	> 16 x 10 ²

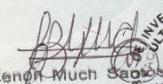
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN II, calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, sedimentación, filtración, desinfección). Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

Guatemala, 2015-07-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
 DIRECTOR a.i. CH/USAC




Zenón Much Soledad
 Ing. Químico Col. No. 42504 ALBA
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro de Investigación. Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria

Apéndice 7. Integración precios unitarios

LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE LA CABECERA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA

NÚM.	RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1,1	BODEGA + GUARDIANIA	MES	6,00	Q. 1 000,00	Q. 6 000,00
	MANO DE OBRA				
	BODEGUERO	MES	6,00	Q. 2 000,00	Q. 12 000,00
	GUARDIÁN	MES	6,00	Q. 2 500,00	Q. 15 000,00
	COSTO DIRECTO				Q. 33 000,00
	COSTO INDIRECTO				Q. 13 200,00
	COSTO DEL RENGLÓN				Q. 46 200,00

2	LIMPIEZA Y DESTRONQUE	ML	3 000,00		
	MANO DE OBRA				
	ENCARGADO	Jornales	10,00	Q. 150,00	Q. 1 500,00
	AYUDANTES (4)	Jornales	40,00	Q. 75,00	Q. 3 000,00
	HERRAMIENTA Y EQUIPO				
	MACHETE	U	4,00	Q. 35,65	Q. 142,60
	PIOCHAS	U	4,00	Q. 80,00	Q. 320,00
	PALAS	U	4,00	Q. 65,00	Q. 260,00
	FLETE	GLOBAL	1,00	Q. 3 500,00	Q. 3 500,00
	COSTO DIRECTO				Q. 8 722,60
	COSTO INDIRECTO				Q. 3 489,04
	COSTO DEL RENGLÓN				Q. 12 211,64

3	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	3 855,00		
	MATERIALES				
	ESTACAS	UNIDAD	120,00	Q. 5,00	Q. 600,00
	PINTURA	GALON	1,00	Q. 140,00	Q. 140,00
	MANO DE OBRA				
	TOPOGRÁFO	DIAS	3,00	Q. 200,00	Q. 600,00
	CADENERO (4)	DIAS	12,00	Q. 100,00	Q. 1 200,00
	HERRAMIENTA Y EQUIPO				
	TEODOLITO (ARRENDAMIENTO)	DIAS	3,00	Q. 200,00	Q. 600,00
	NIVEL (ARRENDAMIENTO)	DIAS	3,00	Q. 100,00	Q. 300,00
	ESTADIA (ARRENDAMIENTO)	DIAS	3,00	Q. 50,00	Q. 150,00
	PICK UP	GLOBAL	1,00	Q. 2 000,00	Q. 2 000,00

Continuación del apéndice 7

	COSTO DIRECTO				Q. 5 590,00
	COSTO INDIRECTO				Q. 2 236,00
	COSTO DEL RENGLÓN				Q. 7 826,00
4	EXCAVACIÓN DE ZANJA	M3	2 698,50		
	MANO DE OBRA				
	ENCARGADO	Jornales	40,00	Q. 150,00	Q. 6 000,00
	AYUDANTES (2)	Jornales	80,00	Q. 70,00	Q. 5 600,00
	HERRAMIENTA Y EQUIPO				
	RETROEXCAVADORA	HORA	300,00	Q. 500,00	Q. 150 000,00
	COMBUSTIBLE	GL	1 200,00	Q. 22,10	Q. 26 520,00
	LUBRICANTE	GL	30,00	Q. 160,00	Q. 4 800,00
	TRANSPORTE				
	FLETE	Viaje	1,00	Q. 5 000,00	Q. 5 000,00
	COSTO DIRECTO				Q. 197 920,00
	COSTO INDIRECTO				Q. 79 168,00
	COSTO DEL RENGLÓN				Q. 277 088,00
5	COLOCACIÓN TUB, PVC Ø 8"	ML	3 855,00		
5,1	MATERIALES				
	TUBO PVC Ø 8" 160 PSI	UNIDAD	642,50	Q. 2 289,60	Q. 1 471 068,00
	CURVAS A 90° Ø 8" PVC	UNIDAD	3,00	Q. 195,00	Q. 585,00
	CURVAS A 90° Ø 8" PVC	UNIDAD	3,00	Q. 160,00	Q. 480,00
	CURVAS A 45° Ø 8" PVC	UNIDAD	3,00	Q. 20,00	Q. 60,00
	CURVAS A 45° Ø 8" PVC	UNIDAD	3,00	Q. 20,00	Q. 60,00
	PEGAMENTO PVC	GALON	30,00	Q. 465,00	Q. 13 950,00
	MANO DE OBRA				
	COLOCACIÓN DE TUBO Ø 8"	UNIDAD	680,00	Q. 690,00	Q. 469 200,00
	TRANSPORTE				
	CAMION DE BARRANDA	GLOBAL	1,00	Q. 35 000,00	Q. 35 000,00
	COSTO DIRECTO				Q. 1 990 403,00
	COSTO INDIRECTO				Q. 796 161,20
	COSTO DEL RENGLÓN				Q. 2 786 564,20
6	RELLENO DE ZANJA	M3	2 023,88		
	MANO DE OBRA				
	ENCARGADO	DIA	20,00	Q. 150,00	Q. 3 000,00
	RELLENO DE ZANJA	M3	2 023,88	Q. 75,00	Q. 151 790,63
	HERRAMIENTA Y EQUIPO				
	AZADON	UNIDAD	6,00	Q. 45,00	Q. 270,00
	PALA	UNIDAD	6,00	Q. 40,00	Q. 240,00
	COMPACTADO MANUAL	DIA	30,00	Q. 300,00	Q. 9 000,00
	COSTO DIRECTO				Q. 164 300,63
	COSTO INDIRECTO				Q. 65 720,25
	COSTO DEL RENGLÓN				Q. 230 020,88

Continuación del apéndice 7

7	CAJA ROMPEPRESIÓN	UNIDAD	1,00		
	MANO DE OBRA				
	CAJA ROMPEPRESIÓN	UNIDAD	1,00	Q. 2 500,00	Q. 2 500,00
	HERRAMIENTA Y EQUIPO				
	ARENA DE RIO	M3	1,40	Q. 45,00	Q. 63,00
	PIEDRIN	M3	1,50	Q. 40,00	Q. 60,00
	PIEDRA BOLA	M3	3,50	Q. 300,00	Q. 1 050,00
	CEMENTO	SACOS	19,00	Q. 80,00	Q. 1 520,00
	HIERRO DE 3/8"	VARILLA	10,00	Q. 30,00	Q. 300,00
	ALAMBRE DE AMARRE	LB	5,00	Q. 9,00	Q. 45,00
	CLAVO	LB	8,00	Q. 9,00	Q. 72,00
	COSTO DIRECTO				Q. 5 610,00
	COSTO INDIRECTO				Q. 2 244,00
	COSTO DEL RENGLÓN				Q. 7 854,00

8	LIMPIEZA FINAL	ML	3 000,00		
	MANO DE OBRA				
	ENCARGADO	JORNALES	7,00	Q 100,00	Q 700,00
	PEONES (3)	JORNALES	21,00	Q 70,00	Q 1 470,00
	MAQUINARIA Y EQUIPO				
	PALAS	UNIDAD	2,00	Q 50,00	Q 100,00
	ESCOBAS	UNIDAD	2,00	Q 20,00	Q 40,00
	PICK UP	GLOBAL	1,00	Q 3 000,00	Q 3 000,00
	COSTO DIRECTO				Q. 5 310,00
	COSTO INDIRECTO				Q. 2 124,00
	COSTO DEL RENGLÓN				Q. 7 434,00

9	ROTULO	UNIDAD	1,00		
	MATERIALES				
	COSTANERA DE 3" x 2"	UNIDAD	4,00	Q 75,00	Q 300,00
	LAMINA 8' x 4' x 1/16"	UNIDAD	1,00	Q 490,00	Q 490,00
	MANTA VINILICA	M2	3,00	Q 190,00	Q 570,00
	ELECTRODO	LB	2,00	Q 12,50	Q 25,00
	PINTURA ANTICORROSIVA	GALON	0,50	Q 160,00	Q 80,00
	MANO DE OBRA				
	FABRICACION DE ESTRUCTURA	GLOBAL	1,00	Q 500,00	Q 500,00
	COLOCACION DE RÓTULO	GLOBAL	1,00	Q 500,00	Q 500,00
	COSTO DIRECTO				Q 2 465,00
	COSTO INDIRECTO				Q. 986,00
	COSTO DEL RENGLÓN				Q. 3 451,00

Continuación del apéndice 7

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA 7MA AVENIDA
DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA

No,	RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	1566,80		
1,1	BODEGA + GUARDIANIA	Mes	4,00	Q 800,00	Q 3 200,00
1,2	TRAZO Y NIVELACIÓN	ml	1566,80		
	Estacas	Unidad	260,00	Q 5,00	Q 1 300,00
	Pintura Color rojo	Galón	1,00	Q. 120,00	Q. 120,00
	Pinceles	Unidad	1,00	Q. 10,00	Q. 10,00
	Crayones	Unidad	1,00	Q. 8,00	Q. 8,00
	Clavo	Lb.	2,00	Q. 6,50	Q. 13,00
	MANO DE OBRA				
	Topógrafo	Jornales	2,00	Q. 200,00	Q. 400,00
	Cadeneros (3 * Q.75,00 c/u = Q. 225,00)	Jornales	6,00	Q. 75,00	Q. 450,00
	EQUIPO Y MAQUINARIA				
	Teodolito	Jornales	2,00	Q. 200,00	Q 400,00
	Nivel	Jornales	2,00	Q. 100,00	Q 200,00
	Estadía	Jornales	2,00	Q 50,00	Q 100,00
	COSTO DIRECTO				Q. 6 201,00
	COSTO INDIRECTO				Q. 2 480,40
	COSTO DEL RENGLÓN				Q. 8 681,40

2,0	RETIRO DE EMPEDRADO Y ADOQUINADO	m3	3 838,66		
	MANO DE OBRA				
	Encargado de obra	Jornales	20,00	Q. 200,00	Q. 4 000,00
	Albañil	Jornales	20,00	Q. 150,00	Q. 3 000,00
	Ayudantes (2)	Jornales	40,00	Q. 70,00	Q. 2 800,00
				Suma de Mano de Obra	Q 9 800,00
	EQUIPO Y MAQUINARIA				
	Retroexcavadora	Horas	200,00	Q. 450,00	Q 90 000,00
	Camión de volteo	Viajes	384,00	Q. 800,00	Q 307 200,00
	Combustible	Gal,	1 612,00	Q 22,00	Q 35 464,00
	Lubricantes	Gal,	50,00	Q 140,00	Q 7 000,00
				Suma de Equipo y Maquinaria	Q 439 664,00
	TRANSPORTE				
	Traslado de maquinaria	Viajes	2,00	Q. 3 000,00	Q 6 000,00
				Suma de transporte	Q 6 000,00
	COSTO DIRECTO				Q 455 464,00
	COSTO INDIRECTO				Q 182 185,60
	COSTO DEL RENGLÓN				Q 637 649,60

Continuación del apéndice 7

3	RELLENO MATERIAL SELECTO PARA BASE e = 0,10 m	m2	10 967,60		
3,1	SUB BASE Y BASE				
	MATERIALES				
	Selecto	m3	1 096,76	Q. 50,00	Q. 54 838,00
			Suma de Materiales		Q. 54 838,00
	MANO DE OBRA				
	Encargado	Jornales	15,00	Q. 200,00	Q. 3 000,00
	Albañil	Jornales	15,00	Q. 150,00	Q. 2 250,00
	Ayudante (2)	Jornales	30,00	Q. 70,00	Q. 2 100,00
			Total de mano de obra		Q. 7 350,00
	EQUIPO Y MAQUINARIA				
	Motoniveladora	Horas	150,00	Q. 500,00	Q. 75 000,00
	Rodo compactador	Horas	125,00	Q. 450,00	Q. 56 250,00
	Retroexcavadora	Horas	50,00	Q. 450,00	Q. 22 500,00
	Camión cisterna	Jornales	15,00	Q. 1 800,00	Q. 27 000,00
	Camión de volteo	Viajes	110,00	Q. 800,00	Q. 88 000,00
	Combustible (Diesel)	gls.	1 310,00	Q. 22,00	Q. 28 820,00
	Lubricantes	gls.	25,00	Q. 140,00	Q. 3 500,00
			Suma de equipo y maquinaria		Q. 301 070,00
	TRANSPORTE				
	Traslado de maquinaria	Viajes	4	Q. 3 000,00	Q. 12 000,00
			Suma de transporte		Q. 12 000,00
	COSTO DIRECTO				Q. 375 258,00
	COSTO INDIRECTO				Q. 150 103,20
	COSTO DEL RENGLÓN				Q. 525 361,20

4	PAVIMENTO DE CONCRETO 4 000 PSI e = 0,15 m				
4,1	SUPERFICIE DE RODADURA	M2	10 967,60		
	MATERIALES				
	Cemento	Sacos	16 451,40	Q. 125,00	Q. 2 056 425,00
	Arena de río	m3	1 003,54	Q. 200,00	Q. 200 707,08
	Piedrín de 3/4"	m3	1 250,31	Q. 250,00	Q. 312 576,60
	Costanera de 2" x 6" x 1/16"	Unidad	51,96	Q. 160,00	Q. 8 313,60
	Costanera de 2" x 4" x 1/16"	Unidad	51,96	Q. 130,00	Q. 6 754,80
	Hembra de 3"	Unidad	21,65	Q. 45,00	Q. 974,25
	Antisol	Gal.	458,98	Q. 130,00	Q. 59 667,40
	Material bituminoso	Tonel	2,17	Q. 1 850,00	Q. 4 005,25
	Alambre de amarre	lb	108,25	Q. 6,50	Q. 703,63
			Suma de materiales		Q. 2 650 127,61
	MANO DE OBRA				
	Encargado de obra	Jornales	30,00	Q. 200,00	Q. 6 000,00
	Albañil (2)	Jornales	60,00	Q. 125,00	Q. 7 500,00
	Ayudantes (14)	Jornales	420,00	Q. 70,00	Q. 29 400,00
			Total de mano de obra		Q. 42 900,00
	EQUIPO Y MAQUINARIA				
	Mezcladora (2 Unidades- Q.3500,00 c/u)	Mes	1,00	Q. 7 000,00	Q. 7 000,00
	Vibrador de concreto tipo aguja (2x Q.800 c/u)	Mes	1,00	Q. 1 600,00	Q. 1 600,00
	Cortadora de concreto	Mes	1,00	Q. 3 500,00	Q. 3 500,00
	Compactador manual	Mes	2,00	Q. 2 000,00	Q. 4 000,00

Continuación del apéndice 7

	Combustible (Gasolina)	Galones	150,00	Q. 35,00	Q. 5 250,00
	Lubricantes	Galones	10,00	Q. 140,00	Q. 1 400,00
		Suma de equipo y maquinaria			Q. 22 750,00
	TRANSPORTE				
	Traslado de Equipo	Viaje	1,00	Q. 2 500,00	Q. 2 500,00
		Suma de Transporte			Q. 2 500,00
	COSTO DIRECTO				Q. 2 718 277,61
	COSTO INDIRECTO				Q. 1 087 311,04
	COSTO DEL RENGLÓN				Q. 3 805 588,65
5	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
5,1	BORDILLO (3 133,60 m, x 0,10 m, x 0,30 m,)	ml	3 133,60		
	MATERIALES				
	Cemento	sacos	940,00	Q. 75,00	Q. 70 500,00
	Arena de río	m3	45,00	Q. 165,00	Q. 7 425,00
	Piedrín	m3	63,00	Q. 195,00	Q. 12 285,00
	Alambre de amarre	lbs.	28,00	Q. 6,50	Q. 182,00
		Suma de materiales			Q. 90 392,00
	MANO DE OBRA				
	Encargado de obra	Jornales	15,00	Q. 200,00	Q. 3 000,00
	Albañil (2)	Jornales	15,00	Q. 125,00	Q. 1 875,00
	Ayudantes (14)	Jornales	168,00	Q. 210,00	Q. 35 280,00
		Total de mano de obra			Q. 40 155,00
5,2	CAJAS RECOLECTORAS DE AGUA PLUVIAL + Cabezal	UNIDAD	2,00		
	MATERIALES				
	Block de concreto de 0,15" x 0,20" x 0,40"	UNIDAD	55,00	Q 6,50	Q 357,50
	Hierro de 3/8"	Varilla	6,00	Q 22,50	Q 135,00
	Hierro de 1"	Varilla	2,00	Q 325,20	Q 650,40
	Hierro de 1/2" (Para pasadores)	Varilla	1,00	Q 45,00	Q 45,00
	Angular de 3" x 3" x 3/8"	UNIDAD	1,00	Q 75,00	Q 75,00
	Cemento	Bolsa	8,00	Q 75,00	Q 600,00
	Arena	m3	0,40	Q 165,00	Q 66,00
	Piedrín	m3	0,54	Q 190,00	Q 102,60
	Piedra bola de 4"	m3	0,50	Q 25,00	Q 12,50
	Tubos de PVC de 30"	Unidad	4,00	Q 5 600,00	Q 22 400,00
		Total de materiales			Q 24 444,00
	MANO DE OBRA				
	Construcción de cajas colectoras (2) + Cabezal (1)	Unidad	3,00	Q 3 900,00	Q 11 700,00
		Total mano de obra			Q 11 700,00
	COSTO DIRECTO				Q. 166 691,00
	COSTO INDIRECTO				Q. 40 635,20
	COSTO DEL RENGLÓN				Q. 207 326,20
6	ROTULO	UNIDAD	1,00		
	MATERIALES				
	COSTANERA DE 3" x 2"	UNIDAD	4,00	Q 75,00	Q 300,00
	LAMINA 8' x 4' x 1/16"	UNIDAD	1,00	Q 490,00	Q 490,00
	MANTA VINILICA	M2	3,00	Q 190,00	Q 570,00
	ELECTRODO	LB	2,00	Q 12,50	Q 25,00
	PINTURA ANTICORROSIVA	GALON	0,50	Q 160,00	Q 80,00

Continuación del apéndice 7

	MANO DE OBRA				
	FABRICACION DE ESTRUCTURA	GLOBAL	1,00	Q 500,00	Q 500,00
	COLOCACION DE RÓTULO	GLOBAL	1,00	Q 500,00	Q 500,00
		COSTO DIRECTO			Q 2 465,00
7	7 LIMPIEZA FINAL	m2	10 967,60		
	MANO DE OBRA				
	Encargado	Jornal	2,00	Q 200,00	Q 400,00
	Peones (2)	Jornal	4,00	Q 70,00	Q 280,00
	MAQUINARIA Y EQUIPO				
	Retroexcavadora	Horas	5,00	Q 450,00	Q 2 250,00
	Camión de volteo	Viajes	3,00	Q 800,00	Q 2 400,00
	Carretillas	Unidad	4,00	Q 350,00	Q 1 400,00
	Palas	Unidad	4,00	Q 65,00	Q 170,00
		COSTO DIRECTO			Q. 6 900,00

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Libreta topográfica**

Línea de conducción:

Estación	Dirección	Distancia
1,1-1,3:	141d57'19'	38,333 mts
1,3-2,1:	206d28'00'	93,059 mts
2,1-2,3:	189d26'57'	51,389 mts
2,3-2,2:	194d24'57'	5,7 mts
2,2-3:	191d16'29'	26,404 mts
3-4:	191d11'00'	334,4 mts
4-42:	283d05'30'	12,007 mts
42-43:	185d00'00'	28,0 mts
43-44:	185d00'00'	60,0 mts
44-45:	185d00'00'	160,0 mts
45-46:	190d00'00'	160,0 mts
46-47:	190d00'00'	124,5 mts
47-48:	190d00'00'	155,5 mts
48-49:	190d00'00'	80,0 mts
49-50:	190d00'00'	120,0 mts
50-51:	195d00'00'	40,0 mts
51-52:	200d00'00'	91,0 mts
52-53:	200d00'00'	69,0 mts
53-54:	200d00'00'	120,0 mts
54-55:	200d00'00'	37,5 mts
55-56:	200d00'00'	139,0 mts
56-57:	200d00'00'	171,5 mts
57-58:	200d00'00'	72,0 mts
58-59:	200d00'00'	80,0 mts
59-60:	200d00'00'	142,0 mts
60-61:	185d00'00'	58,0 mts
61-62:	170d00'00'	96,5 mts
62-63:	170d00'00'	163,5 mts
63-64:	175d00'00'	100,0 mts
64-65:	175d00'00'	280,0 mts
65-66:	175d00'00'	115,0 mts
66-67:	180d00'00'	154,5 mts
67-68:	180d00'00'	200,0 mts
68-69:	180d00'00'	200,0 mts

Continuación apéndice 8

69-70:	180d00'00'	60,0 mts
70-71:	270d00'00'	16,5 mts

Pavimentación:

Estación	Dirección	Distancia
1-1,1:	87d30'00'	3,50 mts
1-1,2:	267d30'00'	3,50 mts
1-2:	2d30'00'	148,00 mts
2-2,1:	87d30'00'	3,50 mts
2-2,2:	267d30'00'	3,50 mts
2-3:	2d30'00'	206,00 mts
3-3,1:	87d30'00'	3,50 mts
3-3,2:	267d30'00'	3,50 mts
3-4:	2d30'00'	124,00 mts
4-4,1:	87d30'00'	3,50 mts
4-4,2:	267d30'00'	3,50 mts
4-5:	2d30'00'	180,00 mts
5-5,1:	87d30'00'	3,50 mts
5-5,2:	267d30'00'	3,50 mts
5-6:	2d30'00'	200,60 mts
6-6,1:	87d30'00'	3,50 mts
6-6,2:	267d30'00'	3,50 mts
6-7:	2d30'00'	200,00 mts
7-7,1:	87d30'00'	3,50 mts
7-7,2:	267d30'00'	3,50 mts
7-8:	2d30'00'	100,00 mts
8-8,1:	87d30'00'	3,50 mts
8-8,2:	267d30'00'	3,50 mts
8-9:	2d30'00'	121,60 mts
9-9,1:	87d30'00'	3,50 mts
9-9,2:	267d30'00'	3,50 mts
9-10:	2d30'00'	249,80 mts
10-10,1:	87d30'00'	3,50 mts
10-10,2:	267d30'00'	3,50 mts
10-11:	2d30'00'	36,80 mts
11-11,1:	87d30'00'	3,50 mts

Continuación del apéndice 8

11-11,2:	267d30'00'	3,50 mts
----------	------------	----------

Fuente: elaboración propia

Apéndice 9. EVALUACIÓN IMPACTO AMBIENTAL INICIAL

DGGA-GA-R-001



EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

(Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
<p>I. INFORMACION LEGAL</p>	
<p>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA SÉPTIMA AVENIDA DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA</p>	
<p>1.1.1 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento</p> <p>El proyecto llevara la siguiente identificación “Diseño de pavimento rígido de la séptima avenida de la ciudad de Escuintla, Municipio de Escuintla, Departamento de Escuintla”. El cual consiste en la construcción de un pavimento rígido de 2 vías, con el fin de brindar más rutas de circulación y así desfogar el tránsito vehicular en el centro de Escuintla. Para la realización del Pavimento rígido se tienen contemplado los siguientes renglones de trabajo: 1566 metros lineales de trazo y nivelación, 3838.66 metros cúbicos de retiro de adoquinado y movimiento de tierra, 90 metros cuadrados de bodega provisional, 1 unidad de rotulo de identificación del proyecto, 10967.60 metros cuadrados de conformación de subrasante, 10967.60 metros cuadrados de pavimento de concreto, 3133.60 metros lineales de bordillo, 2 cajas recolectoras de agua pluvial, 1 global de limpieza final.</p> <p>El proyecto tendrá una duración de 6 meses.</p>	

Continuación del apéndice 9

I.2. Información legal:

A) Nombre del Proponente o Representante Legal:

ABRAHAN RIVERA ESTEVEZ (ALCALDE MUNICIPAL)

B) De la empresa:

Razón social:

Municipalidad

Nombre Comercial:

Municipalidad de Escuintla, Escuintla

No. De Escritura Constitutiva: Acuerdo cero cuatro quíen dos mil quince (04-2015) de la Junta Electoral Departamento de Escuintla.

Fecha de constitución: Seis de octubre del año dos mil quince (2015)

Patente de Sociedad: No aplica por el tipo de institución. Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____

Patente de Comercio: No aplica por ser una entidad autónoma. Registró No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____

No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de _____
_____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.

Continuación del apéndice 9

Número de Identificación Tributaria (NIT): 414413-9	
I.3 Teléfono: 7961-3600 Correo electrónico: informacion publica@municipalidad-escuintla.gob.gt	
I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:	
7MA AVENIDA DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA, MUNICIPIO DE ESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.	
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas	
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84	Coordenadas Geográficas Datum WGS84
Este (X) 739182	Latitud Norte 14° 17'48"
Norte (Y) 1581679.8	Longitud Oeste 90° 46'58",
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)	
9ª. CALLE 3-16 ZONA 1 MUNICIPIO DE ESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.	
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo:	
JONATHAN SANDOVAL	

Continuación del apéndice 9

II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:		
Etapa de:		
II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Actividades a realizar: Medición y trazo del terreno, elaboración de planos de construcción, cálculo de costos, materiales y mano de obra. - Insumos necesarios: Recurso humano calificado y no calificado, cemento, arena, piedrín, madera, clavos, alambre de amarre y agua. - Maquinaria: Para cierta parte del proyecto: 1 tractor tipo retroexcavadora, 1 retroexcavadora, 1 camión de volteo, 1 camión cisterna, y 1 rodo compactador. <p>Otros de relevancia</p> <p>** Adjuntar planos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades o procesos: Levantado de adoquín y construcción de pavimento rígido. - Materia prima e insumos: Cemento, arena de río, piedrín, hierro, combustible y agua. - Maquinaria: excavación, relleno y compactación y fundición. - Productos y subproductos (bienes o servicios): Combustibles y lubricantes. - Horario de trabajo: Los trabajos de operación se realizarán de 8:00 a 17:00 horas. - Otros de relevancia: No es necesario otro tipo de trabajo a parte de los mencionados en esta sección de este instrumento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Acciones a tomar en caso de cierre: En caso de desastres naturales realizar la evaluación correspondiente, realizar la gestión para la construcción de un nuevo proyecto.
II.3 Área		
a) Área total de terreno en metros cuadrados: <u>10967.60 M2</u>		
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: <u>10967.60 M2</u>		

Continuación del apéndice 9

c) Área total de construcción en metros cuadrados: 10967.60 M2

II.4 Actividades colindantes al proyecto:

NORTE Viviendas SUR Viviendas
 ESTE Viviendas OESTE Viviendas

Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
Viviendas	Norte	1.00 metro
Viviendas	Sur	1.00 metro
Terrenos	Este	1.00 metro
Viviendas	Oeste	1.00 metro

II.5 Dirección del viento:

Norte a Sur generalmente

II.7 Datos laborales

a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____

b) Número de empleados por jornada 17 trabajadores Total empleados 17 trabajadores

Continuación apéndice 9

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	Si	15 M3/Mes	Red comunal existente.	Para etapa de construcción; se utilizara para realizar mezclas de concreto, humedecer formaletas y aseo personal.	Para etapa de construcción: se utilizara para realizar mezclas de concreto.	Durante el tiempo de la realización de los trabajos se almacenara agua en toneles metálicos de 54 galones con su respectiva tapadera.
	Pozo	No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
	Agua especial	No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
	Superficial	Si	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna.	Ninguna.
Combustible	Otro	No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
	Gasolina	Si	1762 galones, durante la ejecución del proyecto	Gasoliner a más cerca al área del proyecto.	Actividades de supervisión del proyecto y maquinaria.	Para visita al área del proyecto y trabajos en el tramo carretero.	No se almacenara combustible en la etapa de construcción.
	Diesel	Si	1310 Galones durante la ejecución del proyecto.	Gasoliner a más cerca al área del proyecto.	Para funcionamiento de maquinaria y vehículos.	Para visita al área del proyecto y trabajos en el tramo carretero.	No se almacenara combustible en la etapa de construcción.
	Bunker	No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno

Continuación del apéndice 9

	Glp	No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
	Otro	No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
Lubricantes	Solubles	No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
	No solubles	Si	85 litros global de lubricantes.	Gasoliner a cercana al proyecto.	Funcionamiento de maquinaria y vehículos.	Comprar el aceite de mejor calidad.	En el recipiente donde viene el producto, en la caja de aceite del motor.
Refrigerantes		No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
Otros		No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
<p>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</p>							
III. IMPACTO AMBIENTAL							
GASES Y PARTICULAS							
<p>III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: ¿polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? ¿Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?</p> <p>Durante el retiro del adoquinado existente. Durante el relleno se producirá polvo. Durante la descarga de material de construcción.</p>							
MITIGACION							
<p>III.2 ¿Qué se está haciendo o que se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o los trabajadores?</p> <p>Se mitigará aplicando el riego de agua para reducir las partículas en suspensión y/o polvo generadas en la etapa de construcción. La descarga de materiales se realizará antes de afluencia de personas. No mantener más de 24 horas el material de desperdicio en el área del proyecto. Los albañiles cuando utilicen cemento deberán utilizar mascarilla.</p>							
RUIDO Y VIBRACIONES							
<p>III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p>Sí.</p>							

Continuación del apéndice 9

III.4 En donde se genera el sonido y/o la vibración (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)

El proyecto generara vibración o ruido debido a la maquinaria.

III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomaran para evitar que el ruido o las vibraciones afecten el vecindario y a los trabajadores?

Se tratará de minimizar y eficientar los trabajos

OLORES

III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.) explicar con detalle la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:

Si, debido a la maquinaria.

III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?

No hay ninguna solución para ello.

IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA

AGUAS RESIDUALES

CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006. Reglamento de las descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, ¿qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?

- a) Ordinarias: (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) Durante la construcción no se generará ningún tipo de aguas residuales generadas por actividades domésticas.
Los trabajadores se hospedarán en viviendas cercanas al proyecto.
Durante la operación no se tendrá el inconveniente con este tipo de aguas.
- b) Especiales:(aguas residuales generadas por servicios públicos, actividades de servicios industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) este proyecto no producirá aguas residuales de carácter público durante la etapa del proyecto.
- c) Mezcla de las anteriores: No existe ningún tipo de mezclas.
- d) Otro:

Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de agua residual generado:

El proyecto durante la construcción no producirá ningún tipo de aguas residuales. Cada vivienda tiene su propia letrina por falta de un sistema de alcantarillado en ese sector.

IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios: Cada vivienda tiene su propia letrina.

Continuación del apéndice 9

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

IV.3 Describir qué tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas generadas por la actividad.

- | | |
|------------------------------|---------|
| a) Sistema de tratamiento | Ninguno |
| b) Capacidad | Ninguno |
| c) Operación y mantenimiento | Ninguno |
| d) Caudal a tratar | Ninguno |
| e) Etc. | Ninguno |

DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES

IV.4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo, en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior.

De pilas y lavatrastos se desfogon en terrenos y zanjones cercanos.
Para las necesidades fisiológicas cada vivienda tiene su propia letrina.

AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)

IV.5 Explicar la forma de captación de aguas de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)

Las aguas pluviales son captadas por las cunetas de las calles y los terrenos de cultivo y posteriormente son desfogados al cuerpo receptor más cercano.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA

CONSUMO

V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) NO APLICA. El proyecto no utilizara energía eléctrica.

V. 2 Forma de suministro de energía

- | | |
|----------------------|-----------|
| a) Sistema público | _____ |
| | No aplica |
| b) Sistema privado | _____ |
| | No aplica |
| c) Generación propia | _____ |
| | No aplica |

V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?

SI _____ NO X _____

Continuación del apéndice 9

<p>V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?</p> <p>No aplica no se utilizará energía eléctrica en la construcción y operación del proyecto.</p>
<p>VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p>
<p>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</p> <p>a) <input type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p> <p>Durante el levantado del adoquín y el funcionamiento de la maquinaria.</p>
<p>VI.2 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()</p> <p>d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro (x)</p> <p>Detalle la información explicando el ¿por qué?</p> <p>Área susceptible a sismos en el municipio de Escuintla, Departamento de Escuintla</p>
<p>VI.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: En caso de algún tipo de accidente el proyecto la plantilla de trabajadores será cubierto por el IGSS según contrato que se firma con la municipalidad de Escuintla, previo al inicio de trabajos en el proyecto, la empresa constructora está obligada a proporcionar la seguridad de los trabajadores con guante, cascos, mascarillas, botas, chalecos y lentes, además de una señalización adecuada para no afectar a los transeúntes o vecinos del sector.</p>
<p>VI.4 Equipo de protección personal</p> <p>VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Guantes, mascarillas, chalecos, lentes, botas.</p> <p>VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p>Inscribir a la plantilla de los trabajadores del proyecto al IGSS por cualquier accidente que ocurra, señalar bien la construcción del proyecto para evitar que la población sea afectada.</p>



EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

(Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
<p>I. INFORMACION LEGAL</p>	
<p>1.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL ESCUINTLA</p>	
<p>1.1.1 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento</p> <p>El proyecto llevara la siguiente identificación "Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable que se realizara en la Cabecera Municipal de Escuintla, Departamento de Escuintla". El cual consiste en la construcción de una línea de conducción de tubería pvc con un longitud de 3 728 metros lineales, después se conectara a un tanque de distribución de 10 m³ de concreto ciclópeo, con el objeto de cubrir la demanda existente y mejorar el servicio de agua potable, el cual vendrá a beneficiar en forma directa a un aproximado de 57 000 habitantes (hombres, mujeres y niños) de la Cabecera Municipal quienes podrán contar con el vital líquido en calidad y frecuencia. Para la realización del sistema de abastecimiento de agua potable se tienen contemplado los siguientes renglones de trabajo: 3 728 metros lineales de limpieza, chapeo y destronque, 3 728 metros lineales de trazo y replanteo topográfico, 90 metros cuadrados de bodega provisional, 1 unidad de rotulo de identificación del proyecto, 1 unidad de obra de captación, 3728 metros lineales de tubería PVC de Ø 8", 20 metros lineales de tubería HG de Ø 8", 1 unidad de caja rompresión. Durante la operación se realizarán actividades de mantenimiento tales como, limpieza de la captación, limpieza de tanque de distribución, revisión de las tuberías, revisión de las diferentes tapaderas, estos trabajos estarán a cargo de las autoridades comunitarias con el apoyo de todas las personas que estarán beneficiadas con el vital líquido que almacenara o transportara este proyecto.</p>	

Continuación del apéndice 9

I.2. Información legal:

A) Nombre del Proponente o Representante Legal:

ABRAHAN RIVERA ESTEVEZ (ALCALDE MUNICIPAL)

B) De la empresa:

Razón social:

Municipalidad

Nombre Comercial:

Municipalidad de Escuintla, Escuintla

No. De Escritura Constitutiva: Acuerdo cero cuatro quión dos mil quince (04-2015) de la Junta Electoral Departamento de Escuintla

Fecha de constitución: Seis de octubre del año dos mil quince (2015)

Patente de Sociedad: No aplica por el tipo de institución. Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____

Patente de Comercio: No aplica por ser una entidad autónoma.

No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de _____
 _____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.

Número de Identificación Tributaria (NIT): 414413-9

I.3 Teléfono: 7961-3600 Correo electrónico: informacion publica@municipalidad-escuintla.gob.gt

I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:

CABECERA MUNICIPAL, MUNICIPIO DE ESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA

Especificar Coordenadas UTM o Geográficas

Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84	Coordenadas Geográficas Datum WGS84
---	-------------------------------------

Este (X) 741493.9

Latitud Norte 14° 20' 50"

Norte (Y) 1568850.6

Longitud Oeste 90° 45' 45"

Continuación del apéndice 9

I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)

9ª. CALLE 3-16 ZONA 1 MUNICIPIO DE ESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.

I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo: JONATHAN SANDOVAL

II. INFORMACION GENERAL

Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:

Etapas de:		
II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Actividades a realizar: Trazo y replanteo del terreno, rotulo de identificación, elaboración de planos de construcción, cálculo de costos, materiales y mano de obra. - Insumos necesarios: Recurso humano calificado y no calificado, combustible, palas, piochas, carretas. - Maquinaria: En cierta parte del proyecto, tractor tipo retroexcavadora. - Otros de relevancia: <p>** Adjuntar planos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades o procesos: Limpieza de la captación, revisión de la línea de conducción, revisión de las tapaderas, limpieza final. - Materia prima e insumos: Agua. - Productos y subproductos (bienes o servicios): mantenimiento cuando sea necesario o requerido, uso de cloro. - Horario de trabajo: Las 24 horas del día. - Otros de relevancia: No es necesario otro tipo de trabajo a parte de los mencionados en esta sección de este instrumento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Acciones a tomar en caso de cierre: En caso de desastres naturales realizar la evaluación correspondiente, realizar la gestión si fuera por colapso de tubería, cambiar toda la tubería.

Continuación del apéndice 9

II.3 Área

a) Área total de terreno en metros lineales: 3 728 metros

b) Área de ocupación del proyecto en metros lineales: 3728 metros

II.4 Actividades colindantes al proyecto:

NORTE Terrenos SUR Terrenos
 ESTE Terrenos OESTE Terrenos

Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
Terrenos	Norte	1.00 metro
Terrenos	Sur	1.00 metro
Terrenos	Este	1.00 metro
Terrenos	Oeste	1.00 metro

II.5 Dirección del viento:

El viento en la cabecera municipal sopla de Norte a Sur generalmente

II.7 Datos laborales

a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____

b) Número de empleados por jornada 12 trabajadores Total empleados 12 trabajadores

Continuación del apéndice 9

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	Si	5,252 litros de agua en todo el tiempo que llevara la ejecución de los trabajos.	Municipalidad.	Para las pruebas de las tuberías, para limpieza de las herramientas de trabajo.	Durante la ejecución del proyecto.	Durante el tiempo de la realización de los trabajos se almacenara agua en toneles metálicos con su respectiva tapadera, en la etapa de operación no se almacenara agua a lo largo de toda el área del proyecto.
	Pozo	No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
	Agua especial	No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
	Superficial	Si	7,000,000 lt/día	Captación	Domestico	El agua será de uso exclusivo para el hogar.	El agua como proyecto se almacenará, ya que pasará por un tanque de distribución.

Continuación del apéndice 9

Combustibles	Otro	Si	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
	Gasolina	Si	46 litros en toda la etapa de la realización de los trabajos, en la etapa del funcionamiento no se utilizara gasolina.	Gasolinera más cerca al área del proyecto.	Le servirá al camión que transporta los materiales hasta la comunidad.	El abastecimiento será en la gasolinera para evitar todo tipo de inconvenientes .	No se almacenara combustible en la etapa de construcción.
	Diesel	Si	1200 galones global durante cierta etapa del proyecto.	Gasolinera más cercana al proyecto.	Retroexcavadora.	Para trabajos de la línea de conducción.	No se almacenara en la etapa de construcción.
	Bunker	No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
	Glp	No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
	Otro	No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
Lubricantes	Solubles	No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
	No solubles	Si	30 galones global.	Gasolinera más cercana al proyecto.	Funcionamiento de maquinaria.	Comprar el de mejor calidad.	En el recipiente de donde viene el producto.
Refrigerantes		No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
Otros		No	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguno
<p>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</p>							

Continuación del apéndice 9

III. IMPACTO AMBIENTAL
GASES Y PARTICULAS
<p>III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?</p> <p>Durante la excavación para la colocación de la tubería se producirá polvo. Durante el relleno se producirá polvo. Durante la descarga de material de construcción.</p>
MITIGACION
<p>III.2 ¿Qué se está haciendo o que se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o los trabajadores?</p> <p>Rellenar al momento de colocar la tubería después de haber hecho las pruebas respectivas. La descarga de materiales se realizará antes de afluencia de personas. No mantener más de 24 horas el material de desperdicio en el área del proyecto.</p>
RUIDO Y VIBRACIONES
<p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p>Ninguna operación o trabajo a realizar durante la construcción no producirá ningún sonido fuerte o movimiento que pueda causar problemas en el vecindario de la comunidad.</p>
<p>III.4 En donde se genera el sonido y/o la vibración (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p>El zanjeo será de tipo manual por lo tanto no producirá ningún sonido o vibración. La colocación de tubería, el relleno y la construcción del tanque no producirá sonido o algún tipo de molestias.</p>
<p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomaran para evitar que el ruido o las vibraciones afecten el vecindario y a los trabajadores?</p> <p>Ningún trabajo a realizar afectara con ruidos o movimientos al vecindario y trabajadores.</p>
OLORES
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.) explicar con detalle la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:</p> <p>El zanjeo, el relleno, la colocación de tubería.</p>
<p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en le ambiente?</p> <p>Durante la construcción no se dispersará ningún tipo de olor. En la operación no se sentirá ningún tipo de olor.</p>

Continuación del apéndice 9

IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA

AGUAS RESIDUALES

CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006. Reglamento de las descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, que tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?

- a) Ordinarias: (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) Durante la construcción no se generará ningún tipo de aguas residuales generadas por actividades domésticas.
Los trabajadores se hospedarán en viviendas cercanas al proyecto.
Durante la operación no se tendrá el inconveniente con este tipo de aguas.
- b) Especiales: (aguas residuales generadas por servicios públicos, actividades de servicios industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) este proyecto no producirá aguas residuales de carácter público durante la etapa del proyecto.
- c) Mezcla de las anteriores: No existe ningún tipo de mezclas.
- d) Otro:

Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de agua residual generado: El proyecto durante la construcción no producirá ningún tipo de aguas residuales. Las viviendas producen en la comunidad 30 litros de aguas sanitarias. Las aguas de piletas se desfogán en los terrenos de cultivo. Cada vivienda tiene su propia letrina por falta de un sistema de alcantarillado en ese sector.

IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios: Cada vivienda tiene su propia letrina.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

IV.3 Describir qué tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas generadas por la actividad.

- | | |
|------------------------------|---------|
| a) Sistema de tratamiento | Ninguno |
| b) Capacidad | Ninguno |
| c) Operación y mantenimiento | Ninguno |
| d) Caudal a tratar | Ninguno |
| e) Etc. | Ninguno |

DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES

IV.4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior.

De pilas y lavatrastos se desfogán en terrenos y zanjones cercanos.
Para las necesidades fisiológicas cada vivienda tiene su propia letrina.

Continuación del apéndice 9

AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)

IV.5 Explicar la forma de captación de aguas de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)

Las aguas pluviales son captadas por las cunetas de las calles y los terrenos de cultivo y posteriormente son desfogados al cuerpo receptor más cercano.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA

CONSUMO

V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) NO APLICA el proyecto no utilizara energía eléctrica.

V.2 Forma de suministro de energía

a) Sistema público

No aplica

b) Sistema privado

No aplica

c) Generación propia

No aplica

V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?

SI _____ NO X

V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?

No aplica no se utilizara energía eléctrica en la construcción y operación del proyecto.

VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD

VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:

- a) la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio
- b) la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores
- c) la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores

Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: No aplica al proyecto.

Continuación del apéndice 9

<p>VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos () d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()</p> <p>Detalle la información explicando el por qué?</p> <p style="text-align: center;">Ninguno por la situación topográfica del terreno.</p> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>VI.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores <input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores <input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores <input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: No existe ningún riesgo por ser un proyecto de baja envergadura en la salud de los trabajadores. En caso de algún tipo de accidente el proyecto la plantilla de trabajadores será cubierto por el IGSS según contrato que se firma con la municipalidad de Escuintla, previo al inicio de trabajos en el proyecto, la empresa constructora está obligada a proporcionar la seguridad de los trabajadores con guante, cascos, mascarillas, botas, chalecos y lentes, además de una señalización adecuada para no afectar a los transeúntes o vecinos del sector.</p>
<p>VI.4 Equipo de protección personal</p> <p>VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Guantes, mascarillas, chalecos, lentes, botas.</p> <p>VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Inscribir a la plantilla de los trabajadores del proyecto al IGSS por cualquier accidente que ocurra, señalar bien la construcción del proyecto para evitar que la población sea afectada.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 10. **Cálculo hidráulico línea de conducción**

EST	PO	Cota Inicial	Cota Final	ΔH (m)	Long (m)	Coefficiente de rugosidad	Caudal (lt/s)	Presión de tubería
Captación	Rompepresión	511.41	471.41	40	965.22	150	92.50	160 PSI
Rompepresión	Tanque	471.41	369.84	101.57	2889.5	150	92.50	160 PSI
Tipo de Tubería	Diametro Nominal (plg)	Diámetro Interior (plg)	Hf Real (m)	Velocidad (m/s)	C.P. Inicial (m)	C.P. Final (m)	Presión Dinamica Final	CP Final (Cota inicial - Δhf) (m)
PVC	8	7.961	29.59	2.88	511.41	481.82	10.41	393.23
PVC	8	7.961	88.59	2.88	471.41	382.82	12.98	

Fuente: Elaboración propia.

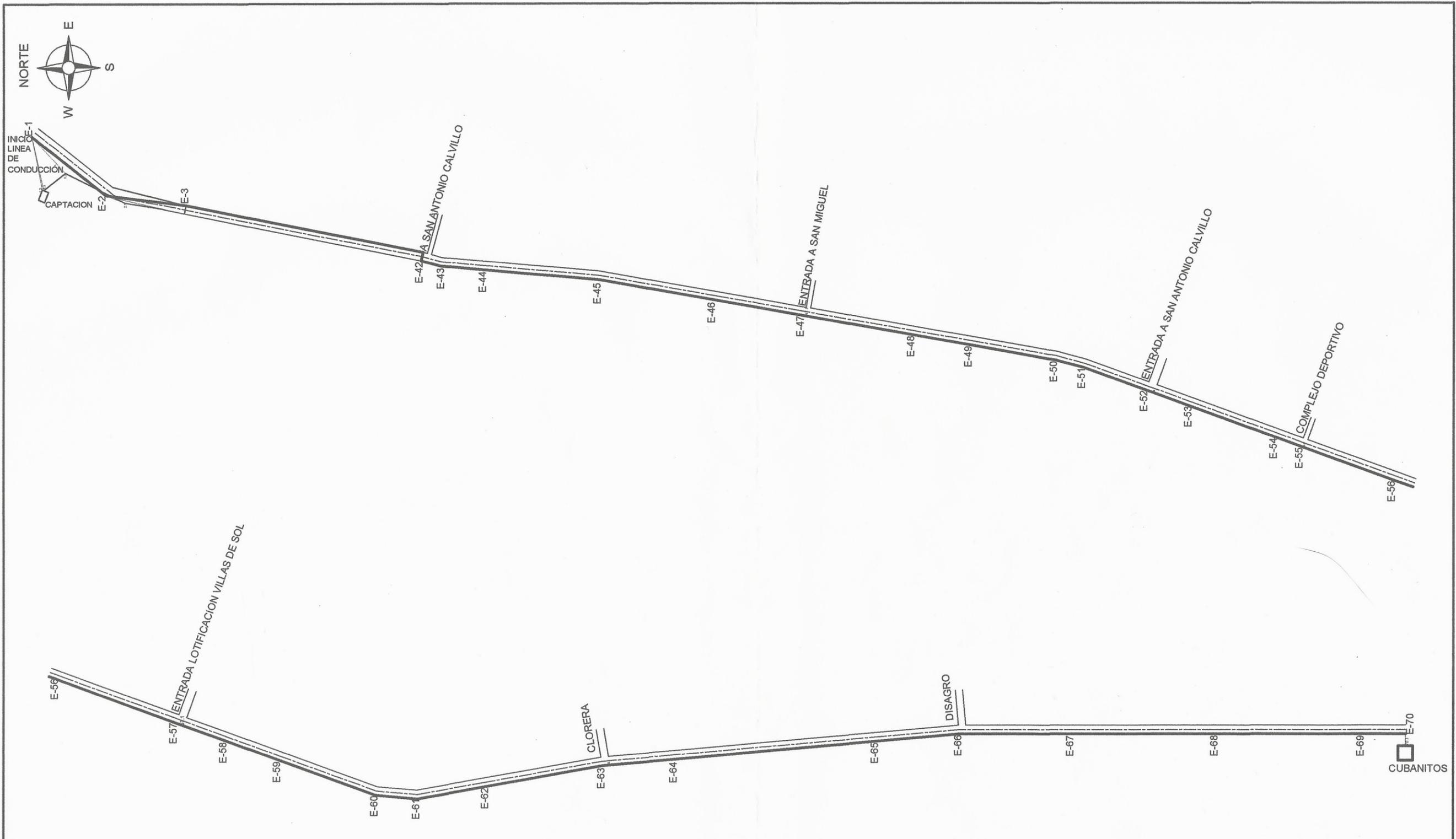
Apéndice 11. Cálculo de Curvas Verticales

No, De Curva	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	Diferencia de pendientes A	Tipo de Curva	K de visibilidad	LCV por criterio de seguridad $LCV = A \times K$
1	0,3710	1,1145	0,7435	Cóncava	6	4,46
2	1,1145	0,1667	0,9478	Convexa	4	3,79
3	0,1667	0,5150	0,3483	Cóncava	6	2,09
4	0,5150	0,6450	0,1300	Cóncava	6	0,78
5	0,6450	0,95	0,3050	Cóncava	6	1,83
6	0,9500	-0,0156	0,9656	Convexa	4	3,86
7	-0,0156	0,0136	0,0291	Cóncava	6	0,17
8	0,0136	2,1196	2,1060	Cóncava	6	12,64

$K = LCV/A$	Criterio de Apariencia $K \geq 30$	Criterio de Comodidad $K \geq V^2/395$	Criterio de Drenaje $K \leq 43$	LCV Escogido
6	No cumple	Cumple	Cumple	5
4	No aplica	No aplica	Cumple	4
6	No cumple	Cumple	Cumple	2,5
6	No cumple	Cumple	Cumple	1
6	No cumple	Cumple	Cumple	2
4	No aplica	No aplica	Cumple	4
6	No cumple	Cumple	Cumple	1
6	No cumple	Cumple	Cumple	13

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 12. **Planos constructivos de diseño del sistema de agua potable para la cabecera municipal**

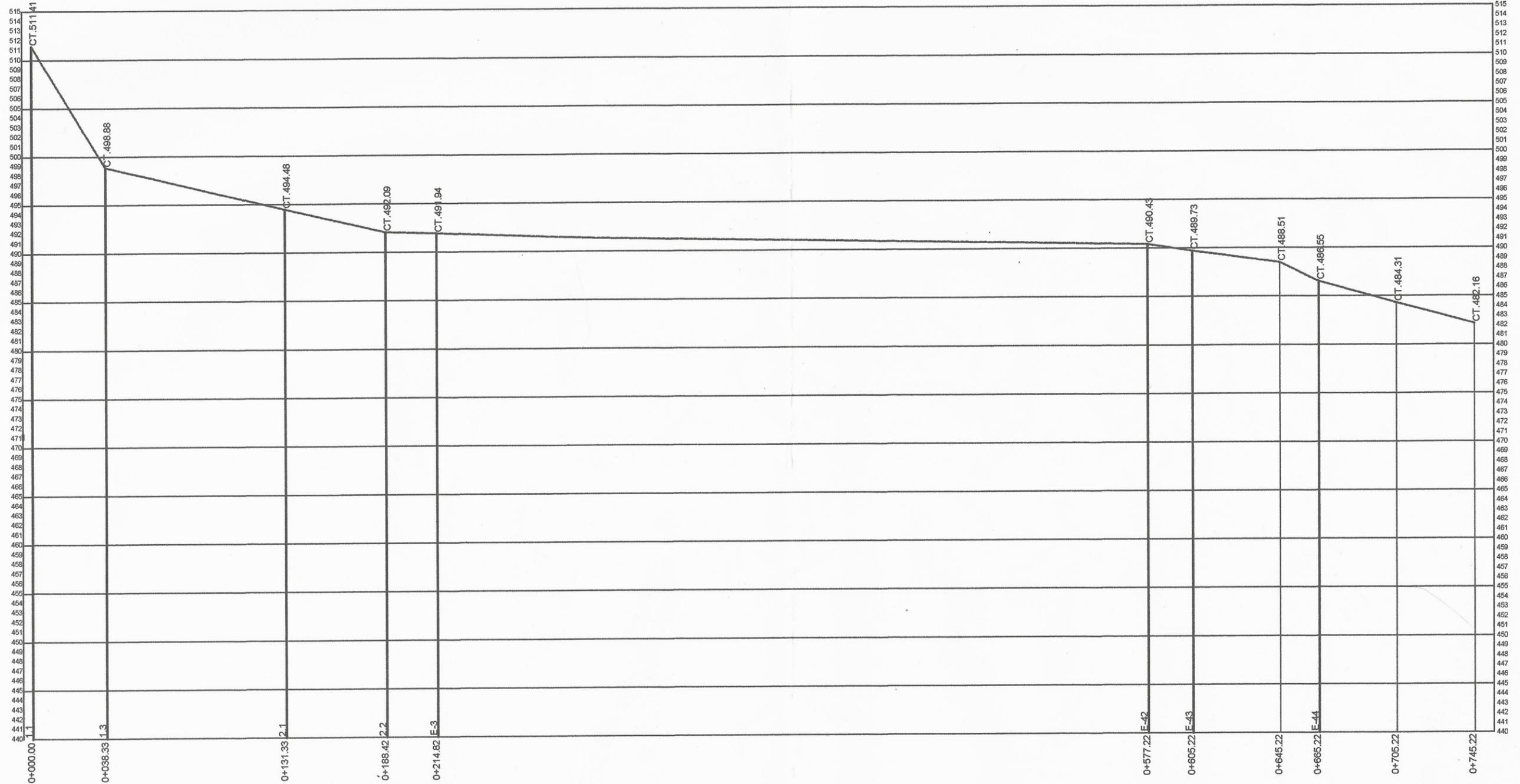


PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA PARK A CUBANBITOS

ESCUJELA: 1/5000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE ESCUELA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
ESCALA: 1/5000	DIBUJO: PROPIO	FECHA: JULIO 2018
CONTIENE: Inga Christina del Rosario Clases de Diseño		
PLANTA DE CONDUCCION DE AGUA PARK A CUBANBITOS		HOJA P1
APROBADO POR: <i>[Signature]</i>		1-7



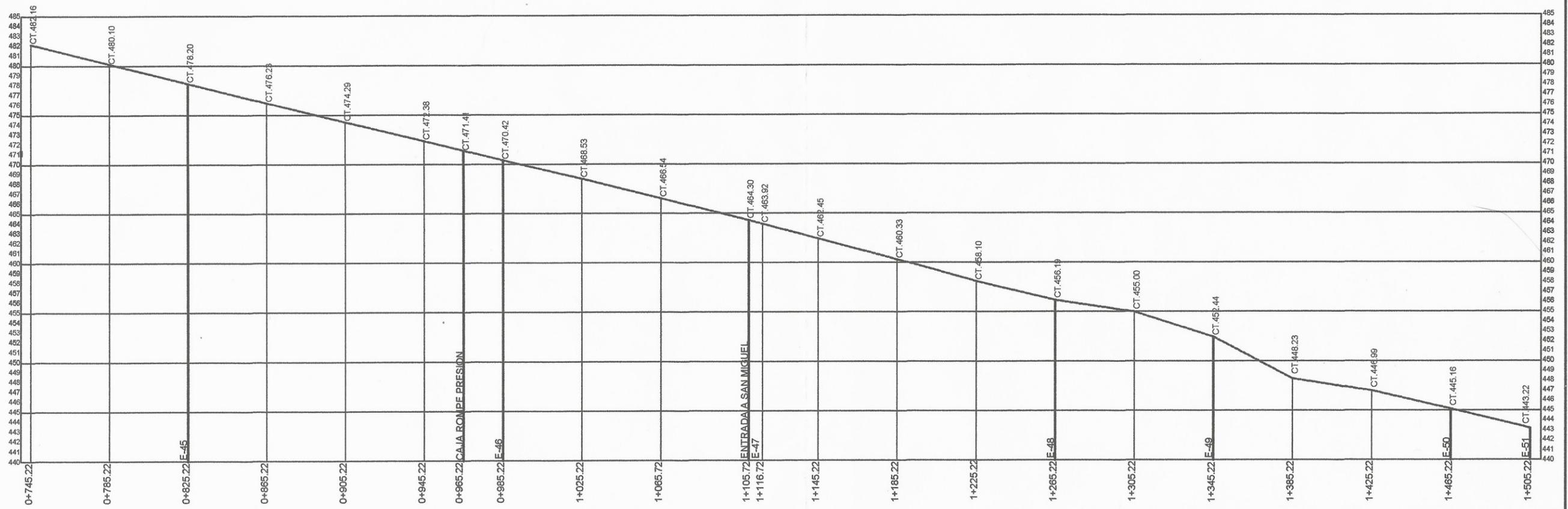
PERFIL DE LA ESTACION 0+000 A 0+745.22

ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE ESCUINTLA
 ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2018

CALCULO: PROPIO	 INGA. CAROLINA CLASON DE PINTO ASESORA SUPERVISORA DE EPS Unidad de Ingeniería y Construcción	HOJA
DISEÑO: PROPIO		P1
ARCHIVO: PROPIO		2-7
APROBADO POR:		



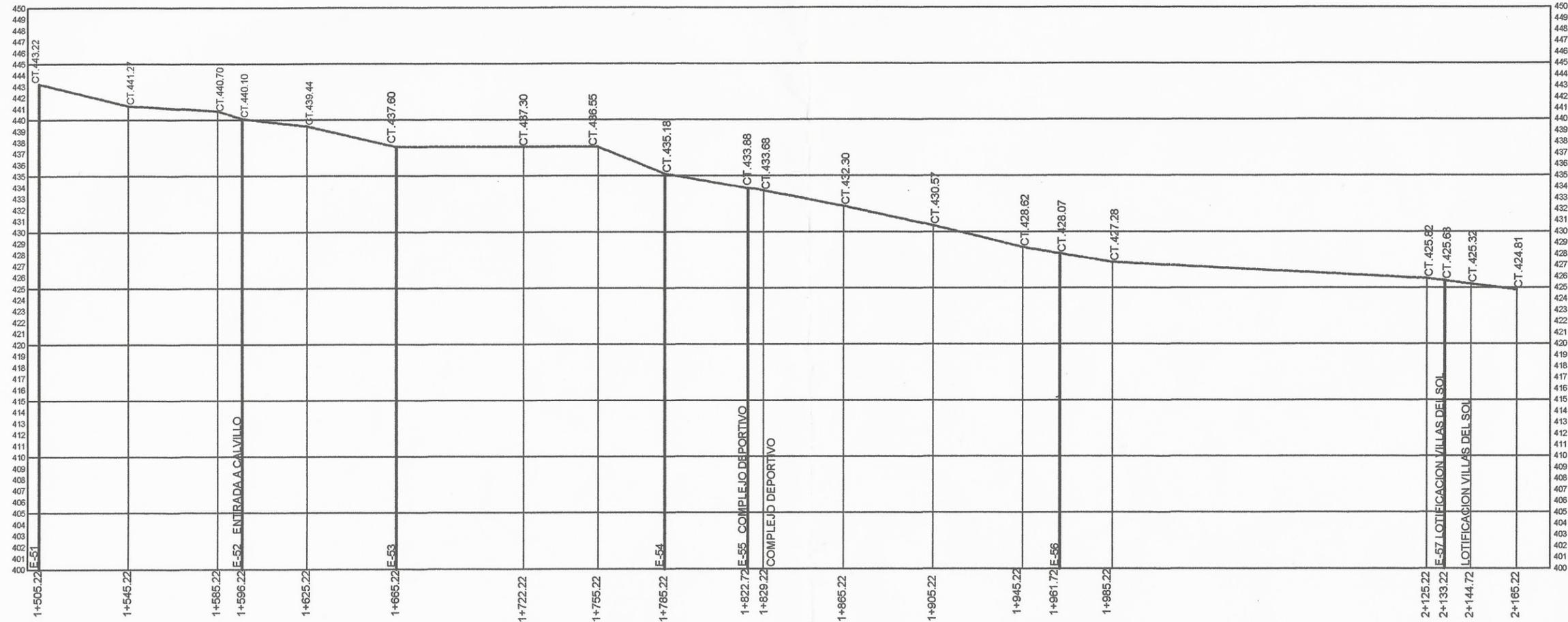
PERFIL DE LA ESTACION 0+000 A 1+505.22

ESCUELA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCUELA VERTICAL: 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE ESCUINTLA
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: JULIO 2018

CALCULO: PROPIO	CONTENIDO: PERFIL	HOJA: P1
DISEÑO: PROPIO	ROSA RIO CLASION DE PINO	
ARCHIVO: PROPIO	ASESORA - SUPERVISORA DE EPS	
APROBADO POR: <i>[Signature]</i>	ING. CRISTINA PINO DE CLASION INGENIERA	3-7



PERFIL DE LA ESTACION 1+505.22 A 2+165.22

ESCUELA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCUELA VERTICAL: 1/200

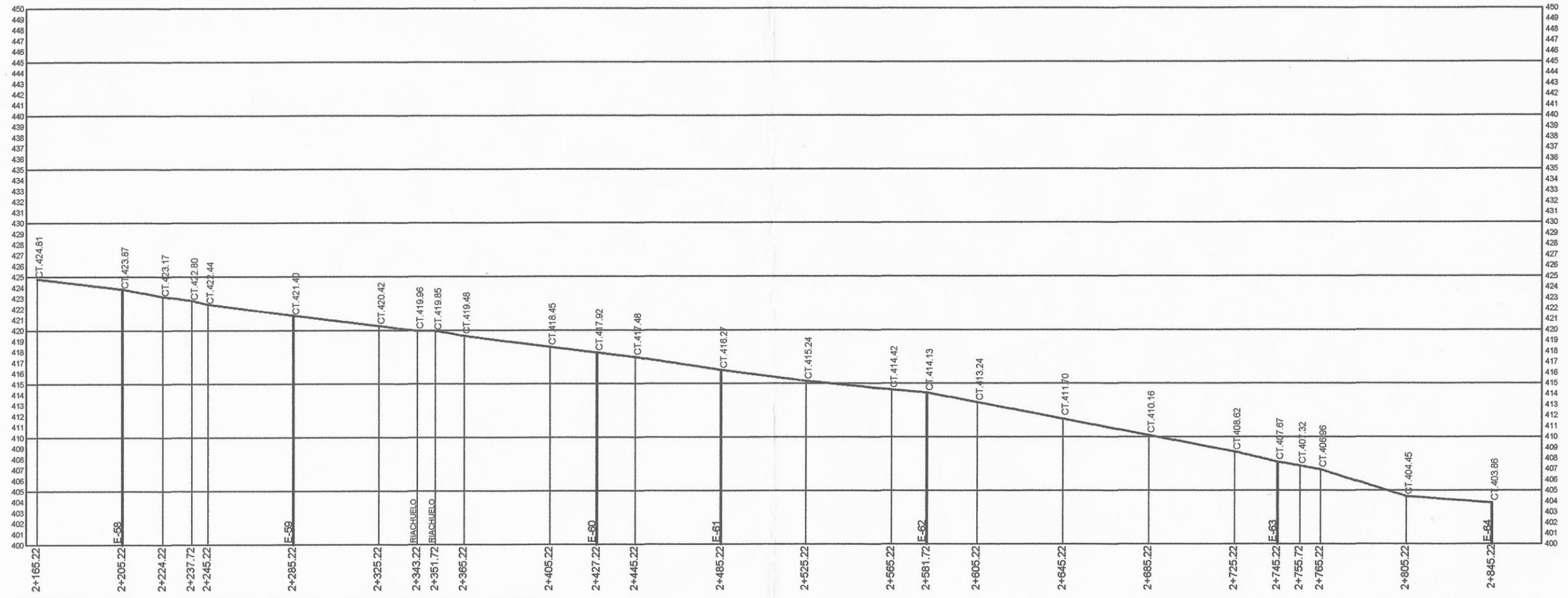


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE

ESCALA: 1:1000
 FECHA: JULIO 2018

CALCULO: PROPIO	 PERFIL ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Ingeniería y EPS	HOJA
DISEÑO: PROPIO		P1
ARCHIVO: PROPIO		4-7
APROBADO POR:		



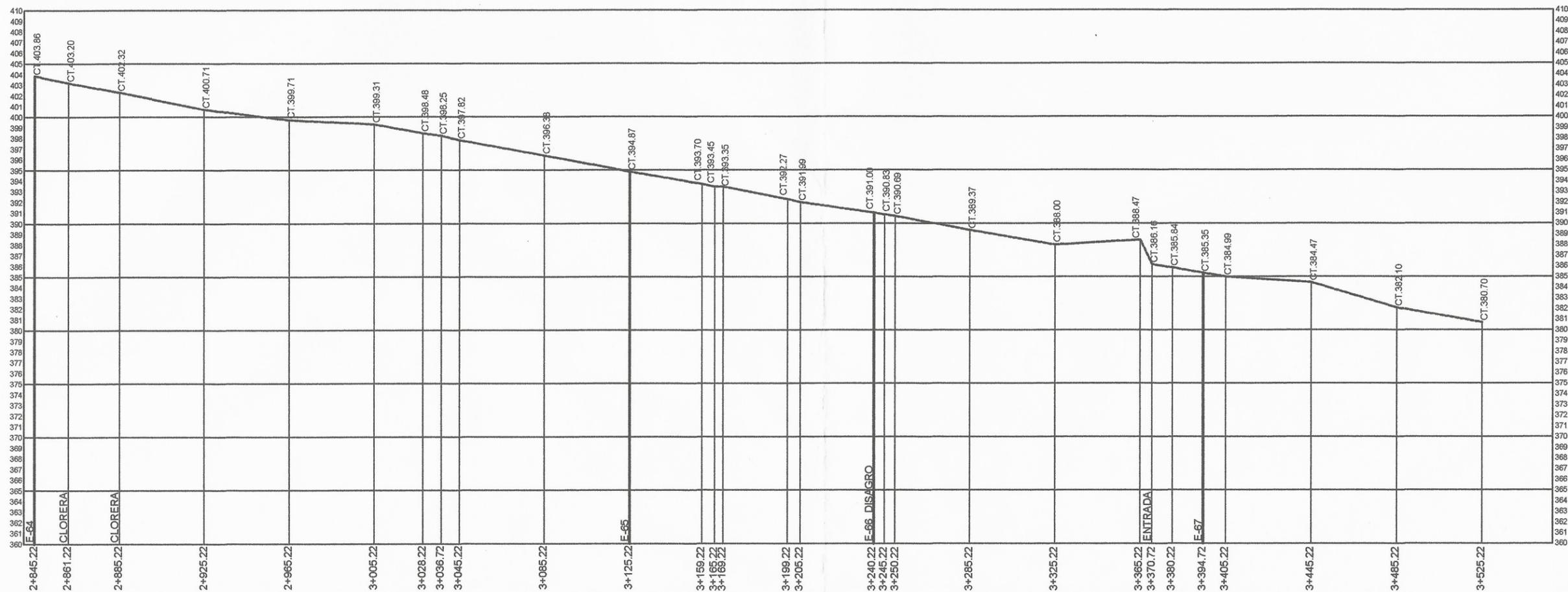
PERFIL DE LA ESTACION 2+165.22 A 2+845.22

ESCUELA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCUELA VERTICAL: 1/200



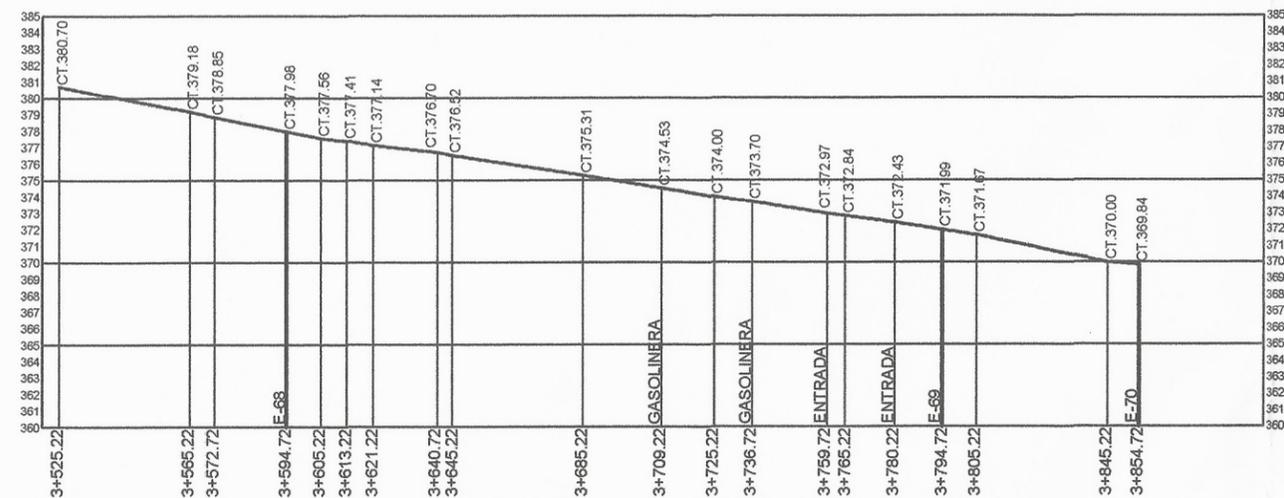
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 PROYECTO: DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE ESCUJALILLA
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: JULIO 2018

CALCULO: PROPIO	 INGA CHRISTY PINTO DE CLASON	HOJA
DISEÑO: PROPIO		P1
ARCHIVO: PROPIO		5-7
APROBADO POR:		



PERFIL DE LA ESTACION 2+845.22 A 3+525.22

ESCUELA HORIZONTAL: 1/2000
ESCUELA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE LA ESTACION 3+525.22 A 3+854.72

ESCUELA HORIZONTAL: 1/2000
ESCUELA VERTICAL: 1/200

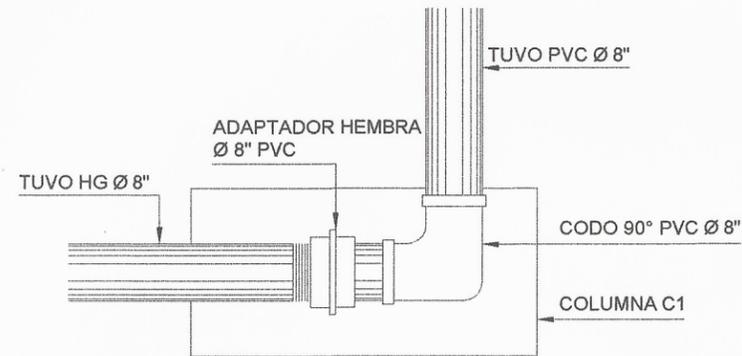


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE ESCUINTLA

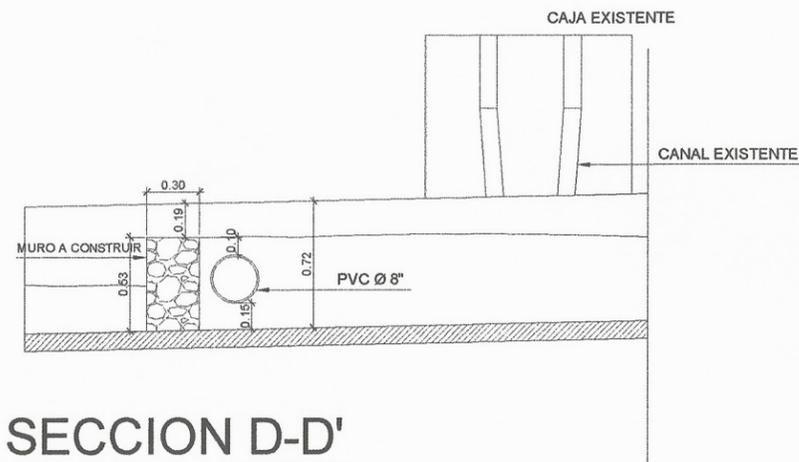
ESCALA: INDICADA DIBUJO: FECHA: JULIO 2018

CALCULO: PROPIO	 PERFIL Inga Christina Rosario Classon de Pinto ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Facultad de Ingeniería y EPS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	HOJA
DISEÑO: PROPIO		P1
ARCHIVO: PROPIO		6-7
APROBADO POR:		



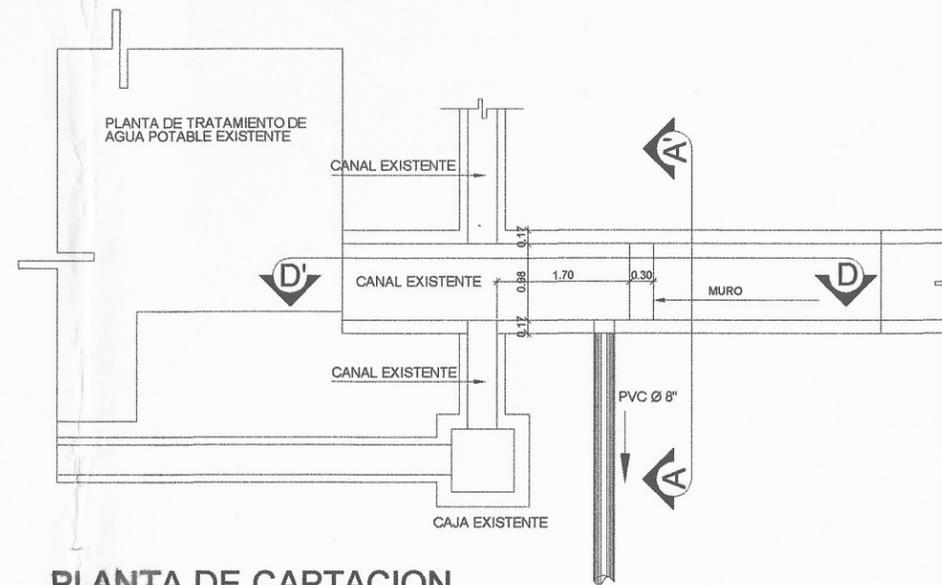
DETALLE DE ANCLAJE HG A PVC

ESCALA: 1/20



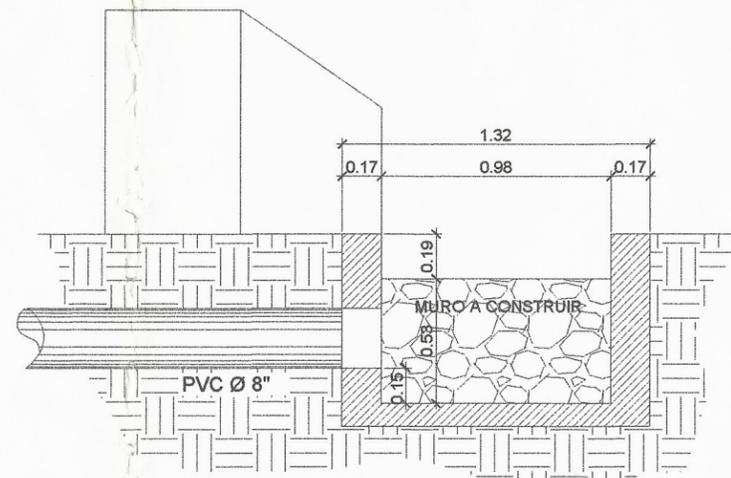
SECCION D-D'

ESCALA: 1/25



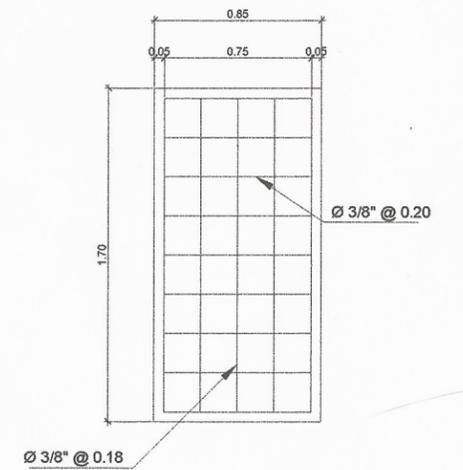
PLANTA DE CAPTACION

ESCALA: 1/50



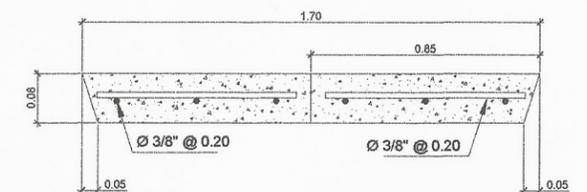
SECCION A-A'

ESCALA: 1/25



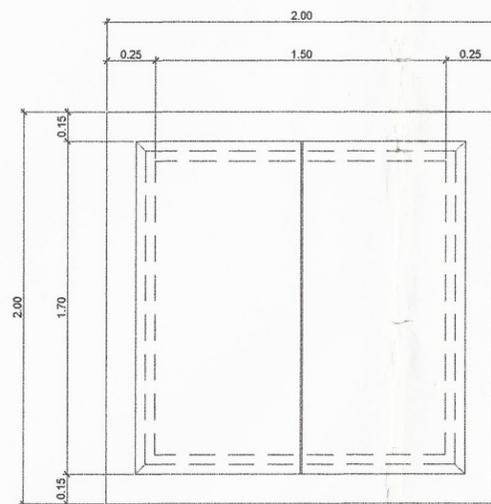
TAPADERA CAJA TIPO 1

ESCALA 1/20



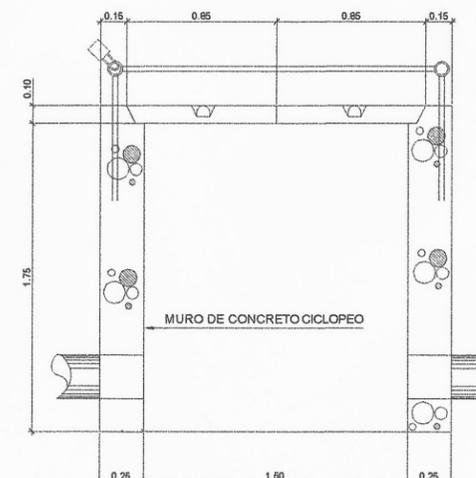
TAPADERA CAJA TIPO 1

ESCALA 1/20



PLANTA CAJA TIPO 1

ESCALA 1/20



ELEVACION CAJA TIPO 1

ESCALA 1/20

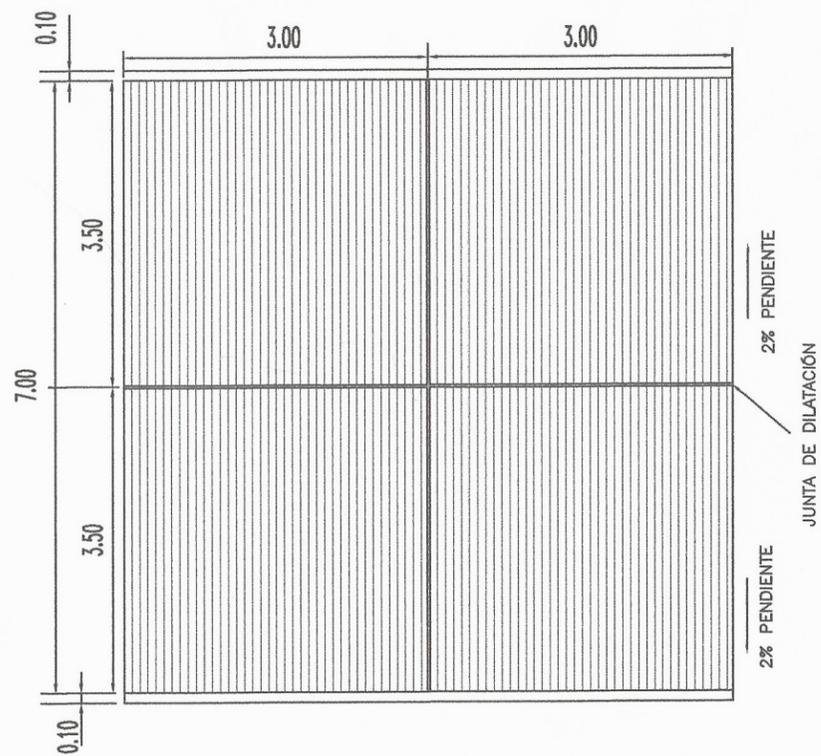
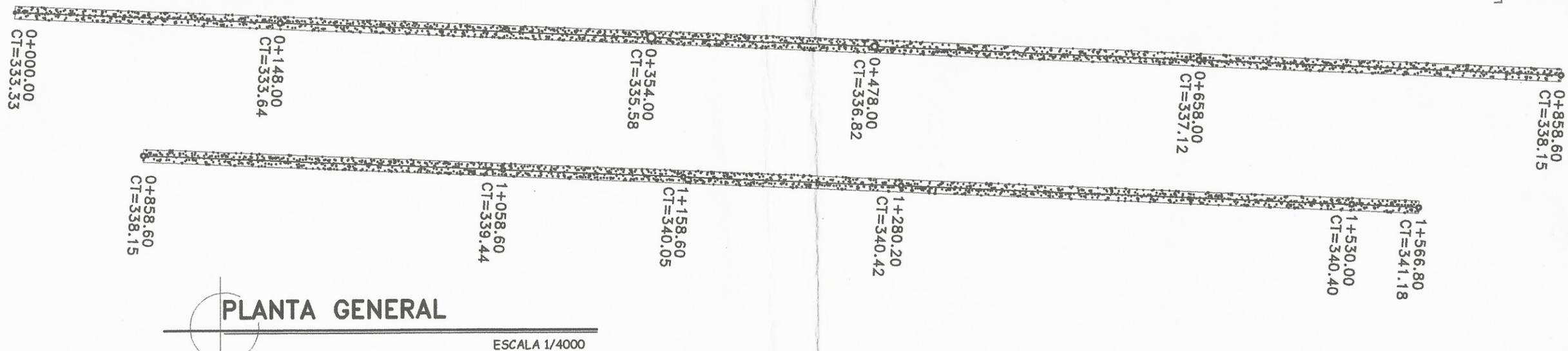
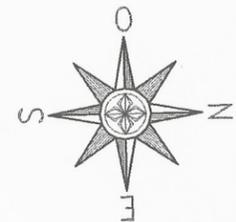


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE ESCUINTLA	
ESCALA:	FECHA: JULIO 2018

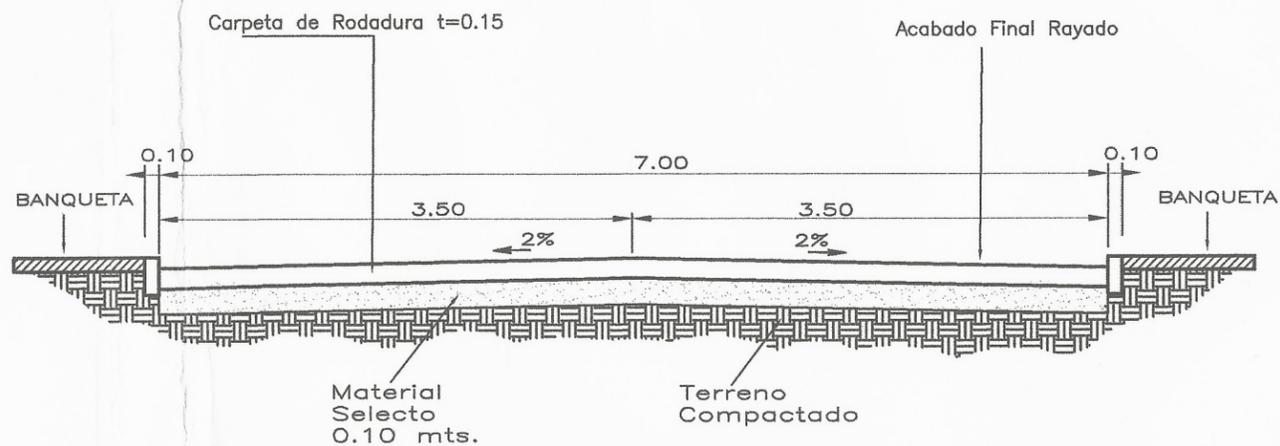
CALCULO: PROPIO	<p>INGA CHRISTA PINTO DE CLAESON</p>	HOJA 7/7
DISENO: PROPIO		
ARCHIVO: PROPIO		
APROBADO POR:		

Apéndice 13. **Planos Constructivos de diseño de pavimento rígido de la séptima avenida de la ciudad de Escuintla, Escuintla**

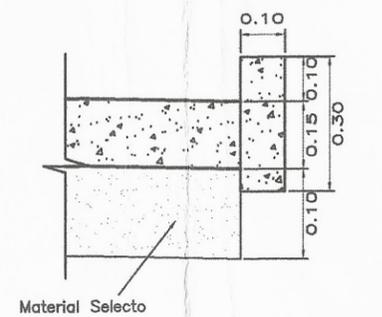
NOTA:
CT= COTA DE TERRENO



ESPACIAMIENTO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
JUNTAS DE DILATACIÓN
ESCALA 1:40



DETALLE DE GABARITO
ESC. 1/20



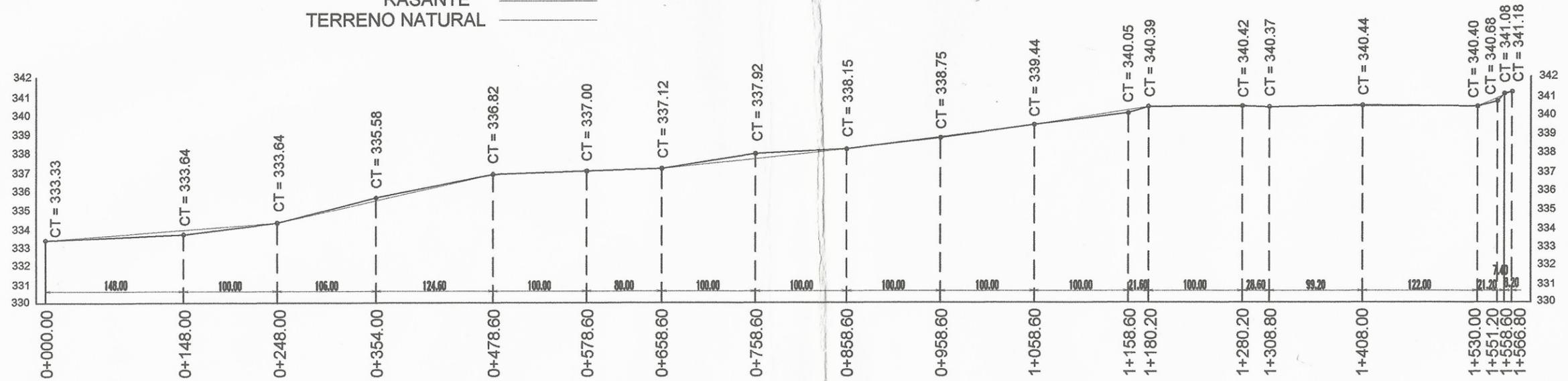
DETALLE DE BORDILLO
ESCALA 1:10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO PAVIMENTO RIGIDO DE LA 7a. AV. DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA		
ESCALA: INDICADA	DIBUJO: JONATHAN SANDOVAL	FECHA: JULIO 2018

CALCULO: PROPIO		HOJA 1/2
DISEÑO: PROPIO		
ARCHIVO: PROPIO		
APROBADO POR: <i>[Signature]</i>		

NOTA:
 CT= COTA DE TERRENO
 RASANTE _____
 TERRENO NATURAL _____



PERFIL EJE CENTRAL DE LA ESTACION 0+000.00 A 1+566.80

ESCALA HORIZONTAL = 1/4000
 ESCALA VERTICAL = 1/1500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO PAVIMENTO RIGIDO DE LA 7a. AV. DE LA CIUDAD DE ESCUINTLA, ESCUINTLA		
ESCALA: INDICADA	DIBUJO: JONATHAN SANDOVAL	FECHA: JULIO 2018

CALCULO: PROPIO	PERFIL EJE CENTRAL
DISEÑO: PROPIO	
ARCHIVO: PROPIO	

APROBADO POR: <i>[Signature]</i>	Inga. Christa del Rosario Clason de Pinto ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS Ing. CHRISTA PINTO DE CLASON Ing. de Ingeniería
----------------------------------	--

HOJA
2/2