



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA JONES Y
PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA
MÁRMOL, RÍO HONDO, ZACAPA**

Carlos Eduardo Ipiña Casasola

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, octubre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA JONES Y
PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA
MÁRMOL, RÍO HONDO, ZACAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

CARLOS EDUARDO IPIÑA CASASOLA
ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga.	Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga.	Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing.	Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br.	José Milton de León Bran
VOCAL V	Br.	Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga.	Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing.	Angel Roberto Sic Garcia
EXAMINADOR	Ing.	Fernando Amílcar Boiton Velásquez
EXAMINADOR	Ing.	Silvio José Rodríguez
SECRETARIA	Inga.	Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA JONES Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA MÁRMOL, RÍO HONDO, ZACAPA,

tema que se me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 14 de noviembre de 2007.

Carlos Eduardo Ipiña Casasola

AGRADECIMIENTOS A:

Ing. Ángel Roberto

Sic García

Por brindarme todo su apoyo y sus conocimientos para hacer realidad uno de mis sueños.

Fam. Rodríguez Aldana

Por su amistad y su apoyo cuando más lo necesité.

Municipalidad de

Río Hondo, Zacapa.

En especial al señor Felipe Méndez, por darme la oportunidad de realizar mi práctica, también a: Patricio Paz, don Edgar Galindo, Ninfa, doña Consuelo, Arq. Christian Sandoval y Josefina Cáceres, por su amistad y por todas las vivencias que recordaré siempre.

Universidad de San Carlos

En especial a la Facultad de Ingeniería y todos sus catedráticos por hacer de mí un profesional competente y así integrarme al grupo de profesionales egresados del Alma Máter.

- Mis abuelos** Arnulfo Casasola (D.E.P.), Carlos Ipiña (D.E.P.), Marina Súchite y Magdalena Vargas, por ser como mis segundos padres y por todos los consejos que me dieron, por estar siempre en mi corazón y en mis pensamientos.
- Mis amigos** Alejandro Lucero, Sergio López, José Marroquín, Henry Sarmiento, Luis España, Jorge Jordán, Jaime Oliva, Héctor Villeda (D.E.P.) Pedro Santiago, José Ramírez, Juan Pablo Manso, Carlos Guzmán, Alejandra Vidal, Ana Lucia Valdés, Lester Aragón, Marco Tulio Bances, José y Daniel Sosa, Christian Mazariegos, Mauricio Aguirre, Harry Ochaeta, por su apoyo y compañía durante mi estadía en la universidad.
- Mis suegros** Samuel y Nelly de León, por sus consejos y apoyo incondicional.
- Mis cuñados** Luis Sosa, Elder Orellana, Ma. Fernanda Cordón, Luisa y Ana Isabel León, por su amistad y apoyo



Guatemala, 03 de octubre de 2008.
REF. EPS.D.565.10.08.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **CARLOS EDUARDO IPIÑA CASASOLA** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200113233**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA JONES Y PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALDEA SANTA ROSALIA MÁRMOL, RIO HONDO, ZACAPA”**.

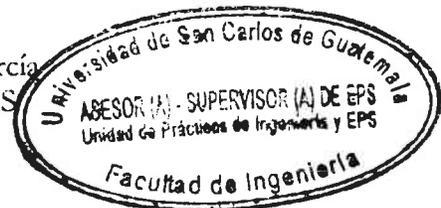
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos.”

Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
ARSG/ra



Guatemala, 03 de octubre de 2008.
REF. EPS.D.565.10.08.

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

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

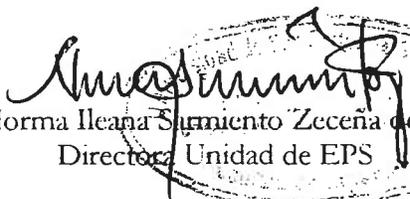
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA JONES Y PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALDEA SANTA ROSALIA MÁRMOL, RIO HONDO, ZACAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **CARLOS EDUARDO IPIÑA CASASOLA**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ingeniero Angel Roberto Sic García**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra



Guatemala,
15 de octubre de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

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

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA JONES Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA MÁRMOL, RÍO HONDO, ZACAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Eduardo Ipifia Casasola, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA/
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



Guatemala,
15 de octubre de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

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

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA JONES Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA MÁRMOL, RÍO HONDO, ZACAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Eduardo Ipiña Casasola, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

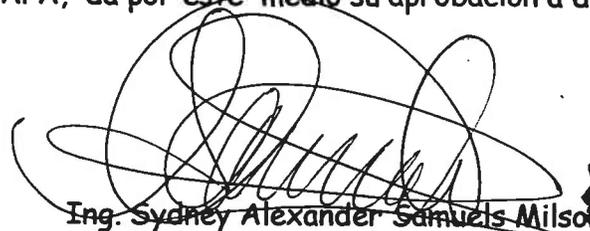
Ing. Armando Fuentes Roca
Revisor por el Area de Topografía y Transportes

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Carlos Eduardo Ipiña Casasola, titulado DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA JONES Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA MÁRMOL, RÍO HONDO, ZACAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, octubre 2008.

/bbdeb.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE RÍO HONDO, ZACAPA	
1.1 Antecedentes históricos	01
1.2 Características geográficas	02
1.2.1 Localización y extensión territorial	02
1.2.2 Ubicación geográfica y colindancias	02
1.2.3 Vías de acceso	03
1.2.4 Clima e hidrografía	04
1.3 Características económicas	06
1.4 Características socioculturales	07
1.4.1 Población	07
1.4.2 Educación	07
1.4.3 Servicios básicos existentes	11
2. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.	
2.1 Descripción del proyecto	13
2.2 Levantamiento topográfico	13
2.2.1 Altimetría	13
2.2.2 Planimetría	14
2.3 Diseño del sistema	15

2.3.1	Descripción del sistema a utilizar	15
2.3.2	Período de diseño	17
2.3.3	Población de diseño	17
2.3.4	Dotación	18
2.3.5	Factor de retorno	18
2.3.6	Factor de Harmond	19
2.3.7	Caudal sanitario	19
2.3.7.1	Caudal domiciliar	19
2.3.7.2	Caudal de infiltración	20
2.3.7.3	Caudal por conexiones ilícitas	21
2.3.7.4	Factor de caudal medio	21
2.3.7.5	Caudal de diseño	23
2.3.8	Selección de tipo de tubería	24
2.3.9	Diseño de secciones	24
2.3.9.1	Vel. máximas y mínimas	25
2.3.9.2	Diámetros mínimos	26
2.3.10	Cotas Invert	27
2.3.11	Pozos de visita	29
2.3.12	Conexiones domiciliare	31
2.3.13	Profundidad de tubería	33
2.3.14	Principios hidráulicos	35
2.3.14.1	Relaciones hidráulicas	35
2.3.15	Cálculo hidráulico	37
2.3.15.1	Especificaciones técnicas	37
2.3.15.2	Ejemplo de diseño de un tramo	43
2.4	Estudio de impacto ambiental	48
2.4.1	Estudio inicial de ambiente	48
2.4.1.1	Medidas de mitigación en construcción	50
2.4.1.2	Medidas de mitigación en operación	50

2.5	Presupuesto	52
2.6	Análisis socio-económico	54
	2.6.1 Valor presente neto	54
	2.6.2 Tasa interna de retorno	57
2.7	Cronograma de ejecución	58
3.	DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN	
3.1	Descripción del proyecto	59
	3.1.1 Alcances del proyecto	59
	3.1.2 Levantamiento topográfico	59
	3.1.3 Planimetría y altimetría	60
3.2	Estudio de suelos	61
	3.2.1 Ensayos de laboratorio de suelos	61
	3.2.1.1 Ensayo de granulometría	61
	3.2.1.2 Límites de Atterberg	62
	3.2.1.2.1 Límite líquido	62
	3.2.1.2.2 Límite plástico	62
	3.2.1.2.3 Índice plástico	63
	3.2.1.3 Ensayo de compactación o proctor modificado	63
	3.2.1.4 Ensayo de valor soporte CBR	64
3.3	Análisis de resultados	65
3.4	Diseño de pavimento	66
	3.4.1 Pavimento rígido	68
	3.4.2 Componentes estructurales del pavimento	68
	3.4.2.1 Capa de rodadura	68
	3.4.2.2 Base	69
	3.4.2.3 Sub - rasante	70
	3.4.2.4 Bombeo	71
	3.4.3 Parámetros de diseño	72

3.4.3.1	Período de diseño	72
3.4.3.2	Diseño de la base	73
3.4.3.3	Diseño de espesor del pavimento	73
3.4.3.4	Estructura final del pavimento	74
3.4.3.5	Diseño de mezcla de concreto	74
3.4.3.6	Conformación y curado del pavimento	76
3.4.3.6.1	Curado del concreto	77
3.5	Normativa	79
3.6	Estudio inicial de impacto ambiental	82
3.7	Obras de protección	84
3.8	Presupuesto	88
3.9	Análisis socio-económico	90
3.9.1	Valor presente neto	90
3.9.2	Tasa interna de retorno	93
3.10	Cronograma de ejecución	96
	CONCLUSIONES	97
	RECOMENDACIONES	99
	BIBLIOGRAFÍA	101
	APÉNDICE A	103
	APÉNDICE B	107
	ANEXOS	157

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA

1. Pozo de visita	29
-------------------	----

TABLAS

I. Valores permitidos de valor de caudal medio	22
II. Profundidad mínima de la cota Invert	33
III. Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro	33
IV. Resumen del presupuesto de alcantarillado sanitario para la aldea de Jones.	51
V. Cronograma de avance físico y financiero del proyecto de alcantarillado sanitario para la aldea de Jones.	57
VI. Categorías de carga por eje	66
VII. Espesor de pavimento según capacidad soporte de sub rasante	70
VIII. Pendiente transversal recomendada según el tipo de superficie	71
IX. Resumen del presupuesto del pavimento rígido de la carretera que conduce a la aldea de Santa Rosalía Mármol.	89
X. Cronograma de avance físico y financiero del proyecto de pavimento rígido de la aldea de Santa Rosalía Mármol.	96

LISTA DE SÍMBOLOS

AT	Área total
AASHTO	Asociación Oficial de Carreteras y Transp.
ACI	Instituto Americano del Concreto
b	Base
CP	Cota piezométrica
C.I.I.	Cota Invert inicial
C.I.F.	Cota Invert final
d	Peralte
<i>d</i>	Tirante de agua dentro del tubo
D	Diámetro del tubo
Fact. Hard.	Factor Harmond
<i>f</i>'c	Resistencia nominal del concreto
Fl.	Factor de flujo instantáneo
Fact. Inf.	Factor de infiltración
Fqm	Factor de caudal medio
h	Altura
Ha.	Hectáreas
Hab./Ha	Habitantes por hectárea
Hab./casa	Habitantes por casa
L/hab/día	Litros por habitante al día
l/ seg	Litros por segundo
m/seg	Metros por segundo
P	Presión
Po	Población inicial
Pf	Población futura
PO	Punto observado

PV	Pozo de visita
q	Caudal real a sección parcialmente llena
Q	Caudal a sección llena
Qdom.	Caudal domiciliar
q inf.	Caudal de infiltración
Q.C.I	Caudal por conexiones ilícitas
q.dis.	Caudal de distribución
Qm	Caudal medio
Qmd	Caudal medio diario
QT	Caudal total
R	Radio hidráulico
s	Pendiente
V	Velocidad de sección llena
v	Velocidad de diseño a sección parcialmente llena
V max	Velocidad máxima
Vs	Valor soporte del suelo
Km	Kilómetro (s)
m	Metro (s)
Kg	Kilogramos(s)
r.	Tasa de crecimiento de la población
%	Por ciento
v/V	Relación de velocidades
d/D	Relación de alturas
a/A	Relación de áreas
q/Q	Relación de caudales
conex.	Conexión
domic.	Domiciliar
INFOM	Instituto de Fomento Municipal

S%

Pendiente en porcentaje

P.V.C.

Material fabricado a base de Cloruro de Polivinilo

Est.

Estación

GLOSARIO

Alcantarillado sanitario	Sistema que se utiliza para conducir únicamente aguas negras o servidas.
Altimetría	Procedimiento utilizado para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos distintos de terreno o construcción.
Caudal	Cantidad de agua que brota de un manantial o cantidad de aguas negras producto del uso humano, por unidad de tiempo.
Caudal de infiltración	Cantidad de volumen de agua subterránea que se infiltra dentro del sistema de drenajes, debido al nivel de la capa freática.
Caudal de diseño	Elevación de tramo por tramo del sistema sanitario, aplicado en un período de diseño determinado, el cual está integrado por el caudal máximo de origen doméstico, el caudal de infiltración, conexiones ilícitas y aguas de origen comercial e industrial.
Sub-rasante	Es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad tal que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

Cota Invert	Cota o altura de la parte inferior interior al tubo ya instalado.
Base	Es la capa formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados o con trituración parcial para constituir una base integrante de un pavimento.
Dotación	Cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades y que se expresa en litros por habitante por día.
Pavimento rígido	Es un pavimento rígido, de concreto de cemento hidráulico, diseñado para resistir las cargas e intensidad de tránsito.
Agregado fino	Arena natural compuesto de partículas duras y durables que llene los requerimientos.
Factor de retorno	Factor que indica la relación que existe entre la cantidad de agua que consume al día y la dotación destinada para cada persona, puede variar este factor en función del clima de la región en estudio.
Fosa séptica	Unidad destinada para el tratamiento primario de las aguas residuales; consiste en una o dos cámaras, convenientemente, construidas para detener las aguas servidas, por un período de tiempo establecido.

Período de diseño	Tiempo durante el cual un sistema, dará un servicio satisfactorio a la población.
Pozo de absorción	Unidades para la filtración o absorción de agua; tienen la función de que el afluente líquido de las otras unidades sea absorbido por el suelo subterráneamente.
Pozo de visita	Una estructura que forma parte de un alcantarillado y tiene por objeto dar inspección, limpieza y ventilación al sistema.
Relaciones hidráulicas	Relación que existe entre cada uno de los parámetros de diseño a sección llena y los parámetros de diseño a sección parcialmente llena, las cuales deben cumplir con ciertas condiciones para que las tuberías no trabajen a sección llena.
Área tributaria	Superficie que drena hacia un punto determinado.
Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de aguas negras o aguas de lluvia, pluviales.

Confiabilidad	Seguridad de un componente o sistema para resistir amenazas.
Excretas	Residuos de alimento que, después de hecha la digestión, despiden el cuerpo por el ano.
Permeabilidad	Propiedad que tienen los suelos de dejar pasar el agua a través de sus poros.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene el diseño del sistema de drenaje sanitario y el pavimento rígido para las aldeas de Jones y Santa Rosalía Mármol, respectivamente, y se estructura con los siguientes capítulos:

En el capítulo uno se presenta un informe amplio sobre las características del área de estudio.

Dicha información permitió conocer las necesidades básicas del municipio con el objetivo de presentar posibles soluciones, así como también los aspectos socioeconómicos y culturales del lugar, lo cual permitió tomar la decisión de optar por desarrollar dos proyectos, los cuales benefician en forma significativa al municipio.

En los capítulos dos y tres se presenta el diseño del alcantarillado sanitario y la pavimentación para las aldeas antes mencionadas, conteniendo en cada caso la memoria de cálculo, así como también la metodología utilizada. Se presenta al final los cálculos y los planos.

OBJETIVOS

GENERAL:

- Diseño de drenaje sanitario para la aldea Jones y pavimento rígido para la aldea Santa Rosalía Mármol, Río Hondo, Zacapa.

ESPECÍFICOS:

1. Que no existan brotes de enfermedades gastrointestinales en la población causados por la mala recolección de aguas negras.
2. Que la carretera que conduce hacia Santa Rosalía Mármol sea totalmente transitable, sin importar la época del año.
3. Mejorar la calidad de vida de los pobladores beneficiados por los dos proyectos.

INTRODUCCIÓN

Es obvio que Guatemala necesita de varias obras civiles que puedan mejorar la calidad de vida de sus habitantes, la Municipalidad de Río Hondo, Zacapa, se caracteriza por ser una institución que siempre vela por el bienestar de sus pobladores.

Las comunidades rurales del municipio de Río Hondo, sufren, latentemente, por problemas, los cuales radican en la falta de alcantarillados sanitarios y caminos transitables, es por ello que la construcción de un alcantarillado sanitario es de vital importancia para la aldea de Jones, ya que la existencia de este, mejoraría las condiciones de salud de sus habitantes, igual que la pavimentación de la carretera que conduce a la aldea de Santa Rosalía Mármol, ya que facilitaría el traslado de las personas aledañas al lugar.

Por lo que este trabajo de graduación está orientado a plantear las posibles soluciones a los problemas, anteriormente descritos, desarrollando para el efecto, los siguientes proyectos:

**“DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA JONES Y
PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA MÁRMOL,
RÍO HONDO, ZACAPA”**

El trabajo está orientado, principalmente, a la solución de estas necesidades y está conformado por tres capítulos, siendo los siguientes:

1. Características sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos de municipio de Río Hondo, Zacapa
2. Consideraciones para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea de Jones, Río Hondo, Zacapa.
3. Diseño del pavimento rígido para la carretera que conduce a la aldea de Santa Rosalía Mármol

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE RÍO HONDO, ZACAPA

1.1 Antecedentes históricos

Se cree que fueron los Toltecas quienes a través del lago de Izabal siguieron el curso del Río Motagua, y se asentaron en la región que hoy forma los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula.

En el año 1737 ya se hablaba de la existencia del Valle de Río Hondo y Candelaria; consta en actas del año 1829 que estaba bajo la autoridad del Gobierno Supremo de Estado, cuyo corregimiento se encontraba en la cabecera de Chiquimula. En la Constitución Política del Estado de Guatemala, decretada por su Asamblea Constituyente el 11 de octubre 1825, se hace mención de Río Hondo como resultado de la división política del Estado de Guatemala, perteneciente al circuito de Zacapa. Se desconoce por ahora la fecha en que se fundó esta comunidad, pero se sabe que el primer nombre de su cabecera era **“Candelaria de Río Hondo”**.

El Arzobispo doctor Don Pedro Cortéz y Larraz, llevó a cabo la visita pastoral a su diócesis en 1768 a 1770 y mencionó al actual poblado como hacienda Río Hondo, lo que probablemente signifique que en esa época no había crecido demasiado su población, al grado de ser una comunidad; indicó que estaba a tres leguas de la cabecera del curato, y no hace mención del número de habitantes de esa época: **“El terreno es fértil para todo género de frutos y produce lo mismo para Chiquimula”**, declaró en su escrito.

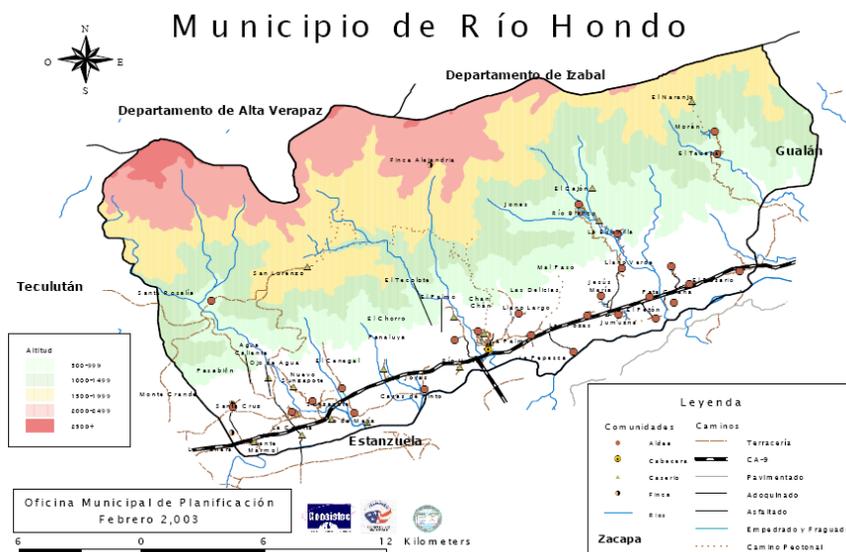
1.2 Características geográficas

1.2.1 Localización y extensión territorial

El Municipio de Río Hondo pertenece al Departamento de Zacapa, se localiza al nor-oriental del país, y está ubicado en el kilómetro 137 de la ruta al atlántico, identificada como CA-9; catalogada como cabecera de 3ra. categoría, posee una extensión territorial de 422 kilómetros cuadrados, su nombre geográfico oficial es: RÍO HONDO.

1.2.2 Ubicación geográfica y colindancias

Río Hondo, limita al norte con el municipio del Estor, (Izabal); y al este con Gualán y Zacapa, (Zacapa); al sur con Zacapa y Estanzuela, (Zacapa); al oeste con Teculután, (Zacapa).



Su altitud, latitud y longitud son:

- Altitud: 184.91 metros sobre el nivel del mar.
- Latitud Norte: latitud 15°02'36"
- Longitud Oeste: 89° 35' 06"

1.2.3 Vías de acceso

El Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas a través de la Dirección General de Obras Públicas, según publicado en enero de 1974; llevó a cabo la pavimentación del acceso de la cabecera municipal, así como del parque y su iglesia parroquial. En el interior cuenta con carreteras asfaltadas, de terracería, y caminos vecinales que comunican a sus aldeas entre sí.

Río Hondo por ser un punto de convergencia entre los departamentos de Izabal, Chiquimula, El Progreso y Zacapa está situado en el kilómetro 137 ruta al Atlántico, dista del casco departamental a 12 kilómetros, al municipio de Teculután 18; para el municipio de Estanzuela son 6; para Gualán, 34; al municipio de Huité 18; a Cabañas 28; a San Diego 47; para Usumatlán 27 y el municipio de la Unión que es el más distante 59 Kilómetros.

1.2.4 Clima e hidrografía

- **Clima**

La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) clasifica como regiones semiáridas aquellas con precipitación de 400 a 600 milímetros (mm) anuales como áridas las de 100 a 400 y desérticas las de precipitación media inferior de 100 mm. anuales.

En la zona semiárida que acá se describe, la precipitación promedio anual está entre 500 y 650 mm.; la humedad relativa entre el 60 y 72 % y la evapotranspiración potencial entre 600 a 800 mm anuales, mayor que la disposición promedio de precipitación, lo cual explica el déficit de agua. La temperatura promedio varía de los 22 a los 28 grados C. en los cerros, a una altitud de 500 a 600 MSNM, la precipitación llega a 800 mm anuales, según datos obtenidos del Insivumeh por la estación meteorológica No. 17 ubicada en las orillas del río Motagua en el departamento de Zacapa.

Su clima es cálido en el sector del valle y templado en la región montañosa. La temperatura oscila entre 20.5 y 33.99 grados; cuenta con dos estaciones definidas: lluviosa y seca, la estación lluviosa tiene una duración aproximada de seis meses, principia en la segunda quincena del mes de mayo y finaliza los primeros días del mes de noviembre, con una precipitación pluvial media de 622.8 milímetros. La estación húmeda es relativa y oscila en 68 %.

- **Hidrografía**

En los 4 municipios de Zacapa que tienen jurisdicción dentro de la sierra de las minas existen 10 cuencas hidrográficas e igual número de ríos permanentes y varios afluentes y corrientes efímeras. Los principales poblados urbanos y rurales del valle del río no podrían existir sin el agua de esos ríos, sin embargo cada día se hacen mayores esfuerzos para contar con el vital líquido en los hogares o bien para usos varios como la agricultura y la ganadería.

El problema con el agua en la región del valle del Motagua que drena de la sierra de las minas no es tanto la contaminación, sino la reducción de los caudales de las corrientes superficiales, ejemplos claros los vemos en el caso del Río Huijón en Usumatlan que ya no posee corrientes permanentes, el Río Jones pierde toda su corriente por la desviación del curso de sus agua para las tomas de riego, el río Santiago y Achiotés se trata del mismo caso que los anteriores.

Básicamente, los incendios forestales y la pérdida de los bosques por varias razones están provocando que las cuencas hidrográficas pierdan la capacidad de captación y drenaje del agua hacia las partes bajas. Lo mismo es probable que ocurra con las aguas subterráneas, donde lo lógico es suponer que los mantos freáticos contengan menor cantidad de agua o bien a profundidades mayores.

En síntesis, es el mismo hombre quien está provocando la reducción de los caudales en las corrientes permanentes a través de sus formas de usar los recursos naturales y sobre todo con la forma de utilizar el agua sin controles adecuados para sus distintas actividades.

1.3 Características económicas

Las principales actividades productivas del municipio son: la agricultura, ganadería, industria, comercio, y servicios; sobresaliendo la agricultura, que genera la mayor parte del producto bruto.

Los principales productos que se cultivan son: maíz, tabaco, frijol, tomate, tamarindo, melón, sandía, chile pimiento y otros.

Se destinan para la venta aquellos excedentes de producción que no pueden almacenarse durante mucho tiempo, por carecer de instalaciones adecuadas para la conservación de estos, y así también se evitan gastos por tratamientos con químicos especiales.

Existen diferentes procedimientos de cultivo, que van desde la utilización de instrumentos rudimentarios de trabajo y mano de obra familiar, hasta tecnología intermedia donde se emplea mano de obra semi-calificada, con instrumentos de trabajo un poco sofisticados.

También la industria, que es una de las actividades más importantes a nivel nacional, en Río Hondo se localizan varias empresas, destacando las siguientes: Licorera Nacional S.A., Altobaso, Coca-Cola, PAINSA, Tabacos Maya, Fertilaza, Aserraderos, Alcosa. El aporte de estas empresas al municipio es el empleo de una pequeña parte de la población económicamente activa, esto indica que Río Hondo cuenta con una industria de escaso desarrollo; este sector absorbe apenas un 25 % de la mano de obra existente.

1.4 Características socioculturales

1.4.1 Población

El municipio de Río Hondo posee una población de 18,570 habitantes, donde un 85.3 % de la población vive en el área rural, y un 14.7 % en el área urbana, donde prevalece la mujer tanto en el casco urbano como en el rural, su mayor población se encuentra en los jóvenes de 18 a 35 años.

La población total del municipio de Río Hondo es de 18,570 habitantes de los cuales 154 habitantes pertenecen al grupo étnico, en lo que respecta al área urbana cuenta con 2,377 habitantes y en el área rural 16,193 habitantes.

1.4.2 Educación

Según la Dirección Regional de Educación, el municipio de Río Hondo cuenta con un 96,10% de alfabetismo y un 3,9 % de analfabetismo.

INCORPORACIÓN AL SISTEMA EDUCATIVO. *(Por edad y población urbana y rural)*

POBLACIÓN ESCOLAR 2001

URBANA:

- Hombres 240
- Mujeres 219

RURAL:

- Hombres 1360
- Mujeres 1328

DESERCIÓN ESCOLAR 2001

URBANA: 8.93%

- Hombres 22
- Mujeres 19

RURAL: 8.19%

- Hombres 146
- Mujeres 112

REPITENCIA ESCOLAR 2001.

URBANA: 30.28%

- Hombres 71
- Mujeres 68

RURAL: 15.92%

- Hombres 249
- Mujeres 179

NIVELES DE ESCOLARIDAD.

Pre-primaria: 5 escuelas.

Ubicación:

- Río Hondo, (casco municipal)
- Aldea de Santa Cruz
- Aldea de Monte Grande
- Aldea de Jones
- Aldea El Rosario (colegio privado)
- Aldea Llano Verde (colegio privado, Liberty Collage)

Primaria: 34 escuelas.

Ubicación:

1. Río Hondo
2. El Naranjo
3. Panaluya
4. Casas de Pinto
5. El Rosario
6. El Tabacal
7. Morán
8. Pata Galana
9. Llano Verde
10. El Petón
11. Jesús María
12. Jumuzna
13. Las Pozas
14. Las Delicias

15. Mal Paso
16. La Espinilla
17. Jones
18. El Cajón de Jones
19. Llano Largo
20. La Pepesca
21. La Palma
22. Chán Chán
23. Tecolote
24. Casas de Pinto
25. Sunzapote
26. Nuevo Sunzapote
27. Ojo de Agua
28. Santa Cruz
29. Pasabién
30. Monte Grande
31. Santa Rosalía Mármol
32. San Lorenzo
33. La Arenera
34. Caserío El Puente

Nivel medio: 4 centros educativos.

Ubicación:

- Río Hondo (instituto nacional)
- Aldea Santa Cruz (instituto por cooperativa)
- Aldea Monte Grande (municipal)
- Aldea El Rosario (colegio privado Sión)
- Aldea Llano Verde (colegio privado, Liberty Collage)

Nivel superior:

Desde hace cinco años, Río Hondo cuenta con los servicios de estudios superiores de la Universidad Rural de Guatemala, ubicada en la cabecera municipal.

1.4.3 Servicios básicos existentes

El casco urbano del municipio cuenta con infraestructura básica:

- Calles pavimentadas y adoquinadas.
- Agua potable.
- Drenajes.
- Tren de aseo.
- Energía eléctrica, pública y domiciliar.
- Oficina de empadronamiento.
- Juzgado de Paz.
- Sanatorio médico familiar.
- Clínica dental.
- Farmacias privadas.
- Farmacia de la comunidad
- Farmacia estatal.
- Servicio de televisión por cable y nacional.
- Teléfonos monederos y tarjeteros.
- Correos.
- Centro de salud.
- Educación primaria.
- Educación básica.

- Campo de fut bol y básquet bol.
- Universidad Rural

En el área rural:

- Energía eléctrica domiciliar.
- Agua entubada domiciliar.
- Agua entubada pública.
- Educación primaria.
- Educación básica.
- Puestos de salud.
- Clínicas.
- Farmacias.
- Servicio de televisión.
- Un hospital “Semillas de Esperanza”.
- Campos de fut bol.
- Salones comunales.
- Carreteras de terracería

2. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

2.1. Descripción del proyecto

Este proyecto consiste en el diseño del alcantarillado sanitario para la aldea Jones, del municipio de Río Hondo, Zacapa. Dicha necesidad se identificó investigando la problemática que viven los pobladores a raíz de la falta de este elemental servicio. La red a diseñar presenta una longitud de 3,304.70 metros, para los cuales se diseñaron 46 pozos de visita, los cuales se construirán de acuerdo a las especificaciones del reglamento de construcción del municipio, tales como las alturas mínimas, cotas invert, etc. La tubería a utilizar será PVC norma 3034 y tendrá un diámetro de 6", 8" y 10". Las pendientes de la tubería se tomaron de acuerdo a las pendientes del terreno, evitando rebasar las velocidades y caudales permitidos.

2.2 Levantamiento topográfico

2.2.1 Altimetría

El desarrollo del presente estudio requirió de un levantamiento topográfico del perfil del terreno, para determinar las diferentes elevaciones y pendientes del mismo. Con los datos del levantamiento topográfico se calculan y trazan las curvas de nivel. El levantamiento que se realizó en éste caso fue de primer orden, por tratarse de un proyecto de drenajes, en el que la precisión de los

datos es muy importante. Se realizó una nivelación compuesta partiendo de una referencia (Banco de marca).

Para la nivelación se utilizó el siguiente equipo:

- Nivel óptico automático No. 10 Geo Fennel
- Un estadal
- Una cinta métrica de 100 metros
- Trompos de madera.

El levantamiento debe ser preciso, y la nivelación debe ser realizada sobre el eje de las calles. Se toman elevaciones en las siguientes circunstancias:

- En todos los cruces de las calles.
- En todos los puntos en haya cambio de dirección.
- En todos los puntos en que haya cambios de pendiente del terreno
- En todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.
- A distancias no mayores de 20 metros
- De las alturas máximas y mínimas del cuerpo receptor en el que se proyecta efectuar la descarga.

2.2.2 Planimetría

Sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y en general ubicar todos aquellos puntos de importancia. Para este levantamiento se utilizó el método de conservación de azimut, por tener la ventaja de que permite conocer el error de cierre.

Para este levantamiento se utilizó el siguiente equipo:

- Un teodolito digital sokkia LDT50
- Un estadal
- Una cinta métrica de 100 metros
- Dos plomadas
- Trompos de madera
- Clavos

El tipo de suelo que se tiene en la aldea de Jones, del municipio de Rio Hondo, Zacapa, según estudios de suelos realizados, es fragmentos de roca con arena limo arcilloso color rojizo.

2.3 Diseño del sistema

Para el diseño de sistemas de alcantarillado se deben conocer sus partes, las que a continuación se presentan, las cuales servirán de ayuda para realizar un trabajo de acuerdo a las necesidades y condiciones que se presenten.

2.3.1 Descripción del sistema a utilizar

Se tienen tres tipos de sistemas de alcantarillado, cuya elección dependerá de los estudios que se realicen y las condiciones que se presenten, tanto económicas, como físicas y funcionales.

- **Sistema de alcantarillado sanitario**

Es el que conduce las aguas que llevan los residuos provenientes de las casas; se pueden recolectar algunos desechos industriales, pero no está diseñado para las aguas provenientes de las lluvias. En el proyecto en estudio, es este tipo de alcantarillado el que se diseñará tomando en cuenta las necesidades y aspectos socioeconómicos de los beneficiarios, como la vías de acceso a la aldea, las posibilidades de mejoramiento de las vías de acceso, la necesidad primordial a sanar, como es el caso de la contaminación del ambiente, por la mala disposición de aguas negras.

- **Sistema de alcantarillado separativo**

Se diseñan dos redes independientes; una para que transporte las aguas negras y la otra las aguas provenientes de las lluvias; es importante que las casas y edificios cuenten con tuberías separadas, y así se recolecten las aguas de la forma como se espera que funcione éste sistema.

- **Sistema de alcantarillado combinado**

Se diseña para que transporte las aguas negras y las de lluvia.

La aldea de Jones, municipio de Río Hondo, Zacapa no cuenta con estos tipos de sistemas de alcantarillado, por lo que se tomó la decisión realizar un alcantarillado sanitario, del cual estarán excluidas las aguas de lluvia, provenientes de las calles y otras superficies.

2.3.2 Período de diseño

El período de diseño es de 30 años, se adoptó éste período de tiempo, tomando en cuenta los recursos económicos con los que cuentan en el municipio, la vida útil de los materiales, las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

Para seleccionar el período de diseño de una obra de ingeniería, deben considerarse factores como la vida útil de las estructuras y el equipo competente, tomando en cuenta el desgaste y el año, así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planificadas, y la relación anticipada del crecimiento de la población, incluyendo en lo posible el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacentes durante 30 años.

2.3.3 Población de diseño

El sistema de alcantarillado debe adecuarse a un funcionamiento eficiente durante un período determinado. En este caso, se adoptó un período de diseño de 30 años. Para encontrar la cantidad de habitantes que utilizarán el servicio en el período establecido, se utilizó el método de incremento geométrico.

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

donde:

Pf = Población buscada

Po = Población del último censo

r = Tasa de crecimiento

n = Período de diseño

Utilizando el método geométrico se evaluó el crecimiento de la población a servir, y se encontraron los porcentajes de las tasas de crecimiento a nivel departamental y municipal, que según el Instituto Nacional de Estadística (INE), es de 3.0 % anual.

Por medio de la ecuación de crecimiento geométrico se determinó la cantidad de población futura a servir.

2.3.4 Dotación

Como se trata de un área rural que cuenta con una buena fuente proveniente de la sierra Las Minas, la municipalidad de Río Hondo, Zacapa tiene establecida una dotación de 120 lts/hab/día, por lo que esta será la que se utilizará para el diseño de éste sistema.

2.3.5 Factor de Retorno

Se determina mediante la consideración de que, del 100% de agua potable que ingresa a un domicilio, entre el 20% y el 30% se utilizan en actividades en las cuales se consume, se evapora o se desvía a otros puntos, distinta al 70% u 80% restante, que después de ser utilizada por las personas es desfogada al sistema de alcantarillado. Por ello, a éste porcentaje que retorna se le denomina Factor de Retorno.

Se aplicará un factor de retorno del 80%.

2.3.6 Factor de Harmond

Es el valor estadístico, que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio. Está dado de la siguiente manera:

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

donde: P = Población futura acumulada en miles

2.3.7 Caudal sanitario

Está compuesto por la integración de los diferentes caudales del sistema. Estos caudales son los siguientes:

2.3.7.1 Caudal domiciliar

Es el agua que habiendo sido utilizada para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida a la red de alcantarillado. El agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable.

Una parte de esta no será llevada al alcantarillado, como la de los jardines y lavado de vehículos, de tal manera que el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor que varía entre 0.70 a 0.85, el cual queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No.Hab.} * \text{F.R.}}{86,400}$$

donde;

Dot	= Dotación (lts/hab/día)
No.Hab.	= Número de habitantes
Q _{dom.}	= Caudal domiciliar (lts/seg)
F.R.	= Factor de retorno

2.3.7.2 Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en la alcantarilla, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad y tipo de tubería y de la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas y la calidad de mano de obra utilizada y la supervisión técnica.

Puede calcularse de dos formas: en litros por hectárea o en litros diarios por kilómetro de tubería. Se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias aceptando un valor de 6.00 m por cada casa, la dotación de infiltración varía entre 12,000 y 18,000 litros/km/día.

$$Q_{\text{infil.}} = \frac{\text{Dot.} * (\text{mts.tubo} + \text{No.Casaas} * 6\text{metros}) * \frac{1}{1000}}{86,400}$$

donde:

$Q_{\text{infil.}}$ = Caudal de infiltración

Dot. = Dotación (lts/kilómetro/día)

No. Casas = Número de casas

En éste caso el caudal de infiltración se considera cero, ya que en el sistema de alcantarillado para la aldea de Jones, se utilizará tubería PVC Norma 3034.

2.3.7.3 Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Se estima un porcentaje de viviendas que pueden realizar conexiones ilícitas que varía de 0.5 a 2.5%.

$$QCI = \frac{(dot * No.dehab.)}{86,400}$$

2.3.7.4 Factor de caudal medio

Este factor se determina por medio de la suma de los caudales que contribuyen al sistema, dividida entre el tiempo total en un día, y se expresa en litros/habitante/segundo; estos caudales son:

- a. Caudal domiciliar
- b. Caudal comercial
- c. Caudal industrial

- d. Caudal de infiltración
- e. Caudal de conexiones ilícitas

Este factor debe estar entre los rangos de 0.002 a 0.005, según INFOM, si da un valor menor se tomará 0.002, y si fuera mayor se tomará 0.005, considerando siempre que este factor no esté demasiado distante de los rangos máximo y mínimo establecidos, ya que podría quedar sub-diseñado o sobre diseñado el sistema, según sea el caso.

$$FQM = \frac{Q_{medio}}{Nodehab.Futuro}$$

Al realizar el cálculo de cada uno de los caudales anteriormente descritos, se procede a obtener el valor del caudal medio, que está dado de la siguiente expresión:

$$Q_{med.} = Q_{dom.} + Q_{com} + Q_{ind.} + Q_{inf.} + Q_{con. \text{ ilic.}}$$

En el caso de la aldea de Jones, no se tomó en cuenta el caudal industrial, caudal comercial y el caudal de infiltración, ya que al sistema no se conectará industria y comercio alguno y la tubería a utilizar en su totalidad será PVC. El valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera:

$$FQM = \frac{Q_{med}}{86,400}$$

donde:

$Q_{med.}$ = Caudal medio

FQM = Factor de caudal medio

Para facilitar la obtención del factor de caudal medio, las instituciones que se dedican al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario han establecido valores de éste factor con base en la experiencia. Tales valores se presentan en la tabla I.

Tabla I. Valores permitidos de factor de caudal medio

FQM	INSTITUCIÓN
0.0046	INFOM
0.0030	Municipalidad de Guatemala
0.002 – 0.005	DGOP

2.3.7.5 Caudal de diseño

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde aquella fluya, primero se tendrán que integrar los valores que se describen en la fórmula siguiente:

$$Q_{dis} = No.Hab. * F.H. * FQM$$

donde:

No. Hab. = Número de habitantes futuros acumulados

FH = Factor de Hardmon

FQM = Factor de caudal medio

2.3.8 Selección del tipo de tubería

La tubería a utilizar en éste proyecto es seleccionada bajo las condiciones con se pretende construir el sistema de alcantarillado, para lo cual influyen distintos aspectos tales como: eficiencia, economía, durabilidad, facilidad de manejo y colocación.

En éste caso, la municipalidad de Río Hondo, Zacapa propuso utilizar tubería PVC Norma 3034, la cual presenta facilidad de instalación y optimización de tiempo.

2.3.9 Diseño de secciones

Se usarán en el diseño secciones circulares de PVC funcionando como canales abiertos.

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendientes se hará aplicando la fórmula de Manning, trasformada al sistema métrico para secciones circulares así.

$$V = \frac{1}{N} * R^{(1/2)}$$

$$V = \frac{1}{N} * \left(D * \frac{0.254}{4} \right)^{2/3} * (S)^{1/2} \text{ (Sistema métrico)}$$

donde:

V = Vel. del flujo a sección llena (m/s)

R = radio hidráulico igual a la sección del tubo entre el perímetro mojado

D = diámetro de la sección circular (metros)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

N = coeficiente de rugosidad de Manning 0.011 para tubos PVC

Q = Caudal

A = Área

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

La profundidad mínima de coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1.20 metros, más el diámetro del tubo.

2.3.9.1 Velocidades máximas y mínimas

La velocidad mínima, está condicionada por las materias orgánicas e inorgánicas que se sedimentan debido al efecto de estancamiento. Si la velocidad no es lo suficiente para arrastrarlas, se irán acumulando hasta taponar las tuberías.

Por otro lado las velocidades altas causan erosión en las tuberías, pues, los materiales abrasivos como la arena desgastan las partes interiores de las mismas a menos que se mantengan las velocidades.

La velocidad mínima admisible en tuberías de PVC es de 0.4 mts/seg. esto hace que los sólidos no se sedimenten y, por consecuencia, no se obstruya la tubería. Respecto a la velocidad máxima admisible en las tuberías de PVC por lo general se acepta la de 4 mts/seg. Según normas del INFOM.

$$V = \left(\frac{1}{N}\right) 0.3429 \left(D^{\frac{2}{3}}\right) * \left(\frac{S}{100}\right)^{\frac{1}{2}}$$

2.3.9.2 Diámetros mínimos

El diámetro de tubería que ha de usarse para el diseño de alcantarillados sanitarios, utilizando tubería de PVC norma ASTM 3034-00, será el diámetro mínimo, que es de 6 pulgadas según norma 2.10.2 del INFOM y se irán incrementando de acuerdo al aumento de recaudación de aguas servidas del sistema, si fuese necesario. Se utilizan estos diámetros debido a requerimientos de limpieza, flujo y para evitar obstrucciones.

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

2.3.10 Cotas Invert

Es la distancia entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, tomando en cuenta que la cota Invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería, la cual para tubería de PVC es de un metro de profundidad.

Se debe tomar en cuenta para el cálculo de cotas Invert, que la cota Invert de salida de un pozo se coloca:

1. Cuando llega una tubería y sale otra del mismo diámetro; la cota Invert de salida es por lo menos tres centímetros debajo de la cota Invert de entrada.
2. Cuando a un pozo entra una tubería y sale otra de diferente diámetro; la cota Invert de salida, debe estar como mínimo, la diferencia de diámetros por debajo de la cota Invert de entrada.
3. Cuando a un pozo entran más de una tubería y sale una tubería y todas tienen el mismo diámetro; la cota Invert de salida debe de estar a tres centímetros por debajo de la cota Invert de entrada más baja.
4. Cuando a un pozo llegan dos o más tuberías y sale una, y son de distinto diámetro; la cota Invert de salida puede ser:
 - 4.1 Mínimo tres centímetros con respecto a la tubería que son del mismo diámetro.

- 4.2 La diferencia de los diámetros, para las tuberías de diferente diámetro.
5. Cuando a un pozo llega más de una tubería y salen también más de una tubería; la cota Invert de salida puede ser:
- 4.1 Sólo una tubería que sale es de seguimiento o de continuidad del flujo, las demás son ramales iniciales.
- 4.2 La cota Invert de salida de las tuberías iniciales debe ser como mínimo H_{min} ; que depende del tránsito que va a pasar sobre el proyecto y del diámetro de la tubería.
- 4.3 La cota Invert de salida del ramal de seguimiento se calculará según las especificaciones anteriores.

Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

h_{min} = Altura mínima, que depende del tráfico que circule por las calles

CI = Cota Invert inicial

CT_i = Cota del terreno inicial

CT_f = Cota del terreno final

CIS = Cota Invert de la tubería de salida

CIE = Cota Invert de la tubería de entrada

D = Distancia horizontal

S% = Pendiente del terreno o tubería

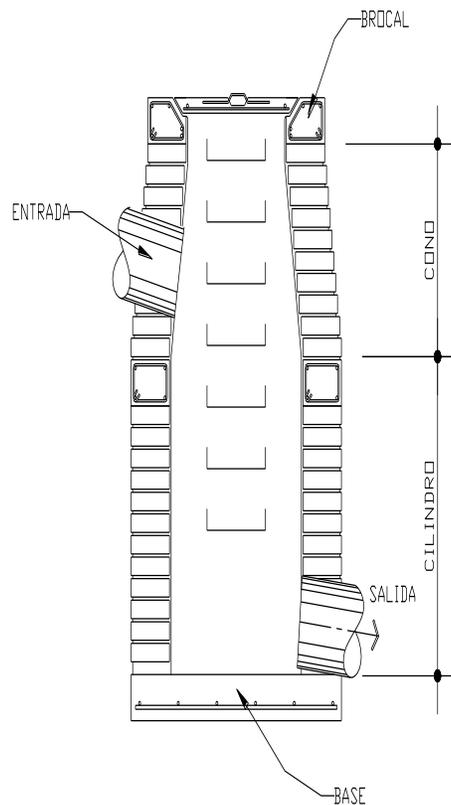
E_t = Espesor de la tubería

2.3.11 Pozos de visita

Forman parte del sistema de alcantarillado y proporcionan acceso a éste, con el fin de realizar trabajos de inspección y limpieza. Están contruidos de concreto o mampostería. La forma en la cual se construyen está establecida por algunas instituciones que tienen a su cargo las construcciones de sistemas de alcantarillas. Un pozo de visita está constituido por las siguientes partes:

El ingreso es circular, tiene un diámetro entre 0.60 a 0.75 metros; la tapadera descansa sobre un brocal, ambos contruidos de concreto reforzado; el cono tiene una altura de 0.90 metros, el cual termina en la parte cilíndrica del pozo con un diámetro de 1.20 metros. La altura del cilindro dependerá de la profundidad en la que se encuentre la alcantarilla. Las paredes del pozo están impermeabilizadas por repello y por un cernido liso. El fondo está conformado de concreto, dejándole la pendiente necesaria para que corra el agua. La dirección en la cual se dirigirá estará determinada por medio de canales que son contruidos por tubería cortada transversalmente. Para realizar la inspección o limpieza de pozos profundos se deben dejar escalones, los cuales serán de hierro y estarán empotrados a las paredes del pozo. Es necesario aclarar que hay pozos de visita concéntricos que se construirán en alturas menores y pozos excéntricos en alturas mayores.

Figura 1. Partes de un pozo de visita



Especificaciones de colocación

Se colocarán pozos de visita en los siguientes puntos:

- En el inicio de cualquier ramal.
- En intersecciones de dos o más tuberías.
- Donde exista cambio de diámetro.
- En distancias no mayores de 100 m. para tubería ϕ 24" máx. y $> \phi$ 24" 300 m.
- En las curvas no más de 30 m.
- Cambio de pendiente.

Especificaciones físicas

Al diseñar el sistema de alcantarillado sanitario se deben considerar aspectos referentes a las cotas Invert de entrada y salida de las tuberías en los pozos de visita, así como una serie de especificaciones que deben tomarse en consideración para que el sistema funcione adecuadamente.

2.3.12 Conexiones domiciliarias

Tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado central.

Consta de las siguientes partes:

- Caja de registro (candela domiciliar o acometida domiciliar)
- Tubería secundaria

a. Caja o candela

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 centímetros. Si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas. Debe estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

b. Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro de 4 pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima del 2%, a efecto de evacuar adecuadamente el agua. La conexión con la alcantarilla central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo de 45 grados aguas abajo.

Al realizar el diseño del alcantarillado deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas con relación a la alcantarilla central, a fin de no profundizar demasiado la conexión domiciliar, aunque en algunos casos esto resulta imposible por la topografía del terreno, debiendo considerar otras formas de realizar dicha conexión.

La utilización de sistemas que permitan un mejor funcionamiento del alcantarillado se empleará en situaciones en las cuales el diseñador lo considere conveniente, derivado de las características del sistema que se diseñe y de las condiciones físicas donde se construirá. Algunos de estos sistemas son: tubería de ventilación, tanques de lavado, sifones invertidos, disipadores de energía, pozos de luz, derivadores de caudal, etc.

2.3.13 Profundidad de tubería

La colocación de la tubería debe hacerse a una profundidad en la cual no sea afectada por las inclemencias del tiempo y principalmente por las cargas transmitidas por el tráfico y evitar con esto rupturas en los tubos.

La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la tubería, en cualquier punto de su extensión, será determinada de la siguiente manera:

Para tráfico normal (menor a 200 quintales) = 1.00 metros

Para tráfico pesado (mayor a 200 quintales) = 1.20 metros

La cota Invert mínima se calcula sumando la profundidad por tráfico + espesor del tubo + diámetro del tubo

$$\text{Invert mínima} = h \text{ tráfico} + t + D$$

donde.

t = espesor del tubo

D = diámetro del tubo

Normas y recomendaciones

En las tablas II y III se presentan los valores de profundidad de tubería y ancho de la zanja, la que depende del diámetro de tubería y de la profundidad.

Tabla II. Profundidad mínima de la cota Invert (m)

Diámetro	4"	6"	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"
Tráfico Normal	1.11	1.17	1.22	1.28	1.38	1.41	1.50	1.58	1.66	1.84	1.99	2.14
Tráfico Pesado	1.31	1.37	1.42	1.48	1.58	1.51	1.70	1.78	1.86	2.04	2.19	2.34

Tabla III. Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro

Prof. De Zanja (cm.)	De 0.00 a 1.30	De 1.31 a 1.85	De 1.86 a 2.35	De 2.36 a 2.85	De 2.86 a 3.35	De 3.36 a 3.85	De 3.86 a 4.35	De 4.38 a 4.85	De 4.86 a 5.35	De 5.36 a 5.85	De 5.86 a 6.35
6"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
8"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
10"		70	70	70	70	70	75	75	75	80	80
12"		75	75	75	75	75	75	75	75	80	80
15"		90	90	90	90	90	110	90	90	90	90
18"		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
21"		110	110	110	110	110	135	110	110	110	110
24"		135	135	135	135	135	155	135	135	135	135
30"		155	155	155	155	155	175	155	155	155	155
36"			175	175	175	175	180	175	175	175	175
42"				190	190	190	210	180	180	190	190
48"				210	210	210	245	210	210	210	210
60"				245	245	245	280	245	245	245	245

2.3.14 Principios hidráulicos:

Las alcantarillas basan su funcionamiento en transportar el agua de desecho en conductos libres, que están en contacto del aire, a los cuales se les conoce como canales. El flujo queda determinado por la pendiente del canal y la superficie del material del cual está construido.

La sección del canal puede ser abierta o cerrada. En el caso de los sistemas de alcantarillado se emplean canales cerrados circulares, en donde la superficie del agua está sometida a la presión atmosférica y, eventualmente, a presiones producidas por los gases que se forman en el canal.

2.3.14.1 Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área y caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcial. De los resultados obtenidos se construyeron el gráfico y tablas, utilizando para esto la fórmula de Manning.

Se deberán determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena por medio de las ecuaciones ya establecidas. Se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q) y el caudal de diseño entre caudal de sección llena. El resultado obtenido se busca en la gráfica en el eje de las abscisas. Desde allí se levanta una vertical hasta la curva de relaciones de caudales. El valor de la relación (d/D) se obtiene en la intersección de la curva con la vertical, leyendo

sobre el eje de las ordenadas. La profundidad del flujo (tirante) se obtiene multiplicando el valor por el diámetro de la tubería.

Para el valor de la relación (v/V) , velocidad parcial entre velocidad a sección llena, se ubica el punto de intersección entre la vertical y la curva de relación de caudales que se estableció anteriormente; se traza una horizontal hasta llegar a intersectar la gráfica de velocidades; en este nuevo punto se traza una vertical hacia el eje de las abcisas y se toma la lectura de la relación de velocidades, la cual se multiplica por la velocidad a sección llena y se obtiene la velocidad a sección parcial. De igual manera se calculan las otras características de la sección.

La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación (q/Q) . El valor se busca en las tablas. Si no está el valor exacto, se busca uno que sea aproximado. En la tabla II se muestran las relaciones hidráulicas para una alcantarilla de sección circular.

Se deben considerar las siguientes especificaciones hidráulicas:

- $q_{\text{diseño}} < Q_{\text{lleno}}$
- La velocidad debe estar comprendida entre:
 $0.4 \leq v \leq 5$ (m/seg)
 $0.40 \leq v$ Para que exista fuerzas de atracción y arrastre de los sólidos.
 $v \leq 5$ Para evitar deterioro de la tubería debido a la fricción producida por velocidad y la superficie de la tubería.

- El tirante hidráulico debe estar entre:

$$0.10 \leq d/D \leq 0.75$$

d/D = relación de tirantes.

Con los anteriores parámetros se evita que la tubería trabaje a presión.

2.3.15 Cálculo hidráulico

Para el diseño de sistemas de alcantarillado se debe considerar un aspecto importante, como lo es la pendiente del terreno, ya que de esta depende la pendiente que adoptará la tubería; así mismo, las cotas invert de entrada y salida, lo cual es básicamente lo que determina la profundidad de la localización de la tubería y la profundidad de los pozos de visita. Los detalles se presentan en el diseño mostrado en la hoja de cálculo que se presenta en los anexos y se ejemplifican en el diseño de un tramo a continuación.

2.3.15.1 Especificaciones técnicas

- **Construcción de bodega de materiales**

Se construirá de lámina de zinc, parales de madera de un área de 10mx6mx2m, con el objetivo de almacenar la tubería de PVC y los demás materiales a utilizar.

- **Rectificación del sistema**

Contando con la planificación se deberá hacer un recorrido del sistema midiendo con cinta métrica la ubicación de los pozos de visita y conexiones domiciliarias, de igual forma se ubicará la fosa séptica.

- **Corte del material**

La excavación de la zanja deberá realizarse de tal forma que la tubería pueda instalarse cómodamente; esta deberá cumplir con la pendiente que marca la planificación, el constructor deberá correr niveles los cuales le indicarán la cota Invert del terreno. El material cortado se trasladará a una orilla de la zanja tratando de dejar un espacio para uso peatonal o vehicular si el espacio lo permitiera. La distancia de corte se deberá hacer de pozo a pozo de visita cumpliendo con las alturas marcadas en planificación.

- **Encamado**

La zanja debe tener un encamado uniforme el cual soportará la tubería de PVC, libre de piedras de gran tamaño. Para el encamado puede utilizarse piedra quebrada, balasto fino o material del sitio. Esta capa debe tener un espesor de 10 a 15 cm.

- **Relleno a los lados del tubo**

Debe utilizarse piedra quebrada, balasto fino o material del sitio bien compactado, dependiendo de las condiciones del sitio, éste relleno debe cubrir 15 cm. Sobre la corona del tubo (parte superior).

- **Relleno final**

El relleno final deberá hacerse con material del sitio dejando la rasante al nivel original, tomando en cuenta que el tráfico en éste sector es liviano deberá compactarse en lugares donde la pendiente sea muy pronunciada.

- **Tubería de PVC**

La tubería a utilizar será de material PVC norma 3034 la cual debe cumplir con características herméticas, resistente a sustancias químicas y resistencia a la abrasión. Esta no deberá estar dañada para evitar fugas las cuales contaminen los mantos acuíferos, no deberán contener restos de raíces en el interior.

- **Instalación de tubería de PVC**

Luego de tener el encamado en perfectas condiciones se procederá a colocar la tubería a un extremo de la zanja, para luego bajarla al fondo de la zanja donde se encuentra el encamado, se bajará con lazos de Manila con la ayuda de 4 personas, las cuales agarrarán la manila de 4 extremos. Por el

sistema de la tubería de junta rápida sólo es necesario colocar el empaque en un extremo ya que en el otro cuenta con campana; la unión entre tubos se hará presionando el extremo del tubo que tiene campana en el tubo que tiene empaque hasta 20 cm de traslape. La tubería se instalará en tramos delimitados por pozo de visita, esta deberá quedar perfectamente unida sin fisuras o fugas. Luego de estar perfectamente instaladas.

- **Recomendaciones especiales**

El inicio de la tubería deberá estar tapado para evitar ingreso de raíces o material que dañe la tubería o cause taponamiento. Al culminar un día de labores se deberá tener cuidado de dejar tapados los extremos de la línea de tubería. Antes de sellar con material un tramo de tubería instalada deberán realizarse cualquiera de las siguientes pruebas:

- **Prueba del reflejo**

Consiste en colocar una linterna en el pozo de visita y revisar el reflejo de la misma en el siguiente pozo de visita, si no es percibido claramente existe un taponamiento parcial, y si no se percibe existe un taponamiento total. Si éste fuera el caso deberá verterse agua a presión en el pozo de visita inicial, para luego hacer de nuevo la prueba.

- **Prueba de corrimiento de flujo**

Se vierte una cantidad determinada de agua en un pozo de visita y se verifica el corrimiento de agua en el siguiente pozo y que la corriente sea normal. Si existe algún taponamiento que impida el flujo del agua se deberá introducir una guía la cual lo ubique, para luego despegar la tubería en el sector indicado y corregir el taponamiento.

- **Pozos de visita**

Los pozos de visita se construirán con el propósito de verificar el funcionamiento del sistema a distancias no mayores de 100 m. ó en cambios bruscos de dirección de la tubería, se utiliza para darle mantenimiento al sistema fungiendo como cajas de registro. Se construirán de la siguiente manera:

EL PISO. Este será de 1.20m. x 1.20 m. de concreto armado con refuerzo de varilla No. 3 a cada 10 cm. En ambos lados, su espesor será de 15 cm. Se utilizará una proporción de material de 3 partes de arena de río lavada por 1 parte de cemento y 2 partes de piedrín triturado de 1/2”.

LEVANTADO. Este se hará de ladrillo tayuyo unido con mezcla de cemento y arena (3 partes de arena de río lavada por 1 parte de cemento). Su forma será de un cono truncado con diámetro de base de 1.20 m, diámetro superior de 0.84 m. altura variable. Los ladrillos deberán colocarse de forma perpendicular al cono dando su forma truncada colocando un eje central con las medidas de la base y la altura, éste eje se construirá de varilla No. 2. Al terminar el levantado se dejarán 20 cm. De diferencia entre la rasante y el levantado; esta diferencia será la altura del brocal que soportará la tapadera de concreto

armado; en la parte interna del pozo se colocarán escalones contruidos con varilla No.4.

- **Tapadera de concreto armado**

Esta se construirá de concreto armado, con una mezcla de tres partes de arena por 2 de pedrín y una parte de cemento. EL BROCAL medirá 1.10 m de diámetro por 20 cm. de alto y 12 cm. de espesor, en el espesor llevará un batiente de 2"x2" en todo el perímetro el cual soportará la tapadera. La tapadera se construirá de concreto armado con la mezcla mencionada anteriormente y refuerzo de varilla No. 2 a cada 10 cm. En ambos sentidos esta medirá 45 cm. de diámetro y tendrá un gancho al centro que será para levantarla.

- **Impermeabilización interna**

La parte interna del pozo se impermeabilizará con repello, el cual se hará con una parte de cemento por cuatro de arena de río cernida, luego una mezcla de una parte de cemento gris por dos partes de arena de río cernida, su forma será alisada.

- **Escalones de acero**

Estos se construirán con el propósito de acceder al pozo cómodamente y evitar accidentes, se han de varilla corrugada No. 6 pintada con pintura anticorrosiva de color rojo, medirán 30 cm. de ancho por 34 cm. de largo. Se

empotrarán al muro de ladrillo conforme se levante el pozo, deberán tener 30 cm. introducidos en el muro para soportar cargas máximas de 200 lbs.

2.3.15.2 Ejemplo de diseño de un tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV 1 y PV 2 del ramal I; los datos son los siguientes:

Parámetros de diseño

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de diseño	30 años
Población actual	570 habitantes
Población futura	1,383 habitantes
Tasa de crecimiento	3 %
Habitantes por vivienda	6 habitantes
Dotación	120 L/hab/día
Factor de retorno	0.80

- **Cálculo de tramo PV-1 a PV-2**

Cota de terreno inicial (CTi)=	103.57
Cota de terreno final (CTf)=	103.50
Distancia entre pozos (DH)=	63.00 mts
Población actual en el tramo=	36 hab.
Población futura en el tramo=	79 hab.

- **Pendiente del terreno (S%)**

Fórmula:

$$S\%_{\text{terreno}} = \left(\frac{CT_i - CT_f}{DH} \right) * 100$$

$$S\%_{\text{terreno}} = \left(\frac{103.57 - 103.50}{63.00} \right) * 100 = 0.50\%$$

- **Factor de flujo instantáneo (FH)**

Fórmula:

$$FH = \left(\frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} \right)$$

$$FH_{\text{actual}} = \left(\frac{18 + \sqrt{36/1000}}{4 + \sqrt{36/1000}} \right) = 4.35$$

$$FH_{\text{futuro}} = \left(\frac{18 + \sqrt{79/1000}}{4 + \sqrt{79/1000}} \right) = 4.30$$

- **Caudal de diseño (Q diseño)**

Fórmula:

$$Q \text{ diseño actual} = P_{\text{actual}} * FH_{\text{actual}} * f_{qm}$$

$$Q \text{ diseño actual} = 36 * 4.35 * 0.002 = 0.104 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ diseño futuro} = P_{\text{futuro}} * FH_{\text{futuro}} * f_{qm}$$

$$Q \text{ diseño futuro} = 79 * 4.30 * 0.002 = 0.224 \text{ l/s}$$

- **Diseño hidráulico**

Diámetro= 6 pulgadas

S%= 0.50%

Utilizando la fórmula de Manning. Se encuentra la velocidad a sección llena.

$$V = \frac{1}{N} * \left(\frac{D * 0.0254}{4} \right)^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Q = \frac{\pi}{4} * (D * 0.0254)^2 * V * 1000$$

donde:

V= Velocidad del flujo a sección llena (m/s)

Q= Caudal del flujo a sección llena (l/s)

D= Diámetro de la sección circular (pulgadas)

S= pendiente de tubería (%)

N= coeficiente de rugosidad de Manning

$$V = \frac{1}{0.010} * \left(\frac{6 * 0.0254}{4} \right)^{2/3} * 0.50^{1/2} = 2.93 \text{ m/s}$$

$$Q = \frac{\pi}{4} * (6 * 0.0254)^2 * 2.93 * 1000 = 53.46 \text{ l/s}$$

- **Relaciones hidráulicas**

$$\frac{q_{\text{actual}}}{Q} = \frac{0.104}{53.46} = 0.00520781$$

Los siguientes valores los obtenemos de las tablas de relaciones hidráulicas para sección circular. Ver apéndice

$$\frac{v}{V} = 0.264$$

$$\frac{d}{D} = 0.341$$

$$\frac{q_{\text{futuro}}}{Q} = \frac{0.224}{53.46} = 0.01241362$$

$$\frac{v}{V} = 0.348$$

$$\frac{d}{D} = 0.450$$

Velocidad de diseño

$$\text{Velocidad de diseño} = \frac{V}{V} * V \text{ seccion llena}$$

$$\text{Velocidad actual} = 0.264 * 2.93 = 0.77 \text{ m/s}$$

$$\text{Velocidad futura} = 0.648 * 2.93 = 1.89 \text{ m/s}$$

Las dos velocidades cumplen con las velocidades admisibles para el INFOM que oscilan entre 0.60 m/s. y 2.50 m/s.

- **Cálculo de las cotas Invert**

Fórmulas:

$$\text{CIS1} = \text{cota de terreno} - \text{prof. de pozo}$$

$$\text{CIE2} = \text{CIS1} - \frac{S\%}{100} * \text{dist. Horizontal}$$

$$\text{CIS2} = \text{CIE2} - 0.03$$

$$\text{CIS1} = 263.59 - 1.20 = 103.57 \text{ m}$$

$$\text{CIE2} = 262.39 - \frac{4.30}{100} * 62 = 103.53 \text{ m}$$

$$\text{CIS2} = 103.53 - 0.03 = 103.50 \text{ m}$$

2.4 Estudio de impacto ambiental

La Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, dictada en 1994, establece exigencias ambientales para los proyectos de inversión y determina cuáles de ellos deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Esta decisión es responsabilidad final de la Comisión Regional o Nacional del Medio Ambiente, según corresponda, así como también la administración del sistema y la coordinación de los organismos del Estado involucrados para los efectos de obtener los permisos o pronunciamientos requeridos.

2.4.1 Estudio inicial de ambiente

En el estudio que se realizó a través del formulario proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Consejo Nacional de Áreas Protegidas se encontró que el proyecto del diseño de drenaje sanitario para la aldea de Jones, Río Hondo, Zacapa, proyecto de una sola fase, tiene las siguientes características:

- Utilizará para su construcción cal, cemento, arena y pedrín.
- Equipo que se utilizará será una retroexcavadora,
- El número de trabajadores son: 3 albañiles y 5 peones.
- El proyecto tendrá una duración de 7 meses, con 3,304.70 metros lineales que se encuentran en áreas no protegidas.
- El proyecto se caracteriza por ser nuevo. No tiene algún tipo de riesgo.

- Durante la fase de excavación se tendrá polvo pues se removerá tierra, para este movimiento se utilizarán vehículos pequeños para retirar el material sobrante. Para evitar las molestias por la generación de polvo se humedecerá la calle para disminuir éste efecto.
- Los ruidos producidos por los trabajos son los normales y no son fuertes ni estridentes.
- La fuente de abastecimiento será el servicio municipal de agua, la construcción de un pozo mecánico o artesanal, río o nacimiento de agua. Será utilizado 1 metro cúbico/día, para preparación de concreto y para la limpieza de las áreas.
- Actualmente las calles son utilizadas para el tráfico vehicular dentro de la población, y el uso final después del proyecto será el mismo sólo que con su respectiva red de distribución de aguas residuales.
- No se produce cambio de uso del suelo, la actividad a realizar es similar a la existente, pues el uso sigue siendo el mismo que se tenía anteriormente, con la diferencia que su presentación es mejor.
- Habrá movimiento de tierra, corte y relleno sin movilización fuera del área de la actividad, 1125 m. cúbicos en el momento del zanjeo, esto no hará ningún tipo de cambio en la forma o topografía de los suelos ya que se respetara los alineamiento actuales de las calles.
- No hay volumen de basura en la construcción ni en la operación.
- El tipo de combustible a utilizar es diesel, 12 galones de diesel máximos por día para la retroexcavadora, no se almacenará el combustible.
- No se tendrá efectos sobre la flora, fauna y bosque.
- La actividad no afectará a ningún recurso cultural, natural o arqueológico por su ubicación, que es la actual.
- El problema social identificado que pueda generarse por la realización del proyecto es el cerrar las calles para efectuar el trabajo.

- La jornada será diurna y la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio de proyecto.

2.4.1.1 Medidas de mitigación en construcción

Un tipo de impacto ambiental generado por la construcción del sistema de tratamiento de aguas negras, es: la generación de polvo, aumento de la congestión vehicular, ruidos, etc., es inevitable. En general, el análisis de las alternativas deberá considerar las medidas de mitigación que minimicen la alteración de las condiciones medioambientales en la zona de ubicación de la obra y sectores aledaños.

2.4.1.2 Medidas de mitigación en operación

Los potenciales impactos que pudieran afectar el área de influencia directa del proyecto, son los siguientes:

- Calidad de las aguas
- Calidad del aire
- Aerosoles
- Moscas y vectores
- Olores
- Ruidos
- Aspectos sociales
- Generación de subproductos y residuos
- Usos
- Cuerpo receptor

- Creación de problemas sanitarios
- Aspectos sociales

Se debe descartar que los potenciales impactos arriba detallados generan consecuencias en la población circundante en la medida que la planta no sea bien operada.

2.5 Presupuesto

Tabla IV. Resumen del presupuesto de alcantarillado sanitario para la aldea de Jones, Río Hondo, Zacapa

MUNICIPALIDAD DE RÍO HONDO, ZACAPA	
PROYECTO:	DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA JONES DEPARTAMENTO DE ZACAPA.
UBICACIÓN:	MUNICIPIO DE RÍO HONDO, ZACAPA
EPESISTA:	CARLOS EDUARDO IPIÑA CASASOLA

CUADRO DE RESUMEN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Preliminares	3300	m	Q 94.51	Q 311,883.00
Línea de drenaje de 6"	1,473.00	m	Q 105.46	Q 155,342.58
Línea de drenaje de 8"	1,751.70	m	Q 157.66	Q 276,173.02
Línea de drenaje de 10"	80.00	m	Q 212.35	Q 16,988.00
Conexiones domiciliarias de 6"	80	Unidades	Q 811.72	Q 64,937.60
Conexiones domiciliarias de 8"	39	Unidades	Q 915.22	Q 27,710.94
Conexiones domiciliarias de 10"	4	Unidades	Q 1,000.32	Q 4,001.28
Pozos de visita	46	Unidades	Q 6,470.73	Q 297,653.58
			TOTAL	Q 1,154,690.00

MUNICIPALIDAD DE RÍO HONDO, ZACAPA

PROYECTO: DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA JONES
DEPARTAMENTO DE ZACAPA.
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE RÍO HONDO, ZACAPA
EPESISTA: CARLOS EDUARDO IPIÑA CASASOLA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Trazo + estaqueo	3350.00	m	Q 1.25	Q 4,187.50
Relleno compactado	522.56	m ²	Q 95.00	Q 49,643.20
Tubería PVC 4"	121.00	Unidades	Q 171.79	Q 20,786.59
Tubería PVC 6"	1473.00	m	Q 66.97	Q 98,646.81
Tubería PVC 8"	1751.70	m	Q 110.13	Q 192,914.72
Tubería PVC 10	80.00	m	Q 154.90	Q 12,392.00
Yee de 6"x4"	80	Unidades	Q 116.00	Q 9,280.00
Yee de 8"x4"	39	Unidades	Q 206.00	Q 8,034.00
Yee de 10"x4"	4	Unidades	Q 280.00	Q 1,120.00
Candela domiciliar	123	Unidades	Q 330.00	Q 40,590.00
Cemento	615	Sacos	Q 54.00	Q 33,210.00
Arena	88.9	m ³	Q 130.00	Q 11,557.00
Piedrín	94.5	m ³	Q 175.00	Q 16,537.50
Cal	76.5	Sacos	Q 21.50	Q 1,644.75
Arena amarilla	165.75	m ³	Q 90.00	Q 14,917.50
Tabla 2 x 12 x 12"	48.00	Unidad	Q 84.00	Q 4,032.00
Parales 3 x 4 x 12	46.00	Unidad	Q 38.30	Q 1,761.80
Ladrillo tayuyo 0.065x0.11x0.23	33269	Unidades	Q 3.50	Q 116,441.50
Alambre de amarre	338	Lb	Q 6.25	Q 2,112.50
Pegamento Tangit	10	Galón	Q 520.00	Q 5,200.00

TOTAL Q 645,009.37

Mano de obra	Q	385,596.51
Maquinaria y equipo	Q	21,266.74
Total costo directo	Q	1,048,917.62
Total costo indirecto	Q	105,772.38

GRAN TOTAL Q1,154,690.00

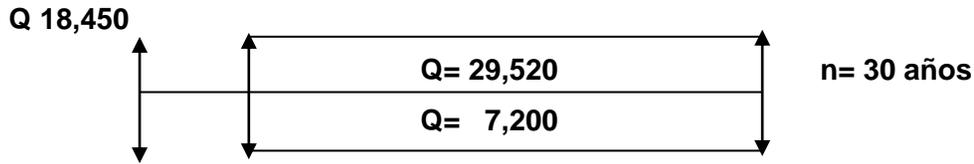
2.6 Análisis económico

2.6.1 Valor presente neto:

La municipalidad de Río Hondo, Zacapa pretende invertir Q1, 154,690.00 en la ejecución del proyecto del drenaje sanitario para la aldea de Jones. Se pretende tener un costo mensual por mantenimiento del sistema de Q 600.00. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida corresponde a un pago único de Q 150.00 por vivienda; también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q 20. Suponiendo una tasa del 15% al final de los 30 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del Valor Presente Neto.

	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q1, 154,690.00
Ingreso inicial	(Q 150/viv)(123 viv)	Q18,450
Costos anuales	(Q 600/mes)(12 meses)	Q7,200
Ingresos anuales	(Q20/viv)(123viv)(12 meses)	Q29,520
Vida útil en años		30 años

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 15%.



Q 1, 154,690.00

Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos, entonces se tiene que:

$$VPN = -1, 154,690.00 + 18,450 - 7,200 (1+0.15)^{30} + 29,520 (1+0.15)^{30}$$

$$\mathbf{VPN = 341,556.75}$$

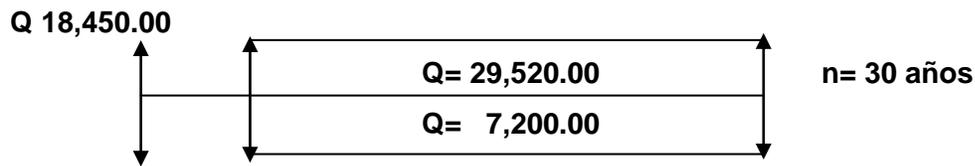
Como el valor presente neto calculado es mayor que cero, lo más recomendable sería aceptar el proyecto, pero se debe tener en cuenta que éste es solo el análisis matemático y que también existen otros factores que pueden influir en la decisión como el riesgo inherente al proyecto, el entorno social, político o la misma naturaleza que circunda el proyecto; es por ello que la decisión debe tomarse con mucho tacto.

2.6.2 Tasa interna de retorno (TIR)

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía construir el sistema de drenaje para la aldea de Jones, con un costo inicial aproximado de Q1,154,690.00. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q 7, 200 al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q 29, 520 por la cuota de amortización; también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar, éste será de Q 18,450 por el total de 123 viviendas existentes, con lo cual se

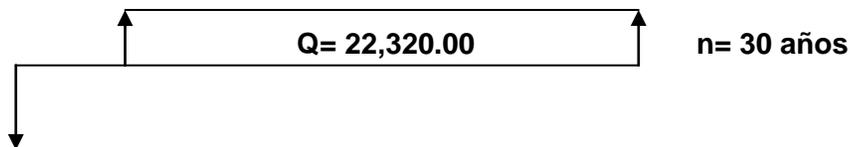
pretende cubrir los gastos en el período de 30 años, que corresponde a la vida útil del sistema.

1. Se realizará la grafica del problema:



Q 1,154,690.00

2. Puesto que los Q 29,520.00 y los Q 7,200.00 se encuentran enfrentados en el mismo período, como también Q 1,154,690.00 y los Q 18,450.00 la grafica podría simplificarse a:



Q 1,136,240.00

3. Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).

a) Se utiliza una tasa de interés de 13 %

$$VPN = - 1,136,240.00 + 22,320 (1 + 0.13)^{30}$$

$$VPN = - 263,173.16$$

b) Se utiliza una tasa de interés de 15 %

$$\text{VPN} = -1,136,240.00 + 22,320 (1 + 0.15)^{30}$$

$$\text{VPN} = 341,556.75$$

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

$$15\% \rightarrow 341,556.75$$

$$i \rightarrow 0$$

$$13\% \rightarrow -263,173.16$$

5. Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$\frac{15 - i}{15 - 13} = \frac{341,556.75}{341,556.75 - (-263,173.16)}$$

Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que, la tasa de interés $i = 13.870382\%$, representaría la tasa efectiva mensual de retorno.

$$\mathbf{i = 13.870382 \%}$$

2.7 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Tabla V. Cronograma de avance físico y financiero del proyecto de alcantarillado sanitario para la aldea de Jones, Río Hondo, Zacapa

MUNICIPALIDAD DE RÍO HONDO, ZACAPA
DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA JONES
DEPARTAMENTO DE ZACAPA
EPESISTA. CARLOS EDUARDO IPIÑA CASASOLA

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	QUINCENAS												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Preliminares	█												Q 311,883.00
Línea de drenaje Ø 6"		█											Q 155,342.58
Línea de drenaje Ø 8"			█										Q 276,173.02
Línea de drenaje Ø 10"				█									Q 16,988.00
Conexiones domiciliars de Ø 6"				█									Q 64,937.60
Conexiones domiciliars de Ø 8"					█								Q 27,710.94
Conexiones domiciliars de Ø 10"							█						Q 4,001.28
Pozos de visita										█			Q 297,653.58
	TOTAL											Q 1,154,690.00	

3. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA MÁRMOL, DEL MUNICIPIO DE RÍO HONDO, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

3.1 Descripción del proyecto

3.1.1 Alcances del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del pavimento rígido para la aldea de Santa Rosalía Mármol, municipio de Río Hondo, Zacapa, se considera pavimentar un tramo de 5,480.00 m. lineales de la carretera que conduce hacia dicha aldea. Se realizarán los estudios topográficos, toma de muestras de suelos, ensayos de laboratorio, planos y presupuestos.

3.1.2 Levantamiento topográfico

Consistió en obtener la información necesaria para diseñar la carretera que se va a pavimentar, esto es la planimetría y altimetría, que son bases fundamentales para todo proyecto vial, el método utilizado fue el de conservación de azimut con la poligonal cerrada, su aplicación es determinante para obtener la libreta de campo y planos que reflejan la conformación real del lugar en donde se realizará el proyecto de pavimentación.

3.1.3 Planimetría y altimetría

La planimetría se utiliza para determinar el ancho de la calle, la longitud a pavimentar y todos aquellos puntos de importancia. Para el levantamiento planimétrico se hizo uso del siguiente equipo:

- Un teodolito digital sokkia LDT50
- Un estadal
- Una cinta métrica de 100 metros
- Dos plomadas
- Trompos de madera
- Clavos

La altimetría tiene por objeto determinar las diferencias de alturas entre los puntos del terreno. Para el levantamiento altimétrico se trabajó con el método compuesto por el siguiente equipo.

- Nivel óptico automático No 10 Geo Fennel
- Un estadal
- Una cinta métrica de 100 metros
- Trompos de madera

3.2 Estudio de suelos

3.2.1 Ensayos del laboratorio de suelos

Los ensayos que se realizaron fueron:

- Granulometría
- Límites de consistencia (límites de atterberg)
- Ensayo de compactación (Proctor modificado)
- Valor soporte del suelo (CBR)

Para determinar el diseño del pavimento y diseño de las estructuras que intervienen en ella, se hace necesario conocer las características del suelo.

En este caso, se realizó una toma de muestra de pozo a cielo abierto en el cual se hizo una perforación de un metro de diámetro y, aproximadamente, unos cincuenta centímetros de profundidad, se extrajeron cerca de 100 kilogramos de suelo, para realizar los ensayos correspondientes.

3.2.1.1 Ensayo de granulometría

La granulometría sirve para conocer la variedad en el tamaño de las partículas del suelo, para clasificarlas, el procedimiento más expedito es el del tamizado.

El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Conocidas las composiciones granulométricas del material, se le representa gráficamente. Según los resultados obtenidos en el laboratorio, el suelo posee un 85.71% de arena, 9.89% de grava y 4.40% de finos. El suelo se clasifica como arena limosa con grava color café.

3.2.1.2 Límites de consistencia (límites de Atterberg)

Los límites de consistencia son los límites de contenido de humedad para que un suelo pueda deformarse sin romperse. Se clasificaron en cuatro estados de consistencia, líquido, plástico, semi-plástico y sólido.

3.2.1.2.1 Límite líquido

Es el contenido de humedad expresado en porcentaje, respecto del peso seco de la muestra con el cual el suelo cambia del estado líquido al estado plástico, el método que actualmente se utiliza para determinar el límite líquido es el que ideó Casagrande y su norma es AASHTO T-89. El límite líquido debe determinarse, con muestras del suelo que hayan cruzado la malla o tamiz No. 40, si el espécimen es arcilloso, es preciso que nunca haya sido secado a humedades menores que su límite plástico.

3.2.1.2.2 Límite plástico

Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje de su peso secado al horno, que tiene el material cuando permite su arrollamiento en tiras de 1/8 de pulgada sin romperse y su norma es AASHTO T-89, según los ensayos de laboratorio el suelo no posee plasticidad debido a que no se pudo formar cilindros con el material.

3.2.1.2.3 Índice plástico

Representa la variación de humedad que puede tener un suelo, que se conserva en estado plástico según AASHTO T-90, tanto el límite líquido, como el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad depende generalmente de la cantidad de arcilla del suelo.

Según Atterberg:

Índice plástico = 0 entonces, suelo no plástico

Índice plástico = 7 entonces, suelo tiene baja plasticidad

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

Dado que el índice plástico, es de 6 según el resultado obtenido en el laboratorio, el suelo se encuentra clasificado como un suelo de baja plasticidad.

3.2.1.3 Ensayo de compactación (PROCTOR MODIFICADO)

Con éste ensayo se determina el peso volumétrico de un suelo que ha sido compactado con diferentes niveles de humedad, también se determina la humedad óptima del material para una compactación idónea.

Los resultados indican que el suelo posee una densidad seca máxima de $2,102 \text{ Kg/m}^3$ o 131.2 lb/pie^3 , y una humedad óptima de 7.7%. La humedad que contenga el suelo, representa la cantidad de agua necesaria para que el suelo pueda alcanzar el grado máximo de resistencia y acomodo de sus partículas.

3.2.1.4 Ensayo valor soporte del suelo (CBR)

Este ensayo es conocido como California Bearing Ratio (C.B.R.) por sus iniciales en inglés, sirve para determinar la capacidad soporte que tiene un cuerpo compactado a su densidad máxima en las peores condiciones de humedad que pueda tener en el futuro. Éste se expresa en el porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón estándar en la muestra de suelo, comparado con el patrón de piedra triturada de propiedades conocidas.

Los resultados de laboratorio demuestran que la sub-rasante tiene un valor soporte del 49.1% clasificando al suelo de apto para una sub-rasante con una estabilización intermedia.

3.3 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos de los ensayos realizados a la muestra representativa, así como las gráficas que se encuentran en los anexos. De estos resultados dependen los espesores de las capas que conforman el pavimento rígido.

El resumen de resultados se muestra a continuación:

• Clasificación P.R.A.:	A-1-a
• Clasificación S.C.U.:	SW
• Descripción del suelo:	Arena limosa con grava color café
• Límite líquido:	24,4%
• Índice plástico:	6,0%
• Descripción del suelo con respecto a los límites:	suelo no plástico.
• Densidad seca máxima:	2,102 kg/m ³
• Humedad óptima:	7.7%
• C.B.R. crítico:	13.4%

3.4 Diseño de pavimento

La PCA (Asociación de Cemento Portland) ha desarrollado dos métodos para determinar el espesor de losa adecuada para soportar las cargas de tránsito en las calles y carreteras.

El primero es el método de capacidad, éste procedimiento de diseño tiene la posibilidad de obtener datos de carga. Con ello asume que datos detallados de carga-eje tienen que ser obtenidos de estaciones representativas de pesos de camiones (volúmenes de tránsito).

El segundo es el método simplificado, éste procedimiento de diseño no tiene posibilidades de obtener datos de carga-eje.

Para el diseño y dimensionamiento del espesor del pavimento rígido de la carretera que conducirá hacia la aldea de Santa Rosalía Mármol, municipio de Río Hondo, Zacapa, se empleará el método simplificado, debido a que no es posible obtener datos de carga de eje, ya que no existen detalles de tránsito para éste sector.

Para este método la PCA ha elaborado tablas de diseño simples, basadas en distribuciones compuestas de carga de eje que representan diferentes categorías de carreteras y tipos de calles.

Los datos de las tablas para las cuatro categorías de tránsito (ver tabla VI), están diseñadas para un período de 20 años. Estas tablas han sido elaboradas contemplando el valor de carga estática por eje, ya que los esfuerzos producidos por un eje en movimiento son menores que los ocasionados cuando el mismo eje está detenido; hacen falta períodos

considerables de tiempo para que el esfuerzo producido por un eje estático alcance su valor máximo. El factor de seguridad (F.S.) por el cual deben multiplicarse las cargas nominales de ejes es 1.0, 1.1, 1.2, y 1.3 respectivamente para las cuatro categorías de eje de carga 1, 2, 3 y 4.

Tabla VI. Categorías de carga por eje

Carga por eje Categoría	DESCRIPCIÓN	TRÁFICO			Máxima Carga por Eje KPS	
		TPD	TPDC		EJE DOMICILIO	EJE TANDEM
			%	Por día		
1	CALLES RESIDENCIALES CARRETERAS RURALES Y SECUNDARIAS (BAJO A MEDIO)	200 a 800	1-3	ARRIBA DE 25	22	36
2	CALLES COLECTORAS, CARRETERAS RURALES Y SECUNDARIAS (ALTAS) CARRETERAS PRIMARIAS Y CALLES ARTESANALES (BAJO)	700 a 5000	5-18	DE 40 A 100	26	44
3	CALLES ARTESANALES, CARRETERAS PRIMARIAS (MEDIO) SUPERCARRETERAS E INTERESTATALES URBANAS Y RURALES (BAJO A MEDIO)	3000-12000 2 CARRILES 3000-50000	8-30	DE 500 A 5000	30	52
4	CALLES ARTESANALES, CARRETERAS PRIMARIAS, SUPER CARRETERAS (ALTAS) INTERESTATALES URBANAS Y RURALES (MEDIO ALTO)	3000-20000 2 CARRILES 3000-15000 4 CARRILES O MAS	8-30	DE 1500 A 8000	34	60

Fuente: Westergaard H. N. Computation of stresses in concrete roads. Pág. 48

Nota: Las descripciones de alto, medio y bajo, se refieren al peso relativo de las cargas por eje para el tipo de calle o carretera.

Para determinar el espesor de la losa, son necesarios los esfuerzos combinados de la sub-rasante y sub-base, ya que mejoran la estructura del

pavimento. El aumento de la resistencia estructural del pavimento se obtiene de las bases suelo-cemento en relación a las bases granulares.

3.4.1 Pavimento rígido

Es un pavimento de concreto de cemento hidráulico, con o sin refuerzo, que se diseña y construye para resistir las cargas e intensidad del tránsito.

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

3.4.2 Componentes estructurales del pavimento

3.4.2.1 Capa de rodadura

Es la capa sobre la cual se aplican directamente las cargas del tránsito, se coloca encima de la base cuando es un pavimento flexible y muchas veces sobre la sub-base cuando es un pavimento rígido y está formada por una mezcla bituminosa si el pavimento es flexible; o por una losa de concreto hidráulico de Cemento Pórtland si es pavimento rígido o por adoquines si es un pavimento semiflexible.

Esta capa protege a las capas inferiores de los efectos del sol, las lluvias y las heladas, además resiste con un desgaste mínimo los esfuerzos producidos por el tránsito.

3.4.2.2 Base

Es la capa de material selecto que se coloca encima de la sub-base o sub-rasante, donde el espesor debe estar entre 35 centímetros máximo y 10 centímetros mínimo, dentro de sus principales funciones y características están las siguientes:

- a) Transmitir y distribuir las cargas provenientes de la superficie de rodadura.
- b) Servir de material de transición entre la sub-base y la carpeta de rodadura.
- c) Drenar el agua que se filtre a través de las carpetas y hombros, hacia las cunetas.
- d) Ser resistente a los cambios de temperatura, humedad y desintegración por abrasión producidas por el tránsito.

La base se encuentra conformada por materiales granulares como: piedra triturada, arenas, grava o suelos estabilizados. Los materiales empleados para la construcción de bases de pavimentos de carreteras deben llenar los siguientes requisitos:

- a) Tener un C.B.R de 90% a una compactación mínima del 95%.
- b) El agregado retenido en la malla No.4 no debe tener un desgaste mayor del 50%.

- c) Tener un límite líquido menor de 25 y un índice de plasticidad menor de 6.

La compactación de la base deberá ser minuciosamente atendida, pues se puede correr el riesgo de fallas en la carretera por una compactación inadecuada de la base y sobre todo cuando se emplean materiales difíciles de compactar.

La obtención del material de base, se lleva a cabo generalmente de la grava de río o de antiguos depósitos de gravas de río, que pueden triturarse para llenar las especificaciones. Cuando el material mencionado no puede encontrarse dentro de los límites económicos, entonces se recurre a usar roca sólida, para lo cual es necesario abrir una cantera, triturar el material y generalmente añadir un material de relleno apropiado para satisfacer los requisitos de graduación.

3.4.2.3 Sub – rasante

Es el suelo natural donde se construirá el pavimento. Puede estar formado por un suelo natural mejorado o una sustitución de éste. El tipo de suelo que conforma la sub rasante, depende de las características que tenga, las cuales se obtienen a través de los ensayos de laboratorio.

Los espesores de las diferentes capas del pavimento, dependen de la capacidad soporte de la sub rasante, la cual se clasifica en los siguientes rangos:

Tabla VII. Espesor de pavimento según capacidad de sub rasante

C.B.R.	Calidad de la sub rasante
0% - 3%	Muy mala
3% - 5%	Mala
5% - 20%	Regular o buena
20% - 30%	Excelente

Fuente: Westergaard H. N. Computation of stresses in concrete roads.

Comúnmente los suelos de mala calidad son los que tienen materia orgánica y arcilla en exceso. Para evitar los efectos nocivos de éste tipo de suelos, la mejor alternativa es sustituirlos.

La sub-rasante debe compactarse hasta obtener como mínimo el 95% de compactación, con respecto a la densidad máxima obtenida en laboratorio.

3.4.2.4 Bombeo

El principal objetivo de la construcción de pendientes en dirección transversal como también se le conoce, es facilitar el retiro del agua superficial del pavimento en el menor tiempo posible. Esto se logra mediante el coronamiento de la superficie al centro del pavimento, construyendo para ello el bombeo desde la línea central o construyendo una pendiente en una dirección a través del ancho del pavimento. Sin embargo, a los acotamientos se les construye una pendiente para permitir el drenaje del pavimento, excepto en las carreteras con separador realzado angosto. La necesidad del bombeo con pendiente alta para facilitar el drenaje entra un poco en conflicto con la con la necesidad de pendientes relativamente suaves para la comodidad de los

conductores. Por tanto, la selección de una pendiente de bombeo adecuada, es generalmente un balance entre los dos requerimientos. Se ha determinado que una pendiente de bombeo del 2% o menores, no afectan notoriamente la comodidad de los conductores, en especial respecto al esfuerzo del conductor en el volante.

Tabla VIII. Pendiente transversal recomendada según el tipo de superficie

Tipo de superficie	Material	Bombeo
Muy buena	Concreto	1.0% - 2.0%
Buena	Mezcla asfáltica	1.5% - 3.0%
Regular	Adoquín	2.0% - 2.5%
Mala	Tierra o grava	2.5% - 3.0%

Fuente: Westergaard H. N. Computation of stresses in concrete roads.

3.4.3 Parámetros de diseño

3.4.3.1 Periodo de diseño

El período de diseño para una carretera varía dependiendo, generalmente, de aspectos económicos. Un período de diseño muy largo podría incrementar los costos, a tal punto que sea mejor económicamente construir otro dispositivo durante éste período; así se invertiría menos en dos dispositivos cuyos períodos de diseño sumen el período del primer dispositivo. La municipalidad de Río Hondo, Zacapa adoptó para todos sus proyectos de infraestructura un período de 20 años, por lo cual en el presente trabajo se utilizó este dato.

3.4.3.2 Diseño de la base

El diseño de la base se tomó como parámetro el estudio de suelos teniendo como resultado utilizar el material existente en el lugar y proceder únicamente a conformar los niveles deseados. Se utilizará el material existente debido a que los análisis realizados a éste cumplen con las especificaciones técnicas.

3.4.3.3 Diseño del espesor del pavimento

Cálculo del espesor del pavimento

Para el diseño de este pavimento no fue posible obtener un conteo de tránsito, por lo que se basó únicamente en la categoría correspondiente. Según el tipo de tráfico que pasará sobre éste pavimento y siendo una aldea importante por contar con minas de mármol de las cuales se extraen grandes cantidades de dicho material, se llegó a la conclusión de que le corresponde una categoría dos con un rango de TPD de 700 a 5,000 vehículos y un 5% a 18% de TPDC. (Ver anexo).

Considerando el valor más bajo de TPD (700 vehículos) con un 15% de vehículos pesados, se obtiene un TPDC de 105 en ambos sentidos, es decir, 52 en un sentido.

Para este pavimento se estimó un módulo de ruptura del concreto de 600 psi, que es equivalente a un $f'c$ de 4000 psi ($281\text{kg}/\text{cm}^2$), a los 28 días de curado. Las losas de concreto se construirán con bordillo integrado y juntas por trabe con agregados (sin dovelas).

Según los resultados obtenidos en laboratorio, de los ensayos hechos a la base (ver apéndice), se cuenta con una base con valor soporte alto.

Con los datos anteriores, según la tabla No.IX (ver anexos), se obtiene un espesor de la losa de 11 centímetros, por comodidad se trabajará una losa de 0.15 m de espesor.

Las juntas transversales serán construidas a cada 2.5 m y la junta longitudinal a cada 3.0 m. La pendiente de bombeo será de 2 % como se indica en los planos.

3.4.3.4 Estructura final del pavimento

3.4.3.5 Diseño de mezcla de concreto

En el diseño de la mezcla de concreto se utilizaron tablas, que son resultado de numerosos ensayos de laboratorio y que ayudan a obtener mezclas con características deseadas.

Al requerir un concreto con una resistencia a la compresión de 4000 lb/plg² (281 kg/cm²) a los 28 días de curado, la tabla No.XII (ver anexos) indica un revenimiento máximo de 8 cm; la tabla No.XIII (ver anexos) da una relación de agua-cemento de 0.44. Conociendo el revenimiento máximo de la mezcla, se obtiene de la tabla No.14 (ver anexos) la cantidad de agua por metro cúbico de concreto, que para éste caso es de 195 lt/m³, utilizando un tamaño máximo del agregado grueso de ¾ de pulgada. El porcentaje de arena sobre el agregado total, se obtiene al conocer el tamaño máximo del agregado grueso. Para éste caso es de 42%.

Normas aplicables: El concreto a utilizar en las estructuras de la obra debe cumplir con las normas siguientes:

. **COGUANOR NGO 41 005 Y ASTM C 150 para Cemento Pórtland.**

. **ACI-318-83 Reglamento para la construcción de edificaciones de concreto reforzado.**

. **ASTM C33 Especificaciones para agregados de concreto.**

. **ASTM C143 Método estándar para prueba de revenimiento del concreto**

. **ASTM C171 Requerimientos para el curado del concreto.**

Pasos para el diseño de la mezcla de concreto

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

$$\text{Cemento} = \frac{195 \text{lt/mt}^3}{0.44} \quad \text{Cemento} = 443.18 \text{ kg/m}^3$$

Tomando en consideración que un litro de agua pesa un kilogramo. Calcular la cantidad de agregado, restando el peso del agua y cemento del peso total de un metro cúbico de concreto:

$$\text{Agregado} = 2400 - 443.18 - 195 \quad \text{Agregado} = 1761.82 \text{ kg/m}^3$$

La cantidad de arena, se obtiene multiplicando el peso total de agregado por el porcentaje de arena correspondiente:

$$\text{Arena} = 1761.86 \times 42\% \qquad \text{Arena} = 739.96 \text{ kg/m}^3$$

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

$$\text{Piedrín} = 1761.82 - 739.96 \qquad \text{Piedrín} = 1021.86 \text{ kg/m}^3$$

Se concluye entonces que la proporción final será:

Cemento	:	arena	:	piedrín
<u>443.18</u>	:	<u>739.96</u>	:	<u>1021.86</u>
443.18		443.18		443.18
1	:	1.67	:	2.31

Tomando en cuenta que en obra es muy difícil trabajar con fracciones, se adopta una proporción de: **1: 2: 3** con la condición de tener una estricta supervisión, para asegurar la calidad de la mezcla.

3.4.3.6 Conformación y curado del pavimento

Cuando se realice el mezclado del cemento en la obra, se deberán utilizar mezcladoras y debe tenerse especial cuidado en la relación agua cemento. No se permitirá sobre mezclar en exceso hasta el punto que se requiera añadir agua para mantener la consistencia requerida. La relación agua-cemento no deberá exceder en ningún caso de 0.53 por peso.

Sólo en casos especiales, para fundiciones menores será autorizado por el Supervisor la mezcla sin ayuda de mezcladoras mecánicas, cuando se utilice concreto premezclado en camiones, deberá cumplirse con la norma ASTM C94, y poner especial cuidado en la cantidad de agua de la mezcla. El Contratista es responsable por la calidad del concreto premezclado puesto en obra y debe utilizar los controles que sean necesarios para evitar demoras debido a procedimientos inadecuados de despacho, manejo, colocación y consolidación.

La resistencia especificada del concreto a los 28 días deberá ser como mínimo de 4,000 libras sobre pulgada cuadrada (4,000 psi), o bien lo indicado en los planos. En caso de fundiciones menores (banquetas, cunetas, carrileras), podrá aceptarse un concreto de 2,500 lbs/plg² (2500psi).

El tamaño de los agregados deberá cumplir con lo indicado en las normas ASTM C231 o ASTM C138.

El revenimiento (Slump) en el concreto debe ser determinado en la obra y cumplir con lo indicado en ASTM C143, o bien lo indicado en los Planos.

3.4.3.6.1 Curado del concreto

El concreto recién colocado deberá protegerse de los rayos solares, de la lluvia y cualquier otro agente externo que pudiera dañarlo y deberá mantenerse húmedo por lo menos durante los primeros 7 días después de su fundición.

Aditivos: Se permitirá el uso de aditivos para reducir el agua de la mezcla, mejorar la trabajabilidad, o bien para acelerar o retardar el fraguado del concreto siempre que se indique en los Planos o Especificaciones, o bien con la previa autorización de la Supervisión.

No se permitirá el uso de aditivos que contengan iones de cloruro, en ningún tipo de concreto reforzado, pre esforzado, o concretos que contengan elementos galvanizados o de aluminio. Previa a la autorización del uso de aditivos, el contratista deberá realizar mezclas de pruebas de campo utilizando los materiales y equipo a emplear en el proyecto.

Los aditivos permisibles son los siguientes:

- Aditivos incorporadores o inclusores de aire, cumpliendo con la norma AASHTO M 154, ASTM C 260
- Aditivos retardantes, los cuales deben cumplir las normas AASHTO M194, ASTM C 494,
- Aditivos acelerantes, deben cumplir con los requisitos establecidos para el aditivo tipo c establecidos en ASTM C 494, AASHTO M 194 excepto que no deberán tener cloruros.

3.5 Normativa

Pavimento de concreto

Es un pavimento rígido, de concreto de cemento hidráulico, diseñado para resistir las cargas e intensidad del tránsito.

Este trabajo consiste en la construcción sobre base preparada y aceptada previamente, de la carpeta o losa de pavimento de concreto, de acuerdo con los planos, incluyendo la fabricación y suministro del concreto estructural, el manejo, colocación, compactación, acabado, curado y protección del concreto, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical, espesores y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas Especificaciones.

Materiales

- a) Cemento hidráulico
- b) Agregado fino
- c) Agregado grueso
- d) Agua
- e) Aditivos
- f) Requisitos para la clase y resistencia del concreto
- g) Materiales para curado

Equipo de pavimentación

El contratista debe suministrar el equipo adecuado al procedimiento de construcción previsto. El equipo propuesto debe ser inspeccionado y/o ensayado y aprobado previamente por el supervisor. Los equipos para producción y suministro de concreto deben ser de la capacidad suficiente para suministrar adecuadamente y en forma continua, las cantidades de concreto requeridas en la obra, para el rendimiento previsto de los equipos de pavimentación.

a) Vibradores: Pueden usarse como complemento a los equipos anteriormente mencionados, vibradores de inmersión manual o de placa. En los vibradores que se utilicen para consolidar el concreto, la razón de la vibración no debe ser menor de 3,500 ciclos por minuto para los vibradores de superficie y no menor de 5,000 ciclos por minuto para los vibradores de inmersión. No debe permitirse que los vibradores operen en contacto con las formaletas o con el acero de refuerzo o de las juntas.

b) Aserrado de juntas: Deben emplearse sierras para concreto con la potencia suficiente para cortar el espesor total de la losa. Las sierras deben estar equipadas con guías y dispositivos que aseguren la alineación y profundidad de corte requeridos.

Colocación y Compactación del Concreto:

Las losas de concreto deben ser construidas sobre la superficie de base, de conformidad con estas Especificaciones. Cuando en el área de construcción de la losa de concreto, antes o después de colocar la formaleta, se producen baches o depresiones causadas por el movimiento de equipo y actividades

propias de la construcción, éstas deben corregirse antes de colocar el concreto, llenándolas con material igual al de la superficie preparada y nunca con concreto, lechada, mortero o agregados para concreto, seguidamente se debe proceder a conformar y compactar el material, con compactadora mecánica de operación manual efectuándose el control de compactación que corresponda. Todo el material excedente debe removerse, dejando la superficie nivelada y de acuerdo a la sección típica de pavimentación.

El concreto debe colocarse de preferencia con máquina esparcidora especial, que prevenga la segregación de los materiales. Si se necesita mover el concreto manualmente, deben utilizarse palas y no rastrillos. Tampoco se debe permitir transportarlo con la acción del vibrador de inmersión.

El concreto debe de ser compactado hasta alcanzar el nivel de las formaletas en la superficie completa de la losa de acuerdo a la sección típica, por medio de vibradores de superficie adecuados, como reglas o placas vibratorias o vibradores de rodillos, preferiblemente montados sobre ruedas, para aplicar la vibración directamente sobre todo el ancho de la losa de concreto, y no sobre las formaletas. También pueden usarse vibradores de inmersión, como complemento.

Las depresiones observadas, deben llenarse de inmediato con concreto fresco y las partes altas cortadas con la llana para cumplir con las tolerancias de la superficie del pavimento indicadas.

La ejecución del acabado final debe efectuarse antes del endurecimiento, pudiendo dejarse las aristas de las juntas, si la máquina esparcidora es del tipo de formaleta deslizante.

Al terminar el alisado y al haber removido el exceso de agua, y estando el concreto aún en estado plástico, debe comprobarse la exactitud de la superficie de la losa por medio de un escantillón de 3 metros de longitud, el cual debe colocarse en posiciones aleatorias sobre toda el área de la franja o carril, que no esté afectada por cambio de pendientes. Las diferencias observadas por defecto (depresiones) o excesos (áreas altas) no deben ser mayores de 3 mm y toda irregularidad debe ser eliminada ya sea agregando concreto fresco, el que será compactado y terminado como se indica anteriormente o bien cortando los excesos por medio de pasadas con el borde de la llana mecánica o manual.

3.6 Estudio inicial de impacto ambiental

En el estudio que se realizó a través del formulario proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, se encontró que el proyecto de Pavimentación de la arteria que conduce a la aldea de Santa Rosalía Mármol, del municipio de Rio Hondo, del departamento de Zacapa, es un proyecto de una sola fase y tiene las siguientes características:

- Utilizará para su construcción piedra, cal, cemento, arena y piedrín.
- Se utilizará equipo pesado que será una moto niveladora, rodo y vibrocompactador, equipo liviano mezcladora de concreto, patrol y rodo.
- El número de trabajadores son: 5 albañiles y 15 peones.
- El proyecto tendrá una duración de 7 meses, durante los cuales se encontrarán en dicha área protegida. La longitud del tramo a construir será de 5,480.00 metros lineales.
- El proyecto se caracteriza por ser nuevo en una aldea del municipio de Rio Hondo. No tiene algún tipo de riesgo.

- Durante la fase inicial se tendrá polvo pues se removerá tierra, para éste movimiento se utilizará vehículos pequeños para retirar el material sobrante. Para evitar las molestias por la generación de polvo se humedecerá la calle para disminuir éste efecto.
- Los ruidos producidos por los trabajos son los normales y no son fuertes ni estridentes.
- La fuente de abastecimiento será el servicio municipal de agua, la construcción de un pozo mecánico o artesanal, río o nacimiento de agua. Será utilizada 13 metros cúbicos/día, para preparación de concreto y para la limpieza de las áreas.
- Actualmente las calles son utilizadas para el tráfico vehicular dentro de la población, y el uso final después del proyecto será el mismo solo que en mejores condiciones para la circulación.
- No se produce cambio de uso del suelo, la actividad a realizar es similar a la existente, pues el uso sigue siendo el mismo que se tenía anteriormente, con la diferencia que su presentación será mejor.
- Habrá movimiento de tierra, corte y relleno sin movilización fuera del área de la actividad, 125 metros cúbicos, se cortará una parte para la colocación de la piedra, pero será mínimo el movimiento, esto no hará ningún tipo de cambio en la forma o topografía de los suelos ya que se respetará los alineamientos actuales de las calles.
- No hay volumen de basura en la construcción ni en la operación.
- El tipo de combustible a utilizar es diesel, un máximo de 36 galones de diesel por día para la moto niveladora y el rodo, todo el combustible será puesto directamente en el tanque de almacenamiento de las maquinas, y no se almacenará en ninguna parte para evitar derrames.
- No se tendrá efectos sobre la flora, fauna y bosque.

- La actividad no afectará a ningún recurso cultural, natural o arqueológico por su ubicación, que es la actual.
- El problema social identificado que pueda generarse por la realización del proyecto es el cerrar la calle para efectuar el trabajo.
- La jornada será diurna y la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio de proyecto.

3.7 Obras de protección

Obras pluviales:

El objetivo fundamental del drenaje en los caminos, es reducir al máximo la cantidad de agua que de una u otra forma llega al mismo, y pueda perjudicar la carretera dando salida al agua que llegue al camino.

Para que un camino tenga buen drenaje, debe evitarse que el agua circule en cantidades grandes por el mismo, destruyendo los pavimentos y creando la formación de baches; así también debe de evitarse que se estanque el agua en las cunetas y reblandezca la terracerías, perdiendo su estabilidad.

El drenaje, denominado también como obra de arte, puede clasificarse en:

- Transversal
- Longitudinal
- Subdrenaje

La profundidad mínima para instalar la tubería debe ser tal, que el espesor del relleno evite el daño a los conductos ocasionados por las cargas vivas y de impacto, debiendo respetar las profundidades mínimas establecidas. Esta profundidad se mide a partir de la superficie del suelo, hasta la parte superior del tubo, determinada de la siguiente manera:

Trafico normal = 1.00 metros

Trafico pesado = 1.20 metros

Cunetas:

Son zanjas que se hacen a ambos lados del camino con el fin de conducir el agua que escurre desde la parte central de este, o en todo el camino, en el caso que existan curvas. Cuando las cunetas pasan de corte a relleno se prolongan a lo largo del pie del relleno: dejando una berma entre dicho pie y el borde de la cuneta, para evitar que se moje el relleno y origine asentamientos.

El diseño de cunetas se basa en los principios del flujo de canales abiertos; éstas se pueden construir de forma trapezoidal o triangular. El primer paso para diseñar una cuneta es considerar su longitud, medida que determinará el área de carretera que drenará, o del terreno aledaño, si es necesario.

Las cunetas deben protegerse en pendientes fuertes cuando su longitud sea mayor de 50 metros, por medio de una fosa de laminación o una alcantarilla de alivio; debido a que mientras más largas sean, más agua llevará, por lo que se erosionarán más y resultaría antieconómica la conservación.

Contra cunetas:

Son zanjas que se hacen en lugares convenientes, para evitar que llegue a las cunetas más agua que aquella para la cual fue diseñada.

Las contra cunetas se construyen transversales a la pendiente del terreno, las que interceptan el paso del agua y la alejan de los cortes y rellenos. Cuando el camino sigue la dirección de la misma pendiente del terreno, no se deben construir contra cunetas.

Drenaje transversal

El objetivo del drenaje transversal es dar paso rápido al agua que no pueda desviarse de otra forma y tenga que cruzar de un lado a otro del camino. En estas obras de drenaje transversal están comprendidos los puentes y las alcantarillas.

En cuanto a las alcantarillas es recomendable construirlas cada 200 metros como máximo y necesariamente en las curvas verticales cóncavas, utilizando tubería de 24" como mínimo.

Como obras de protección pueden citarse: muros, revestimientos, desarenadores y disipadores de energía. A las tuberías se les construirán muros cabezales en la entrada y salida, y tragante en la entrada cuando se trate de alcantarillas que servirán para aliviar cunetas o de corrientes muy pequeñas. Cuando se trate de corrientes que su área de descarga no pase de 2 metros cuadrados se les hará muros

cabezales y en lugar de tragante de entrada se instalarán aletones rectos, a 45° o en "L".

El colchón mínimo para protección de los tubos, deberá ser de 0.60 metros para que la carga viva se considere uniformemente distribuida.

3.8 Presupuesto

TABLA IX. Resumen del presupuesto de la pavimentación de la carretera que conduce a la aldea Santa Rosalía Mármol, Río Hondo, Zacapa. En quetzales.

MUNICIPALIDAD DE RÍO HONDO, ZACAPA	
PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA MÁRMOL, RÍO HONDO, ZACAPA
UBICACIÓN:	MUNICIPIO DE RÍO HONDO, ZACAPA
EPELISTA:	CARLOS EDUARDO IPIÑA CASASOLA

CUADRO DE RESUMEN TOTAL

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Preliminares	5480	m	Q 23.55	Q 129,054.00
Movimiento de tierra	9687.98	m ³	Q 119.43	Q 1,157,035.45
Sub-base de 15 cm de esp	4932	m ³	Q 56.82	Q 280,236.24
Material granular p/sub-base	1644	m ³	Q 160.00	Q 263,040.00
Bordillo	10960	m	Q 37.42	Q 410,123.20
Pavimento de 15 cm de esp	4932	m ²	Q 198.15	Q 977,275.80
Banqueta	10960	m	Q 44.92	Q 492,323.20
Cuneta	10960	m	Q 71.61	Q 784,845.60
TOTAL			Q	4,493,933.49

CUADRO DE RESUMEN DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Trazo + estaqueo	5480	m	Q 1.25	Q 6,850.00
Selecto para sub-base	4932	m ³	Q 10.50	Q 51,786.00
Material granular p/sub-base	1644	m ³	Q 160.00	Q 263,040.00
Cemento 3,000 psi	14371	Sacos	Q 50.00	Q 718,550.00
Cemento 4,000 psi	48334	Sacos	Q 51.50	Q 2,489,201.00
Arena	3582	m ³	Q 130.00	Q 465,660.00
Piedrin	3642	m ³	Q 160.00	Q 582,720.00
			TOTAL	Q 4,577,807.00

RESUMEN TOTAL

Mano de obra Q 5,127,576.19
Maquinaria y equipo Q 177,209.93

Total costo directo Q 3,050,145.56
Total costo indirecto Q 1,443,787.93

GRAN TOTAL Q 4,493,933.49

3.9 Análisis socioeconómico

Cuando se analizó el ciclo del proyecto, se pudo observar que la evaluación tiene tres momentos; evaluación antes, que es la que se realiza durante el proceso de la pre inversión; evaluación durante, que se realiza cuando se está ejecutando el proyecto y que nos sirve para ver si el mismo se está realizando de acuerdo con lo planificado; y por último, la evaluación post, que se aplica al haber transcurrido algún tiempo y el proyecto ya se encuentra en operación y en esencia nos permite medir si se están obteniendo los resultados esperados.

La evaluación de un proyecto en la fase de pre-inversión se realiza con el fin de decidir sí se debe llevar a cabo o no dicha inversión; un proyecto a nivel de perfil debe contener aspectos evaluativos relacionados con la parte financiera, y el aspecto económico –social y ambiental debe ser considerado tanto para proyectos sociales, como para proyectos productivos.

3.9.1 Valor presente neto:

Se define como el valor actualizado de los beneficios, menos el valor actualizado de los costos, descontados a la tasa de descuento convenida; una inversión es rentable sólo si el valor actualizado del flujo de beneficios es mayor que el flujo actualizado de los costos, cuando ambos son actualizados utilizando una tasa pertinente. El cuadro siguiente ilustra los criterios de decisión que permite el VPN.

Resultados de decisión

- Positivo (VAN mayor que cero)
- Indiferente (VAN = Cero)
- Negativo (VAN menor que cero)

Para el análisis del proyecto del pavimento rígido de la carretera que conduce a la aldea Santa Rosalía Mármol, Río Hondo, se asume una tasa de interés del 12%; dado que el proyecto es de carácter social, la tasa debe ser lo más baja posible.

Se deberá cobrar un costo simbólico inicial por mejora de ornato a 167 viviendas alrededor de la calle, de Q150.00 por vivienda. Así mismo se deberá cobrar una cuota simbólica de Q25.00 mensuales por cada vivienda, por concepto de mantenimiento preventivo del pavimento, el cual se pretende gastar Q 1,800.00 mensuales.

Como lo que se pretende con este proyecto es beneficiar a la población se tomará en cuenta el mantenimiento que los pobladores hacen a sus vehículos, que según tablas oscila entre 5,000 a 10,000 quetzales por año por vehículo, estos gastos ya no serán necesarios debido a que los vehículos circularán por una vía en buenas condiciones la cual no les dañará. Para este proyecto se tomo como dato Q 5,000.00 por vehículo por año debido a que son vehículos de modelo relativamente antiguo, y teniendo en cuenta que en la vía circularán 1500 vehículos al año se tiene:

$$Q 5,000.00 * 1500 = 7, 500,000.00$$

Recaudando una cantidad anual de Q300.00 por vivienda, si tomamos en cuenta que hay 167 hogares, se obtienen los siguientes resultados:

$$167 * Q150.00 = Q 25,050.00 \text{ por mejora al ornato}$$

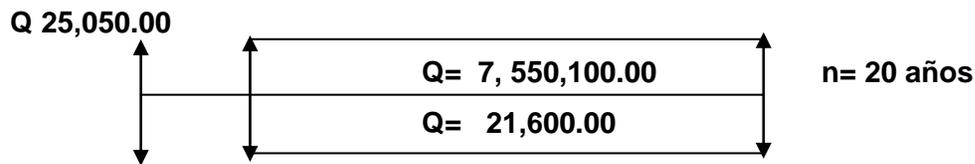
$$167 * Q300.00 = Q 50,100.00 \text{ por mantenimiento}$$

Entonces tenemos:

DESCRIPCIÓN	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q4,493,933.49
Ahorro de la Población	Q 5,000* 1500 veh.	Q7,500,000.00
Ingreso inicial	(150Q/viv)(167 viv)	Q25,050.00
Costos anuales	(Q 1800/mes)(12 meses)	Q21,600.00
Ingresos anuales	(Q25/viv)(167viv)(12 meses)	Q50,100.00
Vida útil en años		20 años

Una forma de analizar éste proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 12%.

Nota: Se tomará como ingreso todos aquellos gastos que recaen sobre los dueños de los vehículos que utilizan la actual carretera en mal estado.



Q4, 493,933.49

Si se utiliza el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos se tiene:

$$VPN = -4, 493,933.49 + 25,050.00 + 7, 500,000.00 - 21,600.00 (1 + 0.12)^{20} + 50,100.00 (1 + 0.12)^{20}$$

$$VPN = 3, 306,035.86$$

Como se puede observar, el valor presente neto de éste proyecto es positivo, aunque no produzca ninguna utilidad monetaria para la municipalidad si mejora la calidad de vida para los pobladores del lugar, cumpliendo su objetivo de carácter social, promoviendo desarrollo del municipio de Río Hondo, Zacapa.

3.9.2 Tasa interna de retorno

Se define como aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, entendiéndose éstos, como la diferencia entre los beneficios brutos, menos los costos brutos actualizados.

Como criterio general debe compararse la TIR del proyecto con la tasa de descuento que mida el mejor rendimiento alternativo no aplicado. Si se tomará una tasa de descuento hipotética, por ejemplo un 12 % que es muy común, ésta sirve de indicador o parámetro para la toma de decisiones, tal como lo ilustra el siguiente cuadro:

Resultados de decisión

TIR mayor que 12 % =	Se acepta
TIR igual a 12 % =	Es indiferente
TIR menor que 12 % =	Se rechaza

Es la tasa donde el valor presente neto se hace igual a cero; también es el punto en donde un proyecto no tiene ni pérdidas ni ganancias.

El cálculo de la tasa interna de retorno se puede realizar proponiendo dos tasas de utilidad diferentes, con las cuales se procede a calcular las respectivas cantidades que representen el Valor Presente Neto.

- **Se propone una tasa de un 15%, entonces se obtiene:**

$$\text{VPN} = 4,493,933.49 + 25,050.00 (1 + 0.15)^{20}$$

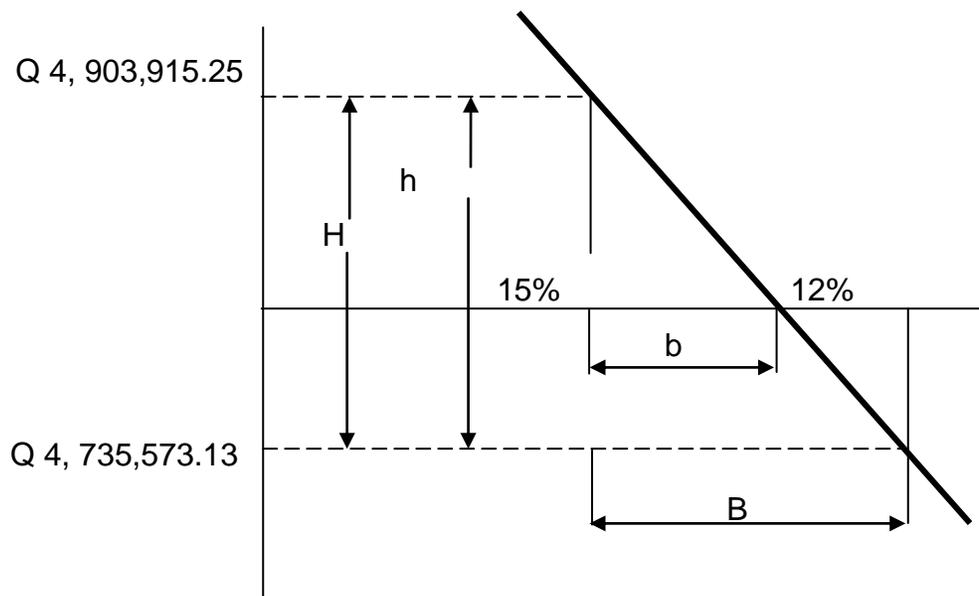
$$\text{VPN} = 4,903,915.25$$

- **Se propone una tasa de un 12%, entonces se obtiene:**

$$\text{VPN} = 4,493,933.49 + 25,050.00 (1 + 0.12)^{20}$$

$$\text{VPN} = 4,735,573.13$$

Diagrama de tasa interna de retorno:



Del diagrama se obtienen los siguientes datos:

$$B = 3\% \quad H = 4,903,915.25 + 4,735,573.13 = 9,639,488.38$$

$$b = X \quad h = 4,903,915.25$$

Se hace una relación de triángulos para obtener:

$$\frac{B}{H} = \frac{b}{h} \quad \text{entonces:} \quad \frac{3.00}{9,639,488.38} = \frac{X}{4,903,915.25}$$

$$X = 1.5262$$

$$\text{TIR} = 15 - 1.5262 = 13.4738$$

Se tiene que, la tasa de interés aproximadamente es $i = 13.4738\%$ que representaría la tasa efectiva mensual de retorno.

3.10 Cronograma de ejecución

Tabla X. Cronograma de avance físico y financiero del proyecto de pavimento rígido para la aldea de Santa Rosalía Mármol

MUNICIPALIDAD DE RÍO HONDO, ZACAPA
 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALDEA DE SANTA ROSALÍA MÁRMOL
 DEPARTAMENTO DE ZACAPA.
 EPESISTA. CARLOS EDUARDO IPIÑA CASASOLA

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	QUINCENAS											COSTO	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Preliminares	■												Q 129,054.00
Movimiento de tierra		■	■	■									Q 1,157,035.45
Bordillo			■	■	■	■	■						Q 410,123.20
Material granular p/sub-base				■	■	■	■	■					Q 263,040.00
Sub-base de 15 cm de espesor					■	■	■	■	■				Q 280,236.24
Pavimento de 15 cm de espesor						■	■	■	■	■	■		Q 977,275.80
Banqueta								■	■	■	■	■	Q 492,323.20
Cuneta									■	■	■	■	Q 784,845.60
	TOTAL											Q 4,493,933.49	

CONCLUSIONES

1. Durante la construcción de los proyectos antes mencionados, no se causará impacto negativo en la flora y fauna del lugar. Cumpliendo así con las normas del Ministerio de Ambiente para la ejecución de proyectos de infraestructura.
2. Se realizaron estudios socio-económicos, los cuales mostraron resultados satisfactorios para ambos proyectos, lo que los hace viables debido a que son proyectos de tipo social, en los cuales el Estado absorbe un alto porcentaje del costo de los mismos.
3. A través de la construcción y funcionamiento del sistema de drenaje sanitario de la aldea de Jones, se evitará la mala recolección de aguas negras, que son la causa de muchas de las enfermedades gastrointestinales en la población, lo que beneficiará en el nivel de vida de los habitantes de la comunidad.
4. Con la pavimentación, la carretera que conduce a la aldea Santa Rosalía Mármol, podrá ser transitable en cualquier época del año y así los pobladores tendrán una mejor calidad de vida, mejorando el comercio, el nivel de ingresos salariales y la oferta de trabajo en dicho lugar.
5. Los proyectos sociales son aquellos en los cuales las municipalidades o entidades estatales no pretenden obtener ningún beneficio, sino al contrario son ellos quienes sobrellevan gran porcentaje del desembolso.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario que la Oficina Municipal de Planificación OMP exija el cumplimiento de las especificaciones contenidas en los planos a la entidad ejecutora de ambos proyectos.
2. Una vez terminado el proyecto del drenaje sanitario, se sugiere tener un plan de limpieza para el sistema de alcantarillado, el cual se deberá realizar por lo menos dos veces al año, ya que el objetivo es evitar la acumulación de sedimentos en las tuberías, colectores y pozos de visita, así como eliminar basura o material que perjudique el buen funcionamiento del sistema y por ende pueda producir un colapso del servicio de la red sanitaria.
3. Es necesario organizar a las comunidades, para que contribuyan con el buen funcionamiento de los proyectos.
4. Que estos proyectos sean llevados a la realidad lo más pronto posible, debido a los problemas que existen por la falta de los mismos.
5. Se recomienda trabajar en las horas que establece el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, para no incomodar a la fauna del lugar, especialmente para el proyecto de Santa Rosalía Mármol, ni a las personas que habitan en las diferentes aldeas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Baiza Santos, Walter Oswaldo. Criterios para la proyección de carreteras adaptándose al paisaje y a la ecología del lugar. Tesis de graduación Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala, 1998.
2. Instituto de Fomento Municipal, INFOM. **Normas Generales para diseño de alcantarillados**. Guatemala 2001.
3. Morales Villeda, Noé de Jesús. Diseño de red de alcantarillado sanitario e introducción de agua potable a la colonia La Unión y diseño de pavimento rígido de la avenida La Pradera del municipio de la Democracia departamento de Escuintla. Trabajo de graduación Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala, 2007.
4. Ruano Téllez, David Roberto. Diseño de la introducción de agua, drenaje sanitario y pavimento rígido, del caserío de Zaculeu del municipio de la Libertad, Peten. Trabajo de graduación Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala, 2007.
5. Salazar Rodríguez, Aurelio. **Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos**. México: Editorial IMCVC, 1998.
6. Weissig, Dirk. **Fundamentos sobre la compactación de suelos**. Wacker, 1995.

APÉNDICE A

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA DE JONES,
RIO HONDO, ZACAPA**

POZO		COTA TERRENO		D.H.	PEND. %	No. DE CASAS		HAB. A SERVIR		FACTOR DE HARM.		Q. DE DISEÑO		φ	Vel. Sec. Llena		COTAS INVERT		POZO SALIDA	
Salida	Llegada	Inicio	Final			Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro		m/s	Q(fts/s)	Ent	Sal	Alt	C. Fondo
0.00	1.00	103.57	103.50	63.00	0.50	6.00	6.00	36	79	3.82	3.41	0.28	0.66	6"	2.93	53.46	102.22	101.91	1.50	102.07
1.00	2.00	103.50	102.48	48.00	0.50	0.00	6.00	36	79	3.82	3.42	0.41	0.98	6"	1.79	32.66	101.55	101.31	2.10	101.40
2.00	3.00	102.48	102.41	30.00	0.50	8.00	14.00	48	105	3.71	3.36	1.53	3.57	6"	1.86	33.94	101.13	100.98	1.50	100.94
3.00	4.00	102.41	102.41	56.00	0.50	3.00	17.00	18	39	3.51	3.24	1.80	1.60	6"	2.77	50.59	100.26	99.98	2.30	100.11
4.00	5.00	102.41	102.62	75.00	0.50	2.00	19.00	12	26	3.70	3.34	1.66	3.86	6"	2.01	36.66	99.86	99.49	2.70	99.71
5.00	5.1	102.62	102.09	121.00	0.50	1.00	20.00	6	13	3.92	3.45	1.79	4.16	8"	1.96	35.77	99.47	98.87	3.30	99.32
5.1	6.00	102.09	101.56	121.00	0.50	2.00	22.00	12	26	3.70	4.33	2.17	5.02	8"	1.79	32.88	98.84	98.24	3.40	98.69
6.00	7.00	101.56	100.66	68.00	0.50	4.00	26.00	24	52	3.70	4.32	2.97	6.84	8"	1.60	29.21	98.21	97.87	3.50	98.06
7.00	8.00	100.66	99.40	87.00	0.50	3.00	29.00	18	39	3.79	3.24	3.03	6.98	8"	1.19	21.66	97.81	97.38	3.00	97.66
8.00	9.00	99.40	98.73	32.30	0.50	2.00	31.00	12	26	3.94	3.46	3.10	7.12	8"	2.01	36.66	97.15	96.99	2.40	97.00
9.00	10.00	98.73	98.09	432.70	0.50	2.00	33.00	12	26	3.94	3.47	3.70	8.48	10"	1.70	30.98	96.38	96.22	2.50	96.23
RAMAL 1																				
2B	2A	103.69	103.27	136.00	1.00	3.00	3.00	18	39	4.03	3.88	3.04	6.97	6"	2.01	36.65	102.34	101.98	1.50	102.19
2A	2.00	103.27	102.48	49.00	1.00	3.00	6.00	18	39	4.03	3.88	3.05	6.94	6"	1.96	35.77	101.92	101.43	1.50	101.77
RAMAL 2																				
3A	3.00	102.29	102.41	183.00	0.50	14.00	14.00	84	184	3.58	3.26	3.70	8.48	6"	2.12	35.54	100.94	100.53	1.50	100.79
RAMAL 3																				
5B	5A	101.74	101.74	160.00	0.50	10+ESC	10+ESC	360	792	1.28	1.13	14.08	31.07	8"	1.23	39.78	100.59	100.29	1.30	100.44
5A	5.00	101.74	102.62	71.00	0.50	2.00	12+ESC	12	26	4.1	3.98	14.24	31.40	8"	1.68	54.48	100.29	99.94	1.60	100.14
RAMAL 4																				
6A	6.00	102.30	101.56	164.00	1.00	3.00	3.00	18	39	4.03	3.86	7.43	16.71	6"	1.86	33.94	100.95	100.31	1.50	100.80
RAMAL 5																				
8A	8.00	101.85	99.40	158.00	4.00	7.00	7.00	42	92	3.75	3.36	2.97	6.84	6"	1.19	21.66	100.50	98.18	1.50	100.35
RAMAL 6																				
9A	9.00	101.46	98.09	100.00	4.00	9.00	9.00	54	118	3.68	3.34	3.03	6.98	6"	1.70	30.98	99.61	96.81	2.00	102.46
RAMAL 7																				
19.00	18.00	102.95	102.69	63.00	0.50	2 + ESC	2+ESC	312	686	1.36	1.15	11.76	26.09	8"	2.58	47.10	101.50	101.19	1.60	101.35
18.00	17.00	102.69	100.31	48.00	4.50	0.00	2+ESC	312	686	1.36	1.15	12.56	27.81	8"	1.89	34.56	101.04	98.88	1.80	100.89
17.00	16.00	100.31	100.48	76.00	0.10	0.00	2+ESC	312	686	1.36	1.15	12.61	27.92	8"	1.83	33.30	98.96	98.88	1.50	98.81
16.00	15.00	100.48	100.50	56.00	0.10	2.00	4+ESC	72	158	2.25	2.11	12.93	28.60	8"	2.09	38.08	98.98	98.92	1.65	98.83
15.00	14.00	100.50	100.38	75.00	0.10	12.00	16+ESC	12	26	4.2	4.09	13.14	29.05	8"	1.89	61.31	99.00	98.93	1.65	98.85
14.00	13.00	100.38	100.51	121.00	0.10	2.00	18+ESC	12	26	4.2	4.09	13.19	29.16	8"	2.81	91.16	98.98	98.86	1.55	98.83
13.00	12.00	100.51	100.58	121.00	0.10	2.00	20+ESC	12	26	4.2	4.09	13.35	29.50	8"	2.94	95.40	98.91	98.79	1.75	98.76
12.00	11.00	100.58	100.33	68.00	0.10	0.00	20+ESC	6	13	4.16	4.07	13.72	30.28	8"	1.84	59.68	98.88	98.81	1.85	98.73
11.00	10.00	100.33	100.31	87.00	0.10	1.00	21+ESC	6	13	4.16	4.07	13.77	30.28	8"	1.84	59.68	96.63	98.54	1.85	98.48
10.00	10A	100.31	100.52	32.30	0.10	1.00	22+ESC	24	52	3.94	3.47	13.82	30.51	8"	1.89	61.31	98.61	98.58	1.85	98.46
10A	existente	100.52	100.00	32.70	0.10	4.00	26+ESC	12	66	3.56	3.28	13.89	31.25	8"	1.92	62.32	98.67	98.64	2.00	98.52
RAMAL 8																				
15B	15A	121.56	110.31	260.00	4.31	8.00	8.00	48	105	3.64	3.32	3.04	6.97	6"	2.01	36.65	120.21	109.01	1.50	120.06
15A	15.00	110.31	100.50	30.00	32.00	2.00	10.00	12	26	4.18	4.08	3.05	6.94	6"	1.96	35.77	108.86	99.26	1.60	108.71
RAMAL 9																				
10C	10A	116.76	100.32	80.00	19.95	4.00	4.00	24	52	3.96	3.48	15.48	34.04	8"	1.59	80.65	115.41	99.45	1.50	115.26



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



INFORME No. 533 S.S.

O.T.: 22,483

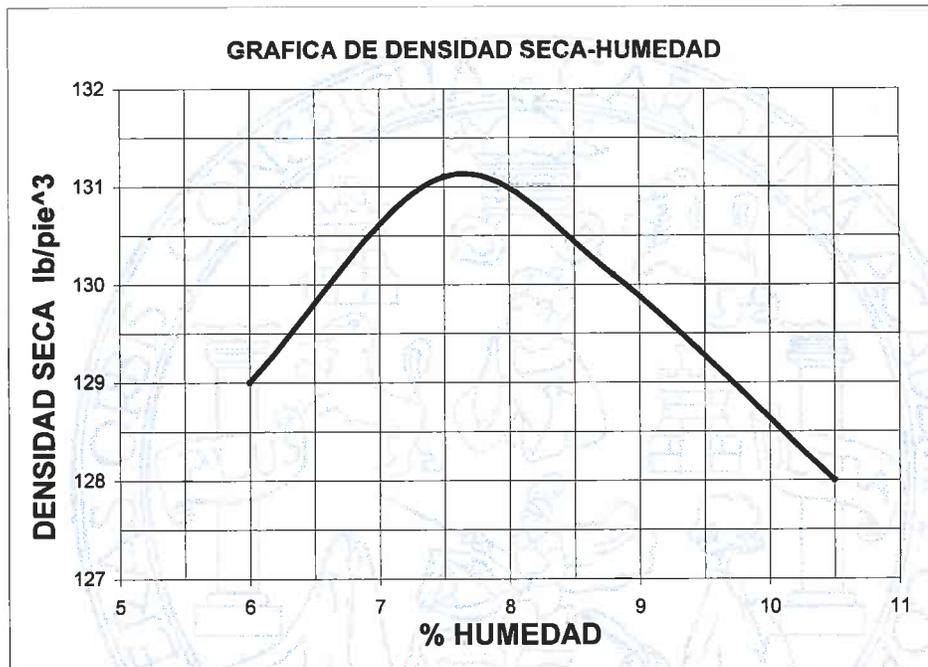
Interesado: Carlos Eduardo Ipiña Casasola
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

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

Proyecto: Diseño de drenaje sanitario para la aldea Jones y Pavimento rígido para la aldea Santa Rosalía Mármol, Río Hondo, Zacapa.

Ubicación: Río Hondo, Zacapa.

Fecha: 26 de noviembre de 2007



Banco No. 1

Descripción del suelo: Arena limosa con grava color café

Densidad seca máxima γ_d : 2102 Kg/m³ 131,2 lb/ft³

Humedad óptima Hop.: 7,7 %

Observaciones: Muestra tomada por el interesado

Atentamente,



Vo. Bo.:

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC



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



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

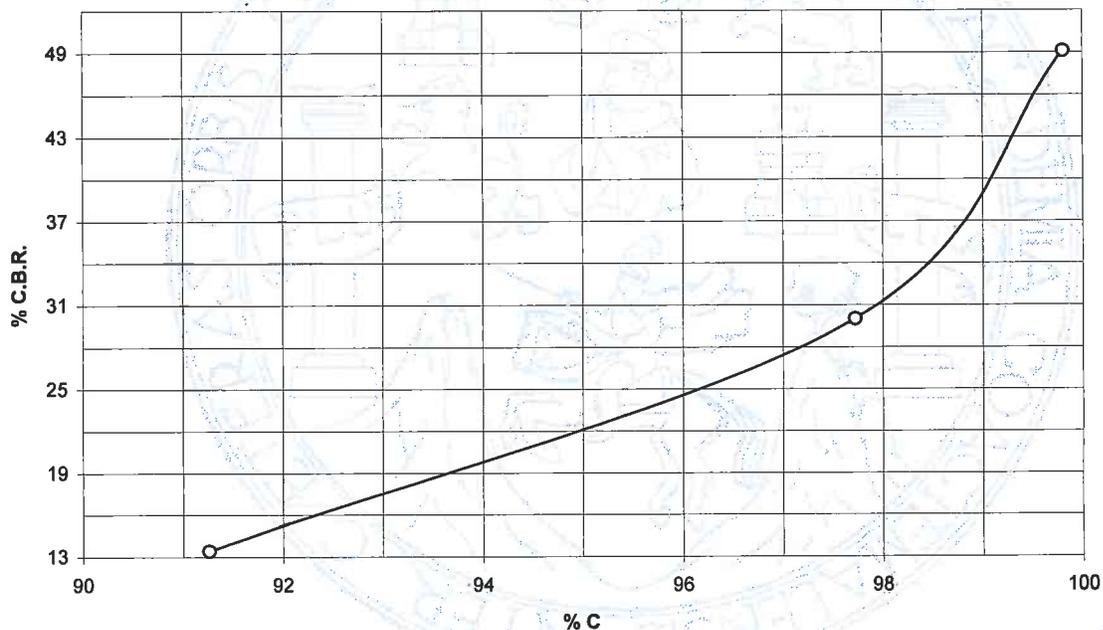


INFORME No.: 534 S.S. O.T.: 22,483

Interesado: Carlos Eduardo Ipiña Casasola
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
 Proyecto: Diseño de drenaje sanitario para la aldea Jones y Pavimento rígido para
 Ubicación: Río Hondo, Zacapa.
 Descripción del suelo: Arena limosa con grava color café
 Banco No.: 1
 Fecha: 26 de noviembre de 2007

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d (Lb/pie ³)			
1	10	7,50	119,7	91,3	0,65	13,4
2	30	7,50	128,2	97,7	1,13	30,0
3	65	7,50	130,9	99,8	0,70	49,1

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



Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





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

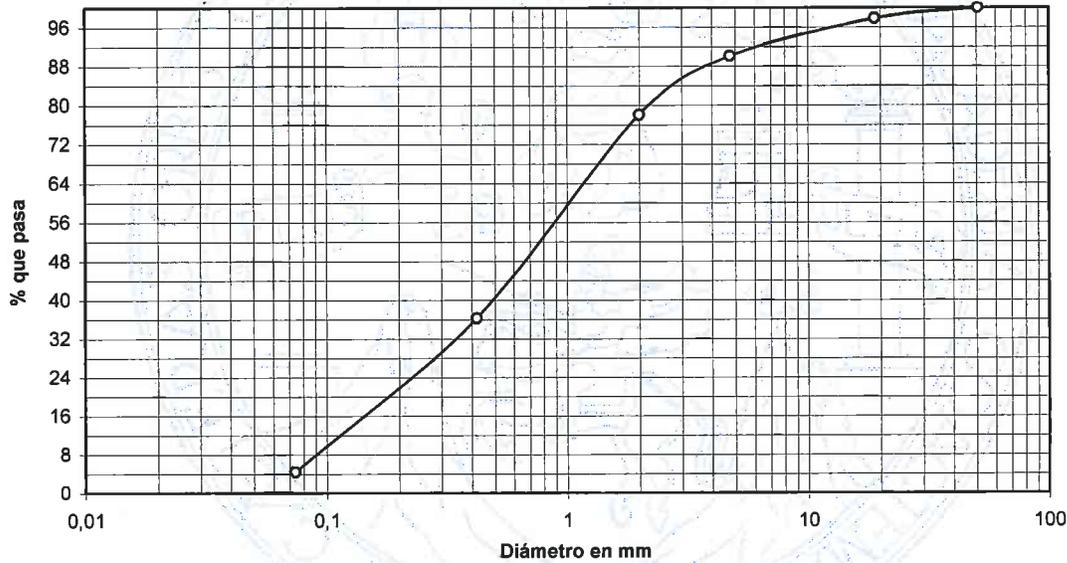


INFORME No. 535 S.S. O.T.: 22,483

Interesado: Carlos Eduardo Ipiña Casasola
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
 Proyecto: Diseño de drenaje sanitario para la aldea Jones y Pavimento rígido para la aldea Santa Rosalía Mármol, Río Hondo, Zacapa.
 Procedencia: Río Hondo, Zacapa.
 Fecha: 26 de noviembre de 2007
 Banco No. 1

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50,8	100,00
3/4"	19,00	97,80
4	4,76	90,11
10	2,00	78,02
40	0,42	36,26
200	0,074	4,40

% de Grava: 9,89
 % de Arena: 85,71
 % de Finos: 4,40



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



Atentamente,

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



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



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



INFORME No. 536 S S

O.T.: 22,483

Interesado: Carlos Eduardo Ipiña Casasola
Proyecto: Diseño de drenaje sanitario para la aldea Jones y Pavimento rígido para la aldea Santa Rosalía Mármol, Río Hondo, Zacapa.
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Banco No: 1
Ubicación: Río Hondo, Zacapa.

FECHA: 26 de noviembre de 2007

RESULTADOS:

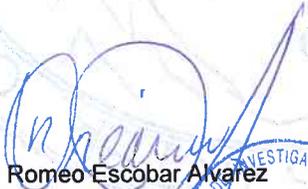
ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	24,4	6,0	SW	Arena limosa con grava color café

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

Observaciones: Muestra tomada por el interesado

Atentamente,

Vo. Bo.


Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC



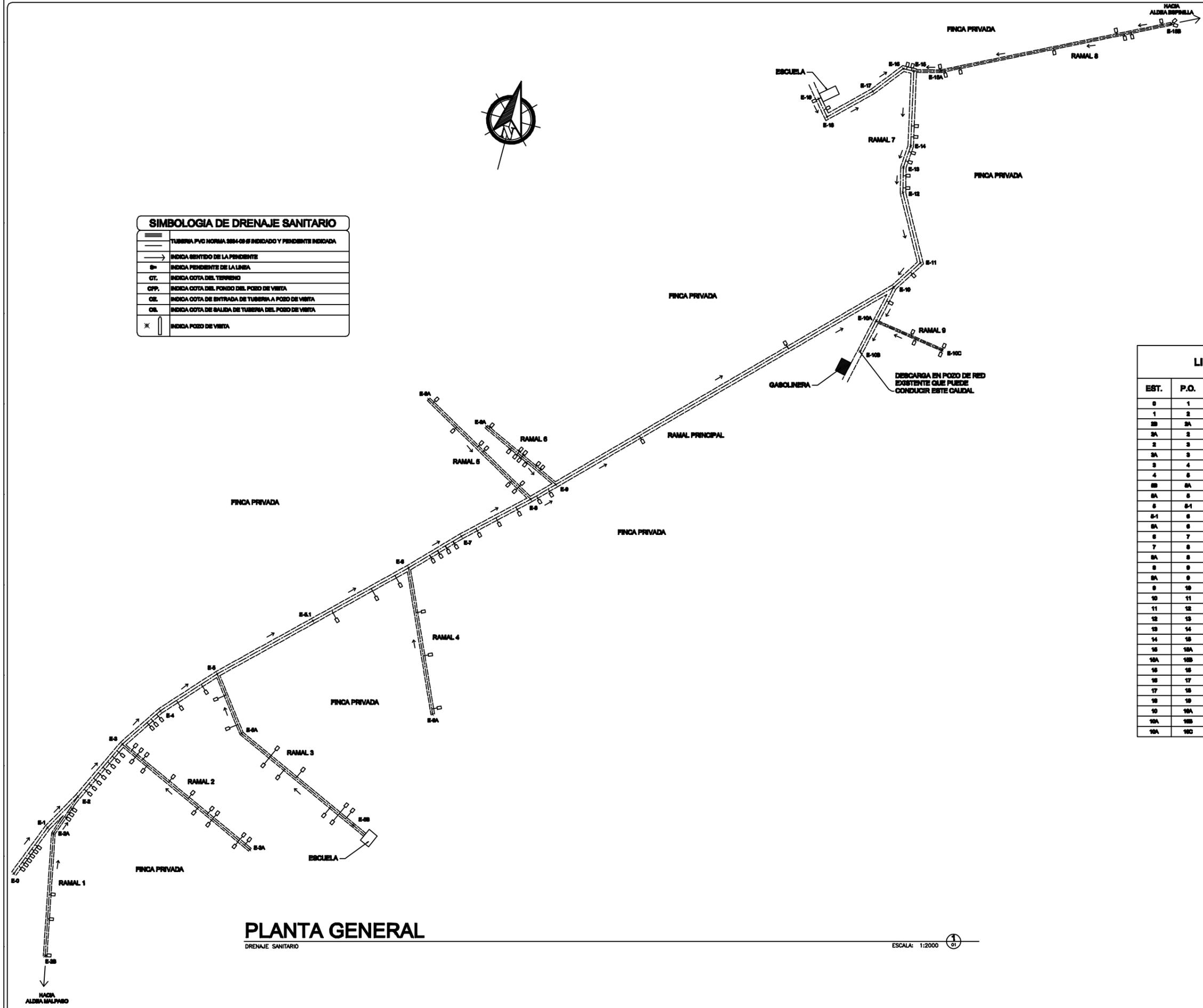

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



APÉNDICE B

SIMBOLOGÍA DE DRENAJE SANITARIO

	TUBERÍA PVC NORMA 2884-08 6" INDICADO Y PENDIENTE INDICADA
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
	INDICA PENDIENTE DE LA LÍNEA
	INDICA COTA DEL TERRENO
	INDICA COTA DEL FONDO DEL POZO DE VISITA
	INDICA COTA DE ENTRADA DE TUBERÍA A POZO DE VISITA
	INDICA COTA DE SALIDA DE TUBERÍA DEL POZO DE VISITA
	INDICA POZO DE VISITA

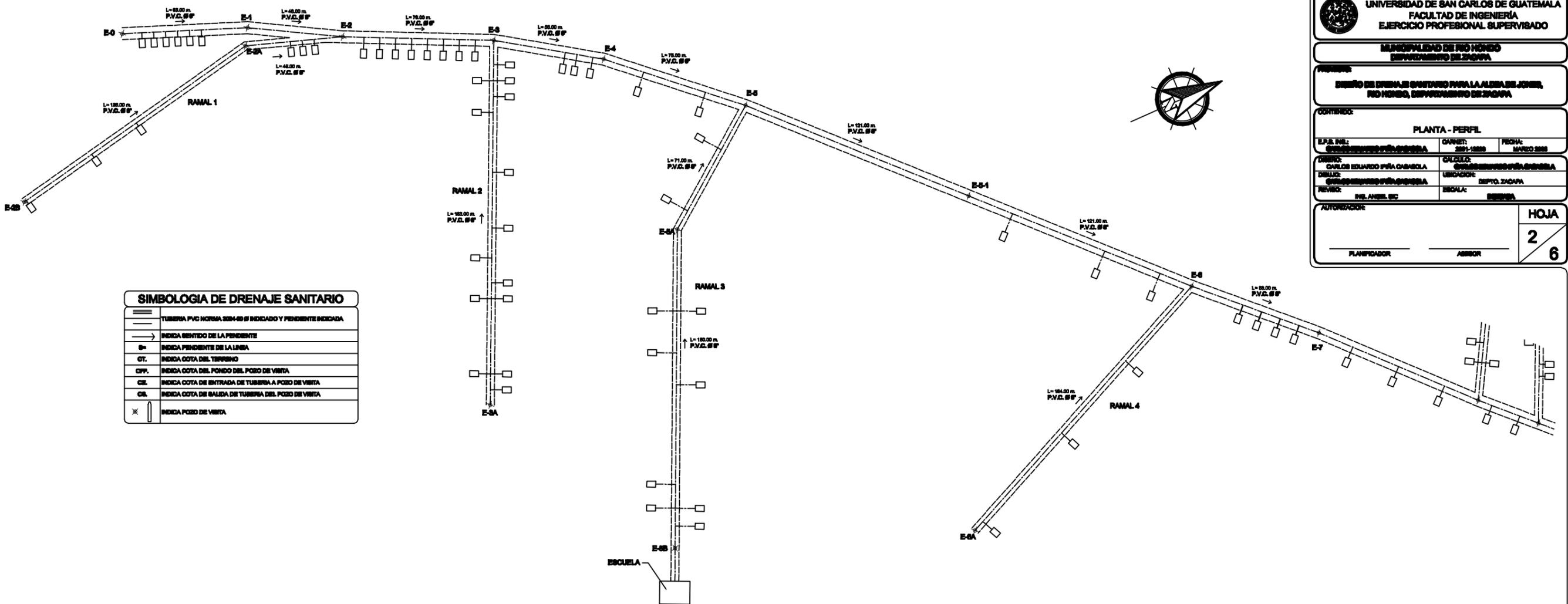


LIBRETA TOPOGRAFICA

EST.	P.O.	RUMBO	DISTANCIA
0	1	N 21° 12' E	50.00
1	2	N 30° 20' E	40.00
2	2A	S 10° 40' W	100.00
2A	2	S 11° 10' E	40.00
2	3	N 30° 20' E	70.00
3A	3	N 30° 20' W	100.00
3	4	N 30° 40' E	50.00
4	5	N 40° 00' E	70.00
5	5A	N 30° 30' W	100.00
5A	5	N 30° 10' W	71.00
5	5-1	N 40° 00' E	101.00
5-1	5	N 40° 00' E	101.00
5A	5	N 30° 20' W	100.00
5	7	N 40° 00' E	50.00
7	8	N 40° 00' E	57.00
8A	8	N 30° 30' W	100.00
8	9	N 40° 40' E	30.00
8A	9	N 30° 10' W	100.00
9	10	N 40° 40' E	400.70
10	11	N 30° 20' E	40.00
11	12	N 30° 20' W	50.00
12	13	N 10° 20' W	30.00
13	14	N 30° 30' E	30.00
14	15	N 10° 30' W	50.00
15	15A	N 70° 20' E	30.00
15A	15B	N 30° 20' E	200.00
15	15	S 01° 20' W	10.00
15	17	S 30° 10' W	40.00
17	15	S 40° 30' W	50.00
15	19	N 40° 30' W	30.00
15	19A	N 10° 30' W	40.00
19A	19B	N 10° 30' W	30.00
19A	19C	S 01° 30' E	50.00

PLANTA GENERAL
DRENAJE SANITARIO

ESCALA: 1:2000

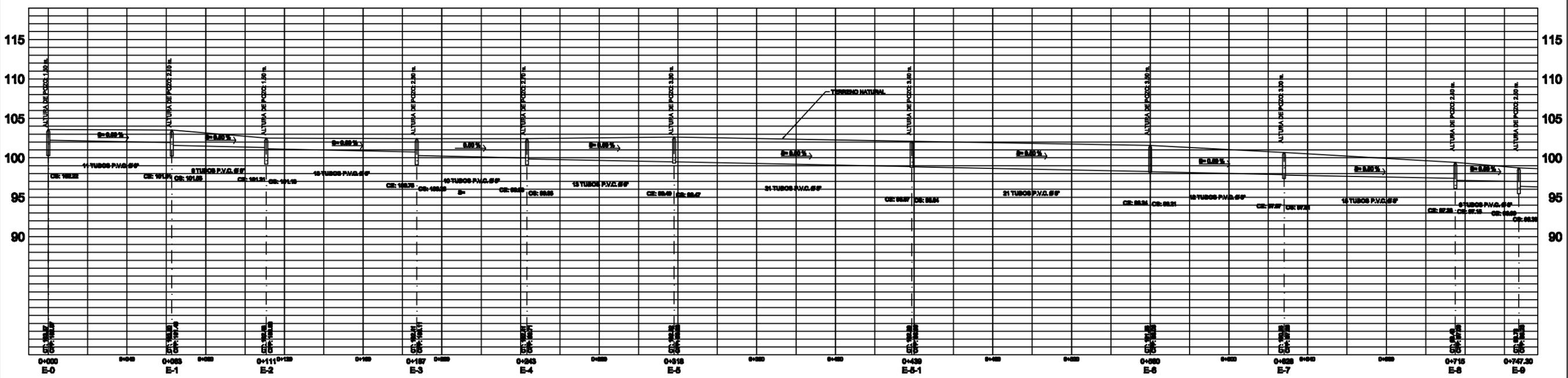


SIMBOLOGÍA DE DRENAJE SANITARIO

	TUBERIA PVC NORMA 2284-80 8" INDICADO Y PENDIENTE INDICADA
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
	INDICA PENDIENTE DE LA LINEA
	CT. INDICA COTA DEL TERRENO
	CFP. INDICA COTA DEL FONDO DEL POZO DE VISITA
	CE. INDICA COTA DE ENTRADA DE TUBERIA A POZO DE VISITA
	CS. INDICA COTA DE SALIDA DE TUBERIA DEL POZO DE VISITA
	INDICA POZO DE VISITA

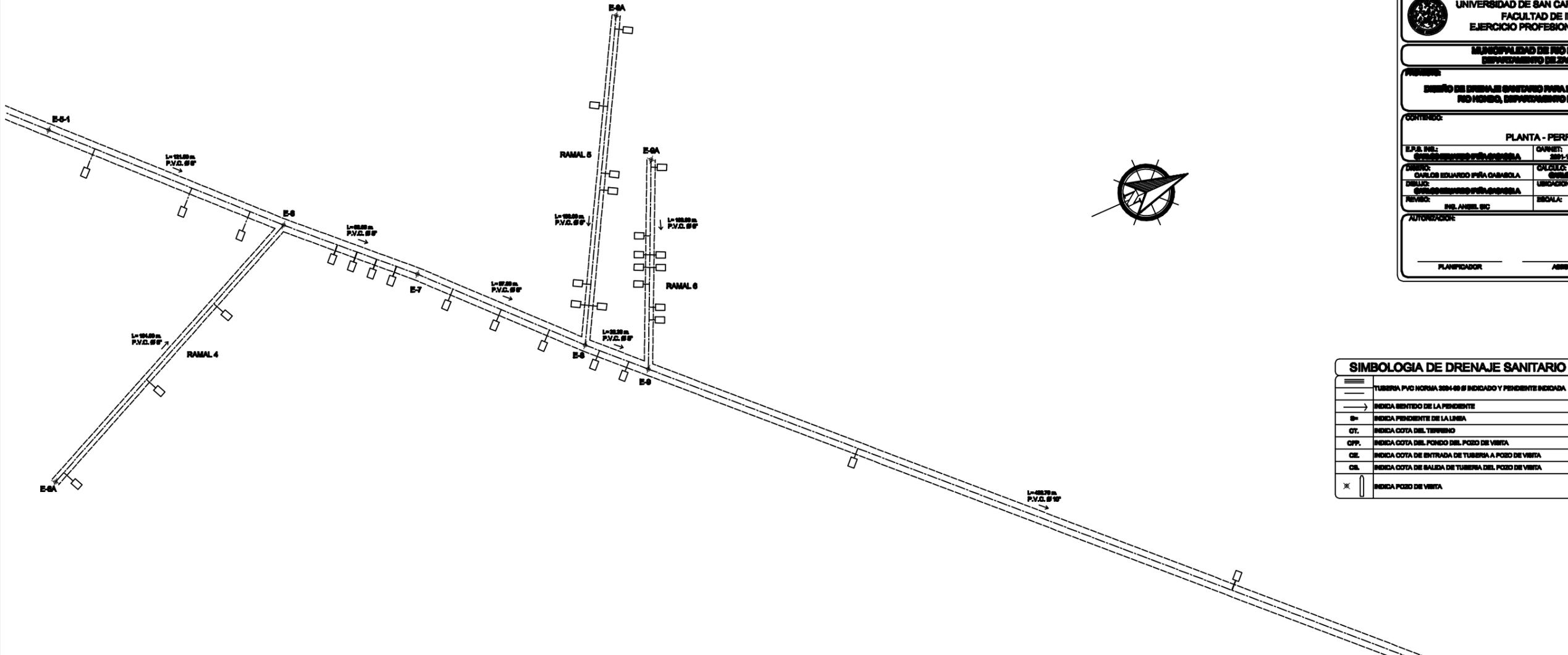
PLANTA

ESCALA: 1:1000



PERFIL TRAMO PRINCIPAL

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

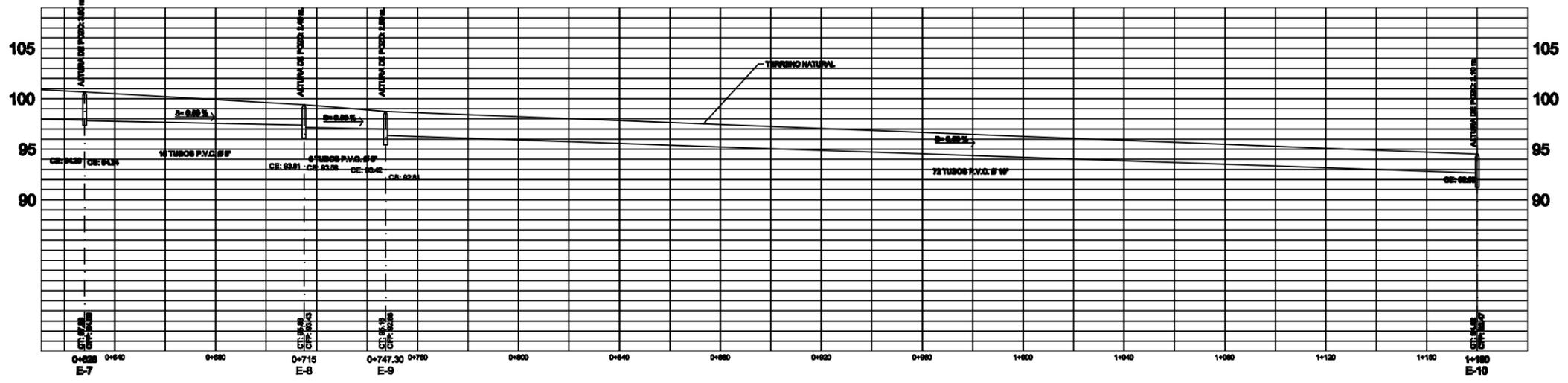
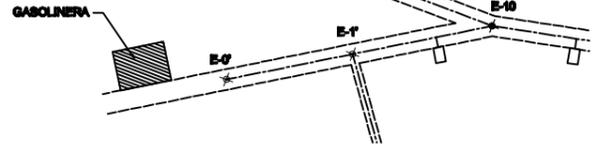


SIMBOLOGIA DE DRENAJE SANITARIO

	TUBERIA PVC NORMA 2004-60 Ø INDICADO Y PENDIENTE INDICADA
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
	INDICA PENDIENTE DE LA LINEA
	INDICA COTA DEL TERRENO
	INDICA COTA DEL FONDO DEL POZO DE VISITA
	INDICA COTA DE ENTRADA DE TUBERIA A POZO DE VISITA
	INDICA COTA DE SALIDA DE TUBERIA DEL POZO DE VISITA
	INDICA POZO DE VISITA

PLANTA

ESCALA: 1:1000

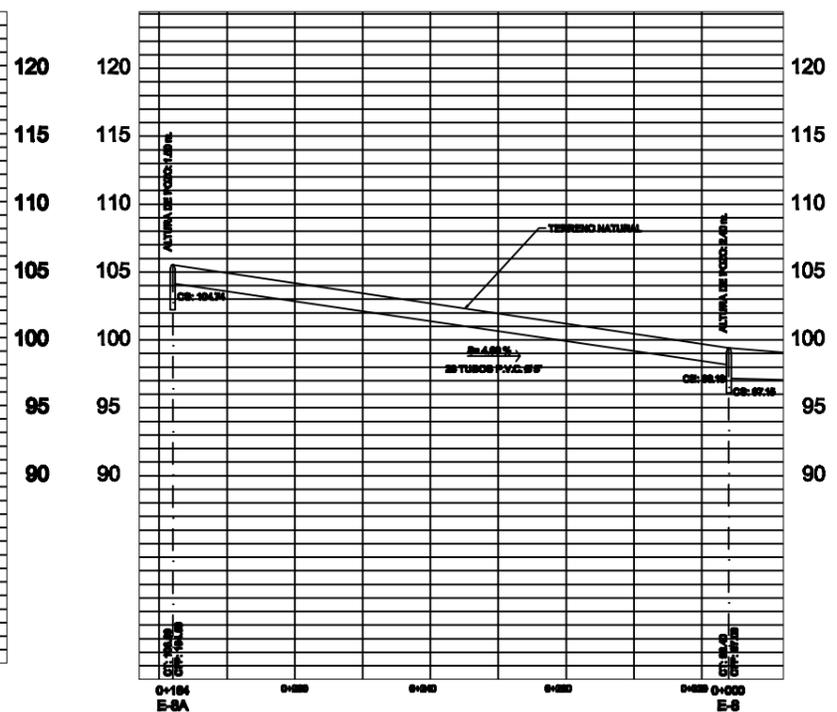
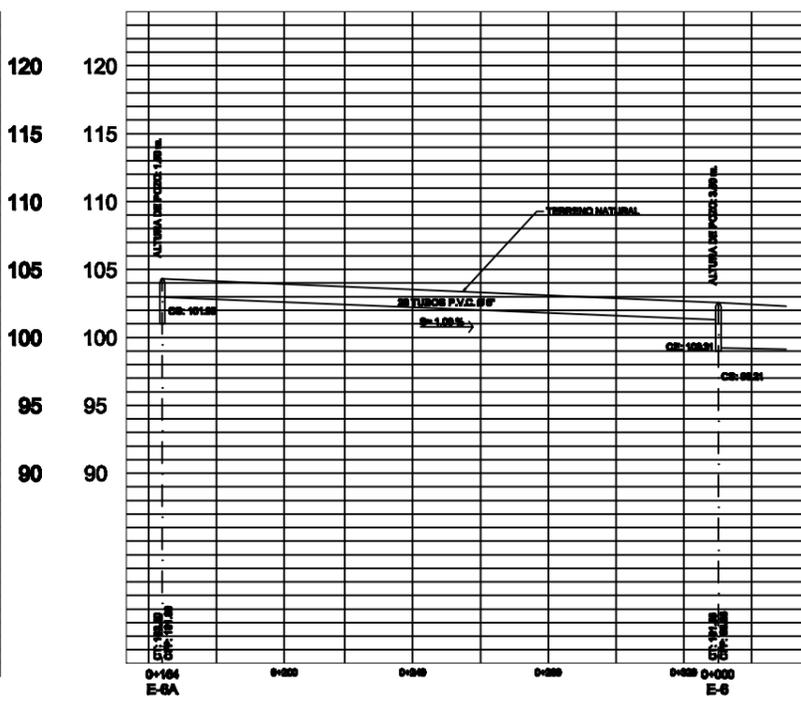
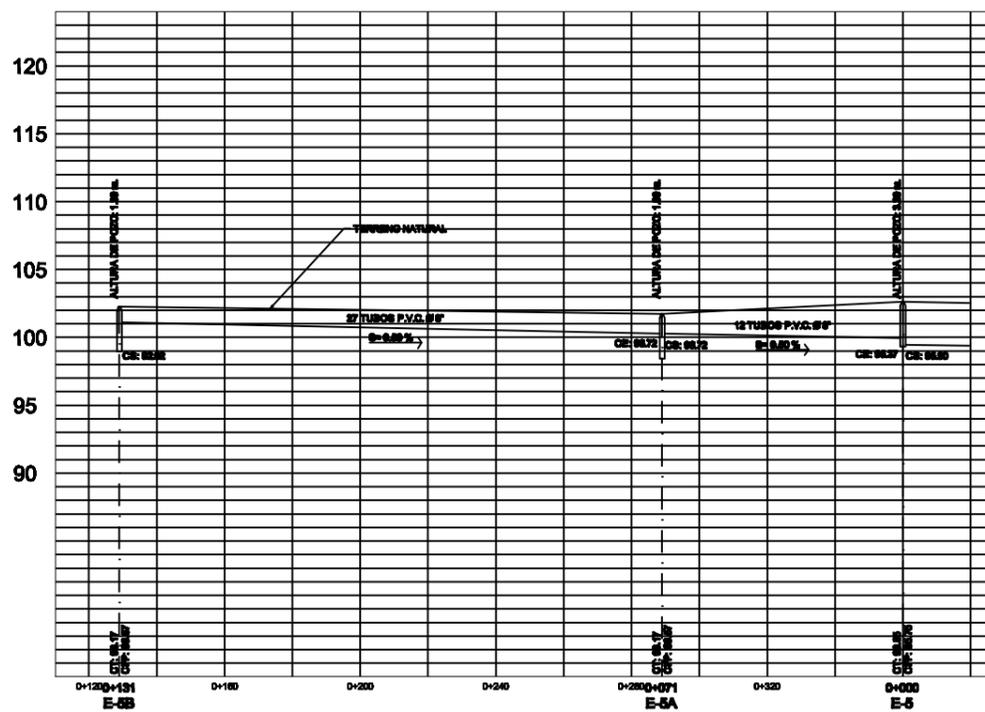
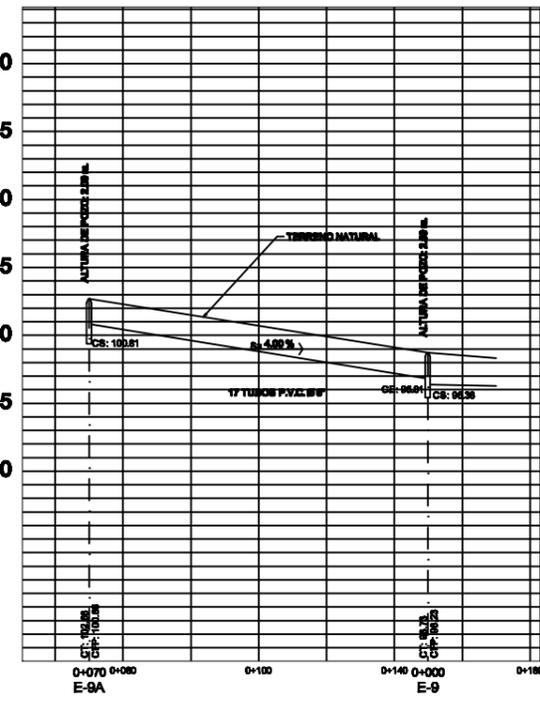
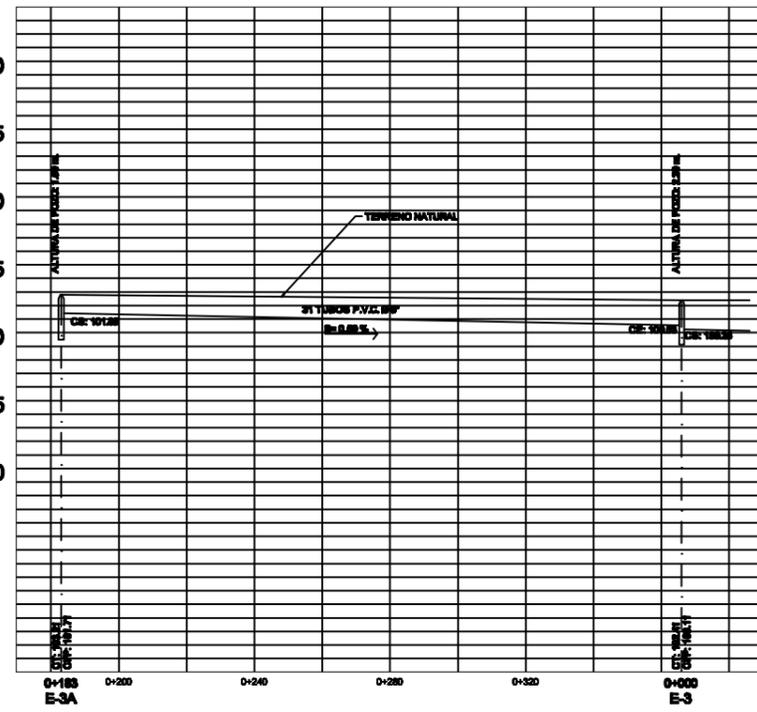
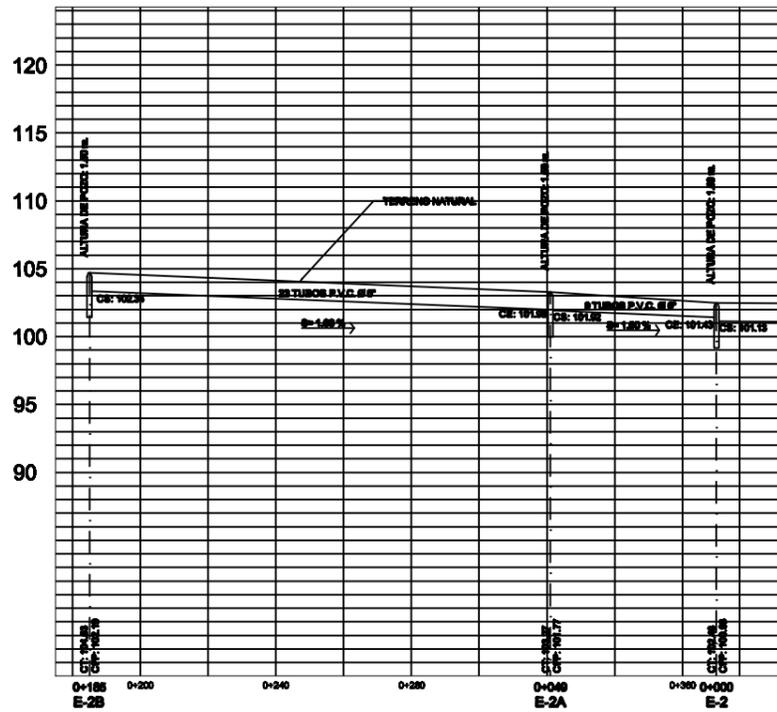


PERFIL TRAMO PRINCIPAL

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

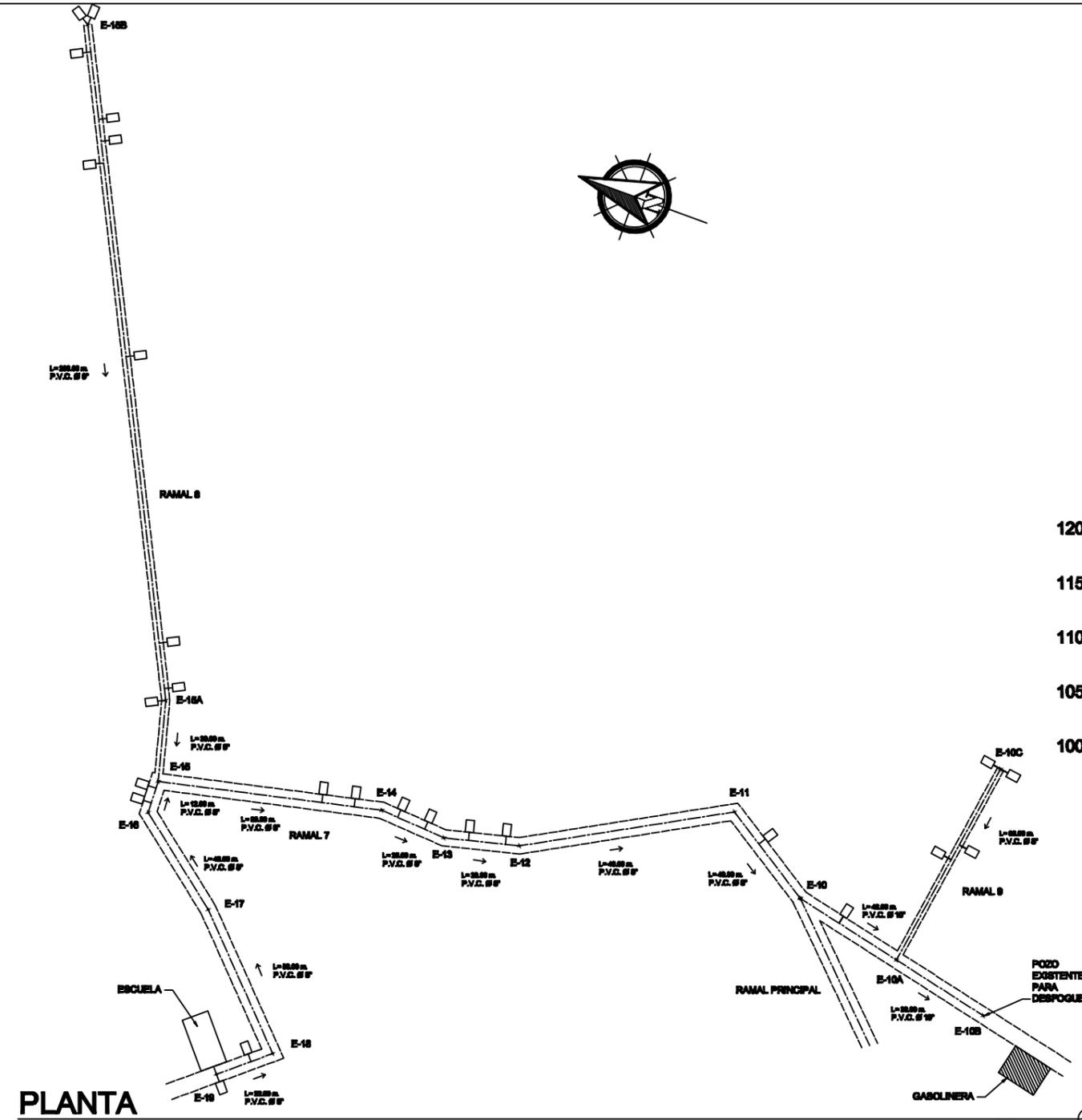
SIMBOLOGIA DE DRENAJE SANITARIO

	TUBERIA PVC NORMA 2684-09 8" INDICADO Y PENDIENTE INDICADA
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
	INDICA PENDIENTE DE LA LINEA
	INDICA COTA DEL TERRENO
	INDICA COTA DEL FONDO DEL POZO DE VISITA
	INDICA COTA DE ENTRADA DE TUBERIA A POZO DE VISITA
	INDICA COTA DE SALIDA DE TUBERIA DEL POZO DE VISITA
	INDICA POZO DE VISITA

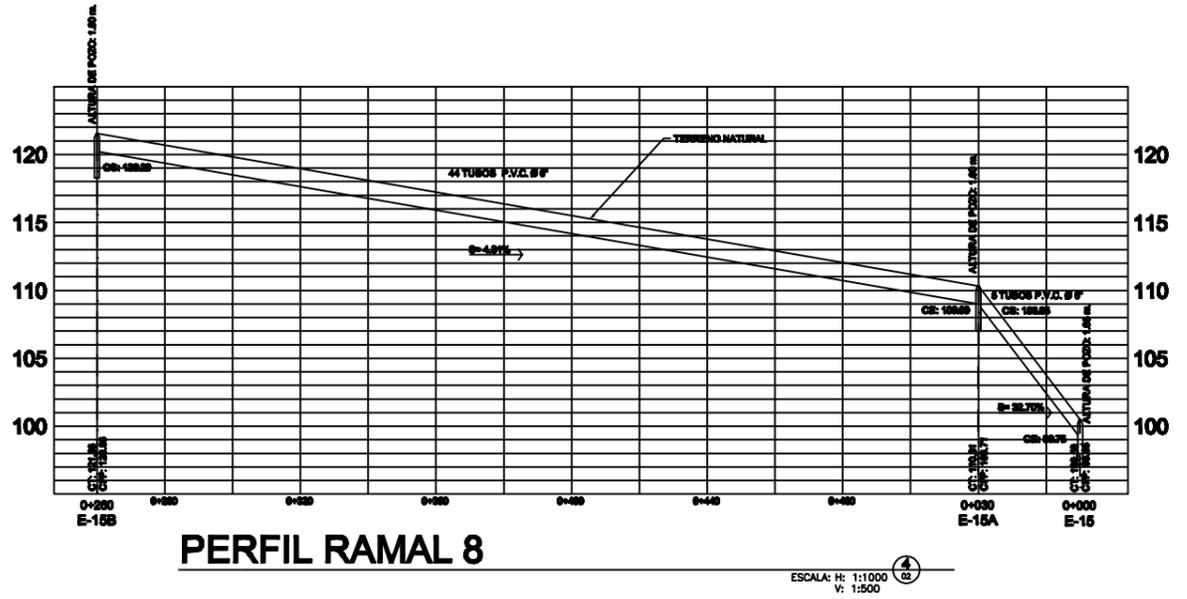


SIMBOLOGIA DE DRENAJE SANITARIO

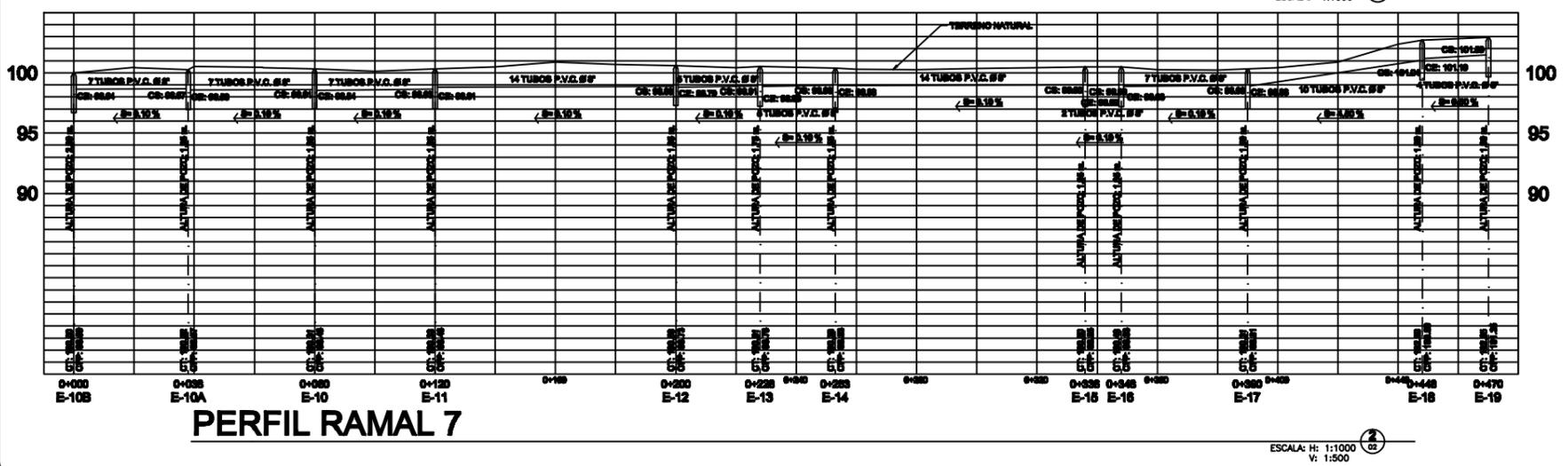
	TUBERIA PVC NORMA 2004-02 6" INDICADO Y PENDIENTE INDICADA
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
	INDICA PENDIENTE DE LA LINEA
	INDICA COTA DEL TERRENO
	INDICA COTA DEL FONDO DEL POZO DE VISITA
	INDICA COTA DE ENTRADA DE TUBERIA A POZO DE VISITA
	INDICA COTA DE SALIDA DE TUBERIA DEL POZO DE VISITA
	INDICA POZO DE VISITA



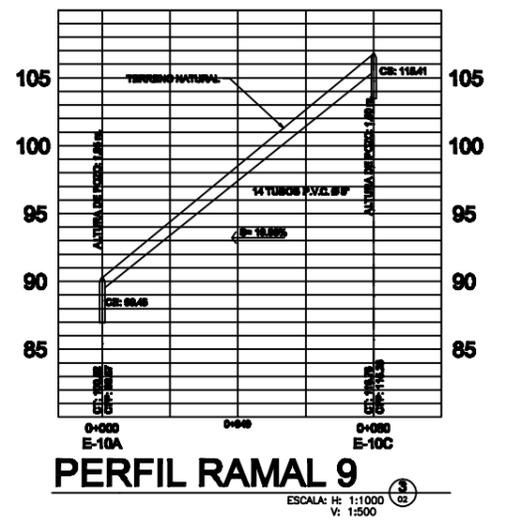
PLANTA



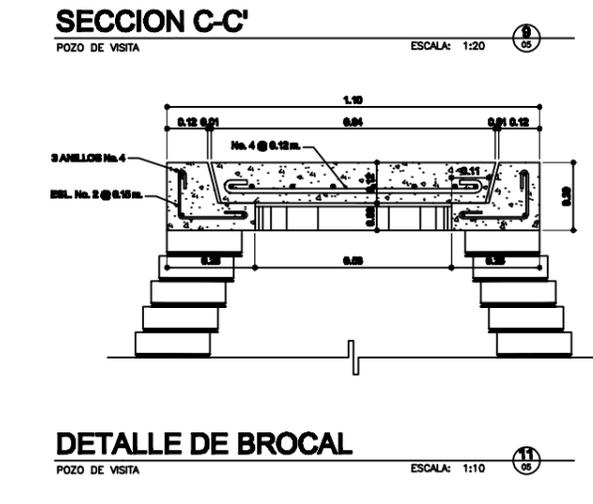
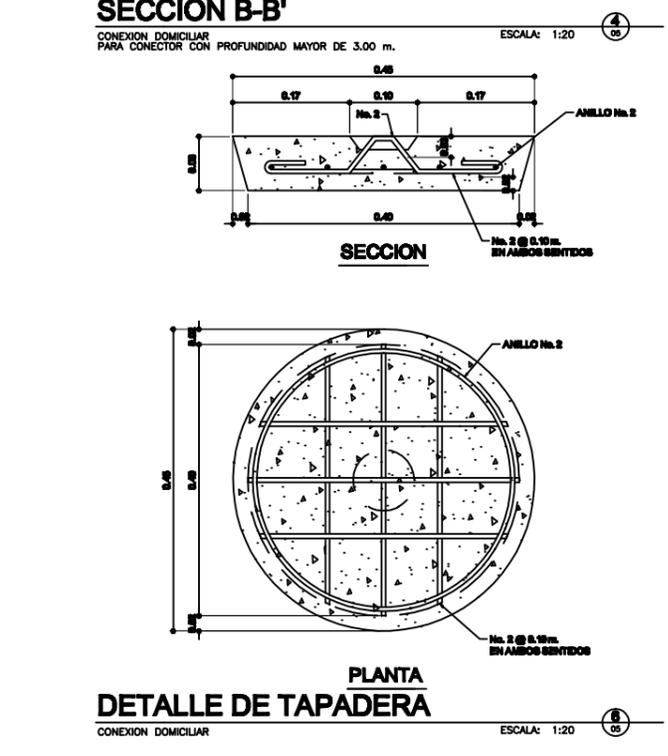
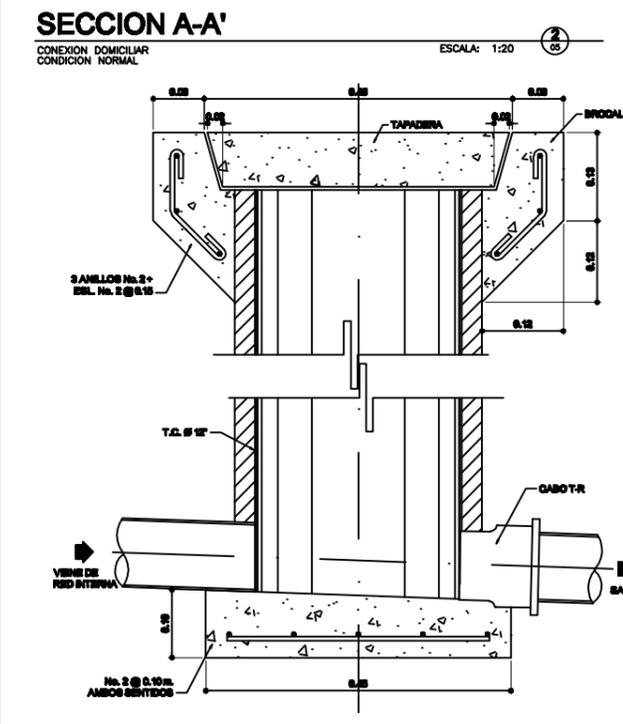
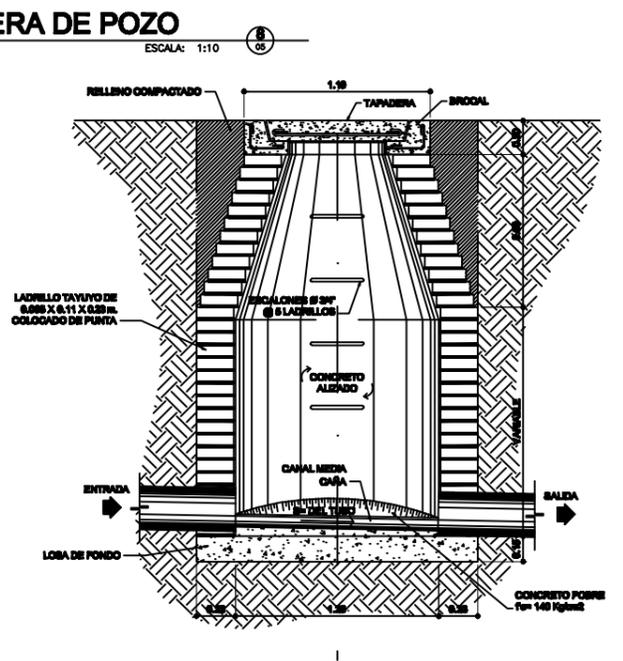
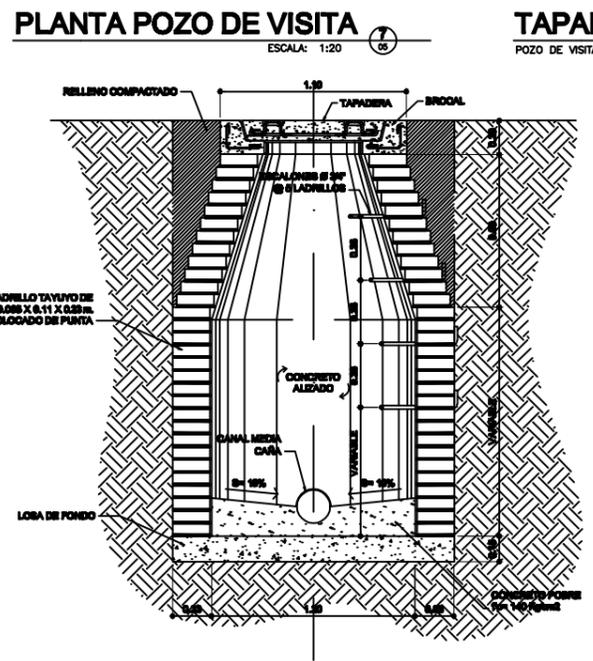
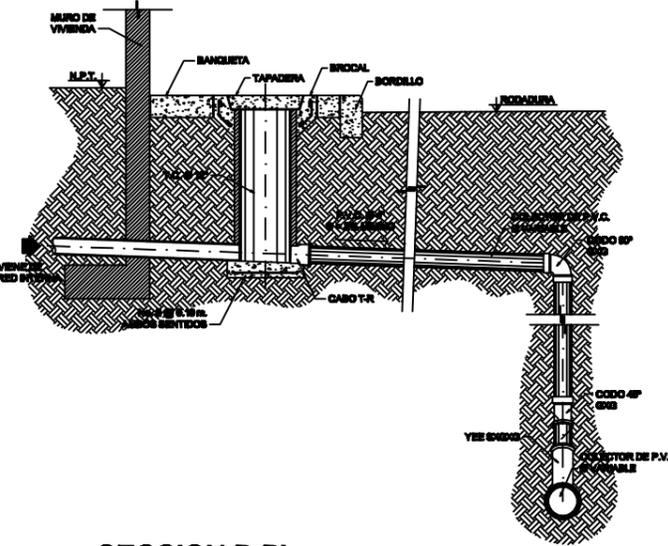
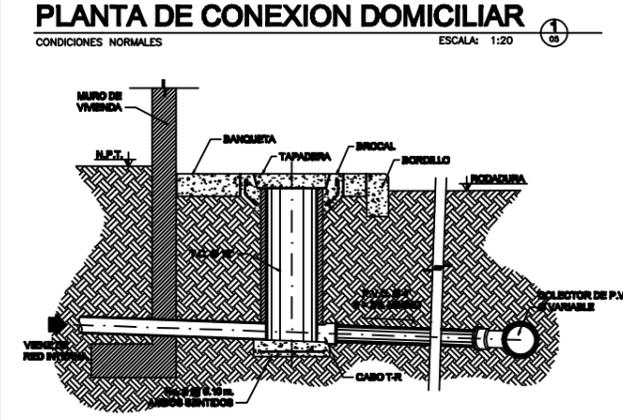
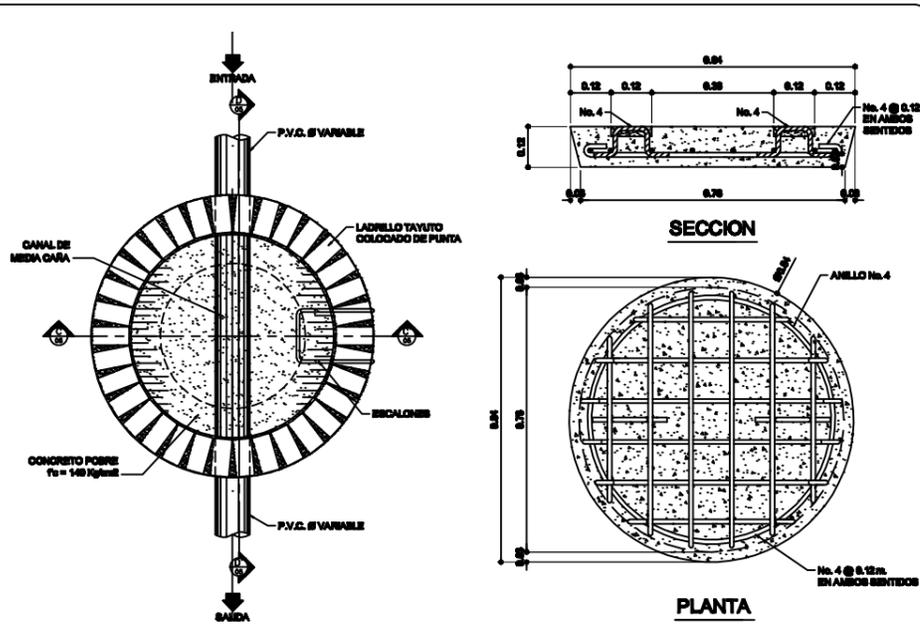
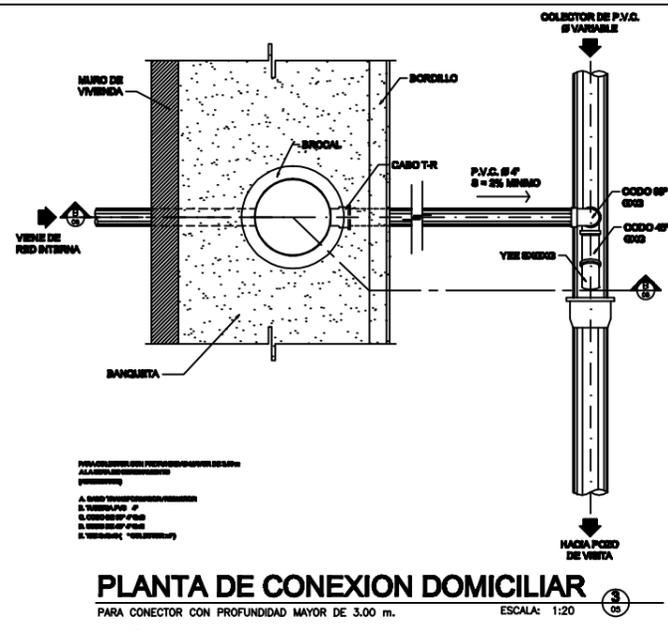
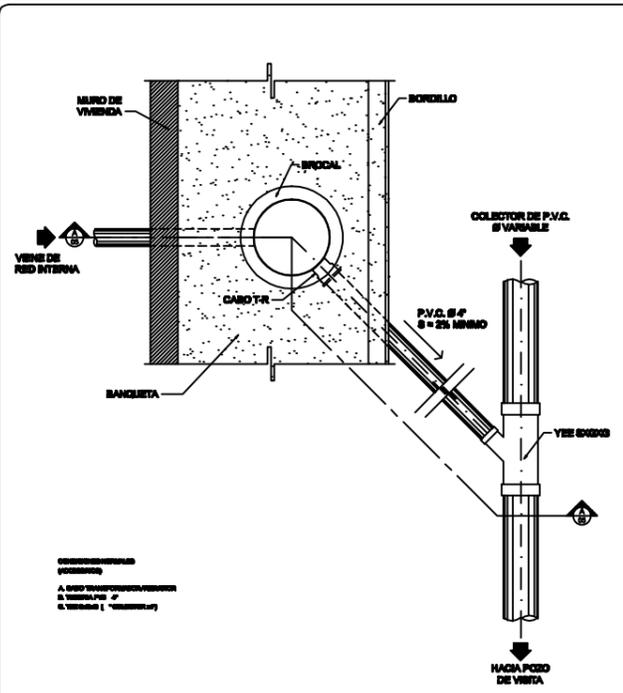
PERFIL RAMAL 8



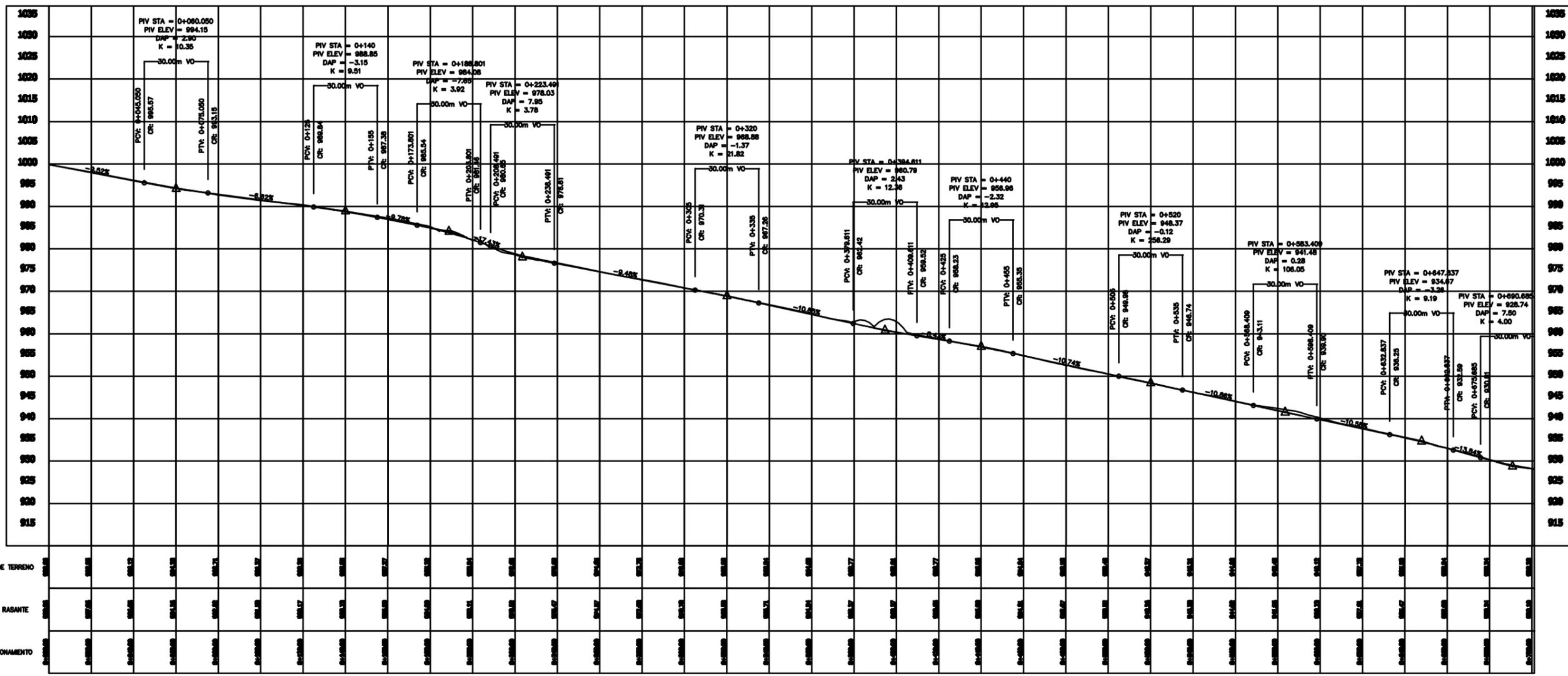
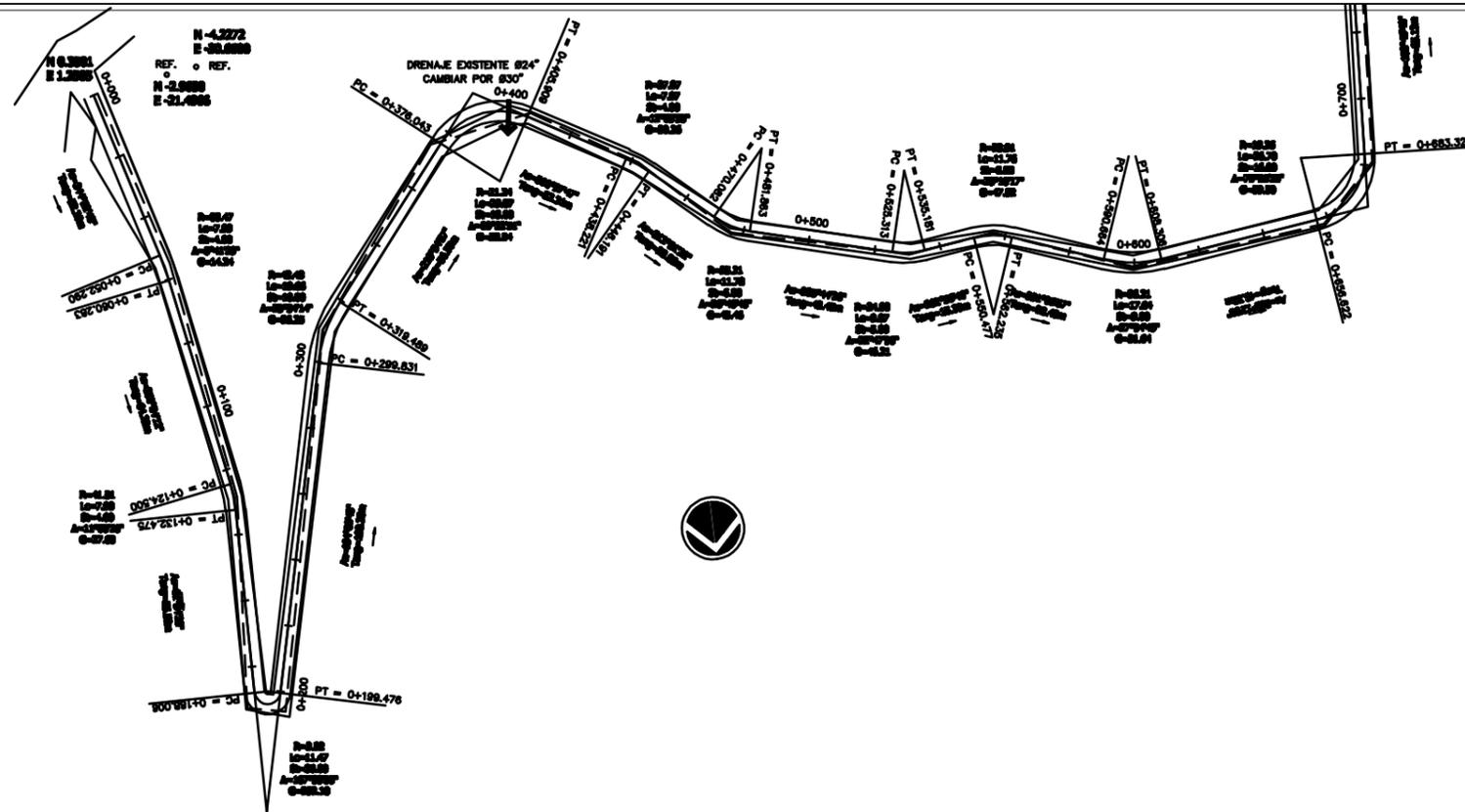
PERFIL RAMAL 7



PERFIL RAMAL 9



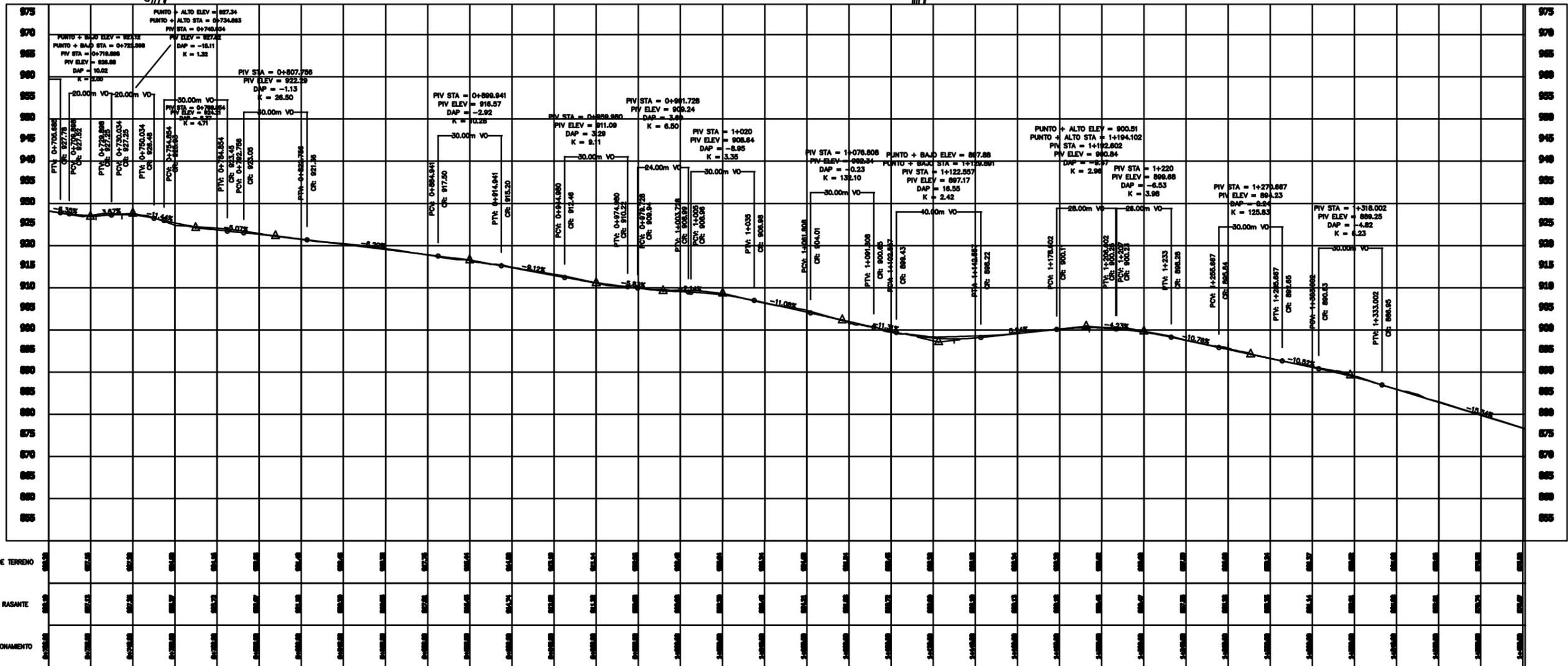
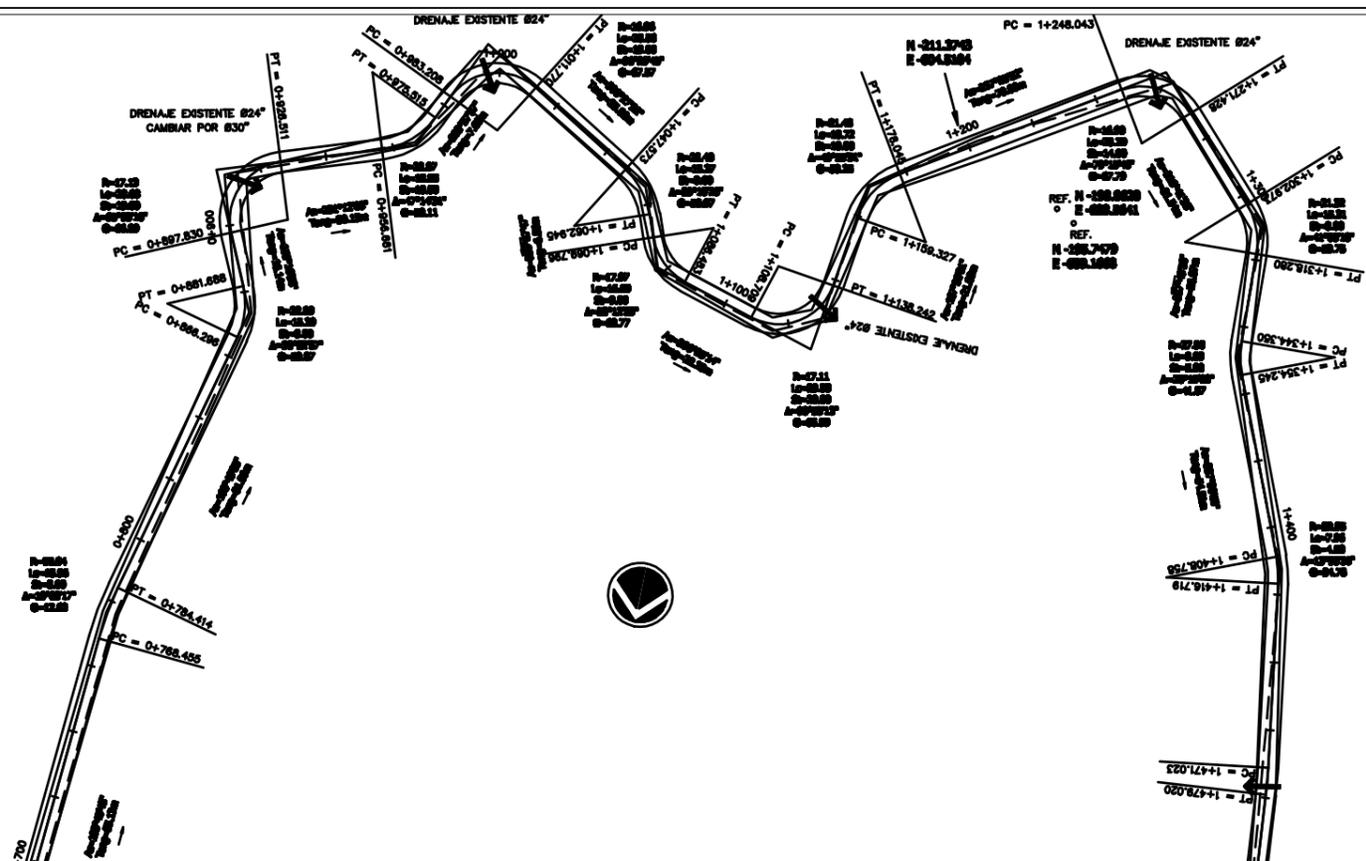
- NOTAS:**
- 1.- TODO EL CONCRETO A UTILIZAR TENDRA UNA RESISTENCIA A COMPRESION A LOS 28 DIAS DE 210 Kg/cm², MODULO DE RUPTURA 45 Kg/cm² A EXCEPCION QUE SE ESPECIFIQUE OTRO VALOR.
 - 2.- LA RESISTENCIA DEL ACERO SERA $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.
 - 3.- EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DEL LADRILLO SERA DE PROPORCION 1:3 (CEMENTO GRIS, ARENA DE RIO)
 - 4.- EL INTERIOR DE LOS TRAGANTES Y POZOS DE VISITA SERA DE ALZADO, EL MORTERO A UTILIZAR SERA DE PROPORCION 1:2 (CEMENTO GRIS, ARENA DE RIO) CON UN ESPESOR NO MAYOR DE 1 cm.





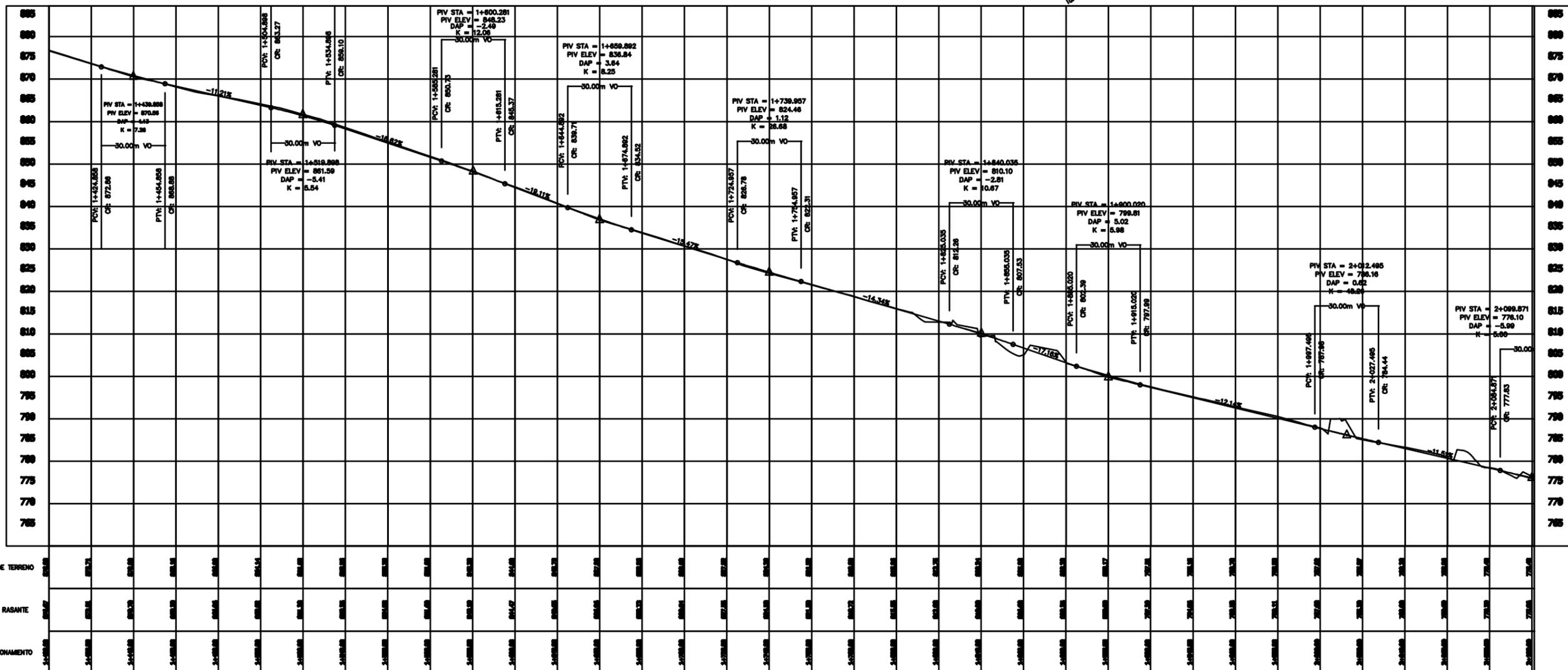
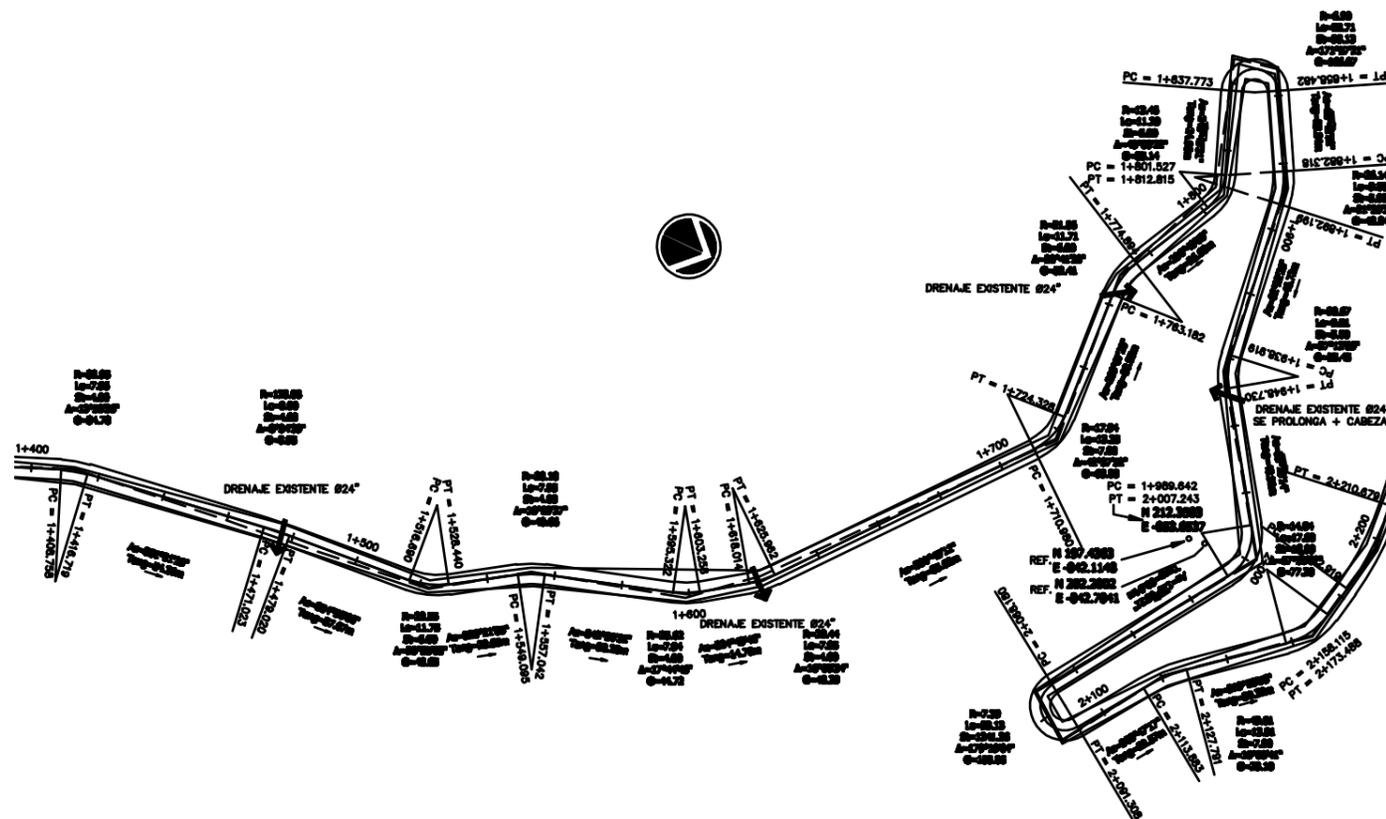
E.P.S. ING: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	CARNET: 2001-13233	FECHA: ENERO 2008
DISEÑO: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	CALCULO: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	
DELLUS: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	UBICACION: DEPTO. ZACAPA	
REVISO: ING. ANGEL SIC	EBICALA: INDICADA	

AUTORIZACION:	HOJA
PLANIFICADOR	2
ABEBOR	18



E.P.S. ING: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	CARNET: 2001-13283	FECHA: ENERO 2008
DISEÑO: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	CALCULO: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	
DELLUX: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	UBICACION: DEPTO. ZACAPA	
REVISO: ING. ANGEL SIC	ESCALA: INDICADA	

AUTORIZACION:	HOJA 3
PLANIFICADOR	ASESOR

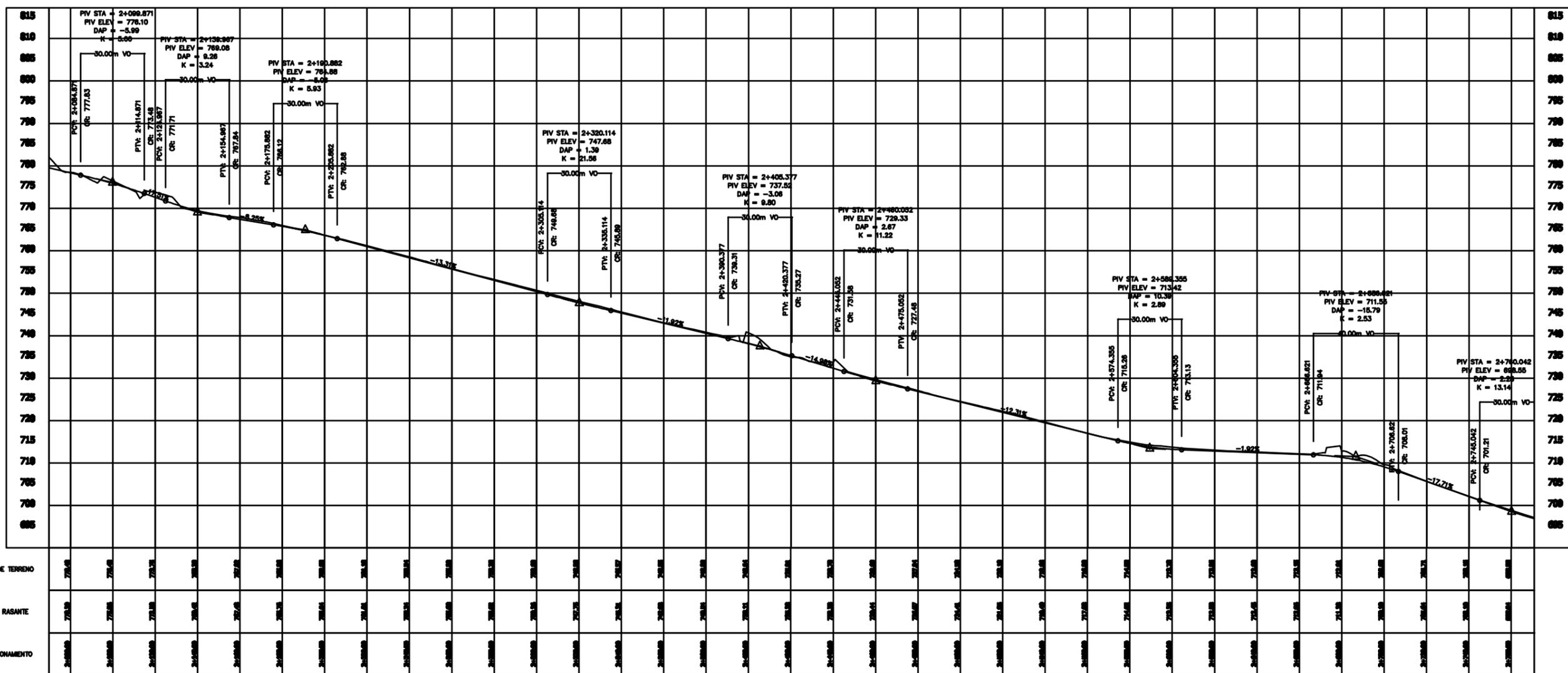
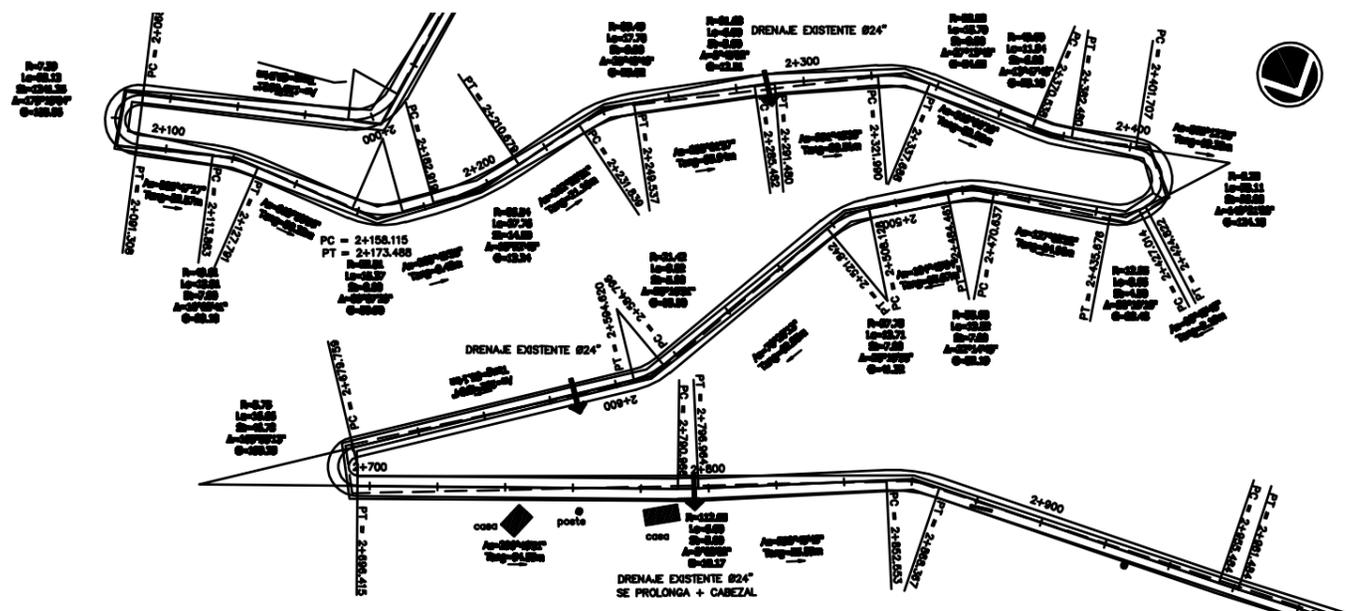


COTA DE TERRENO
 COTA RASANTE
 ESTACIONAMIENTO



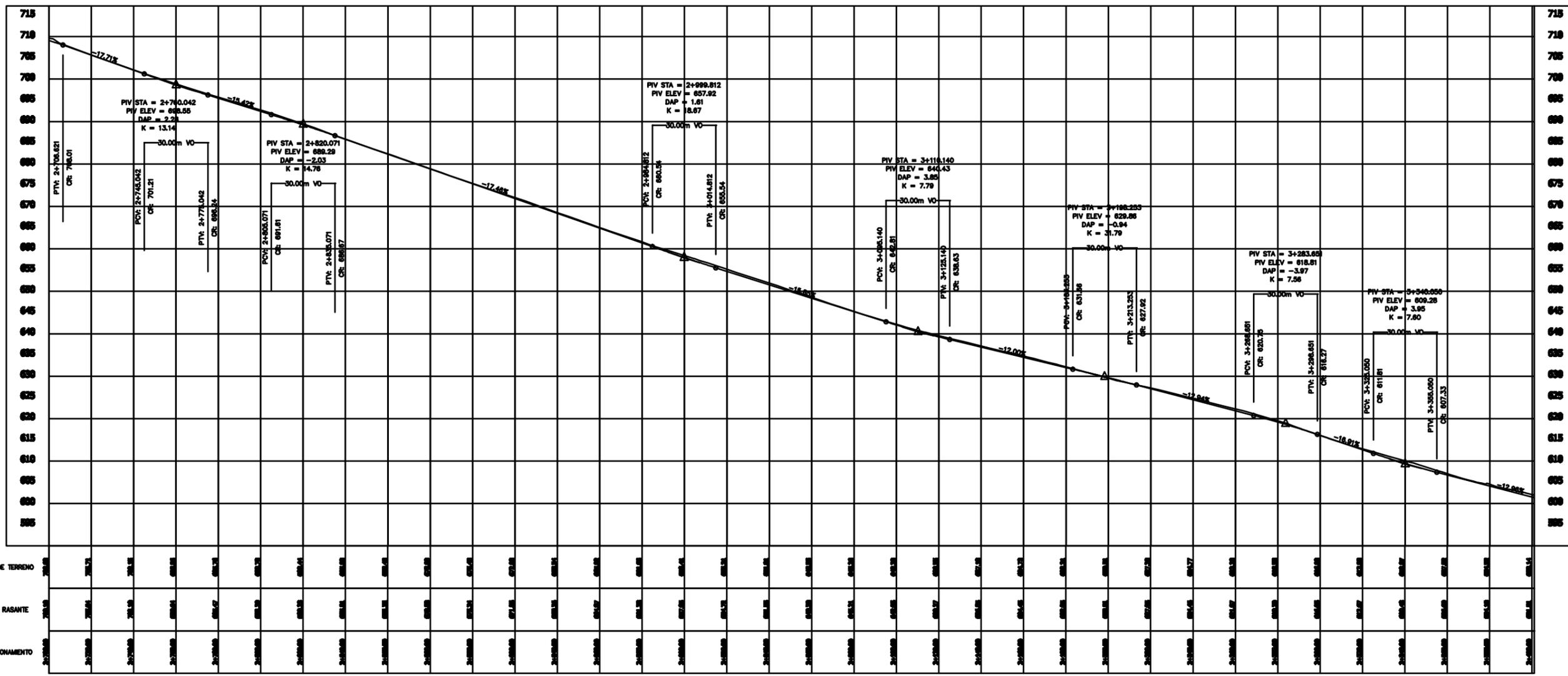
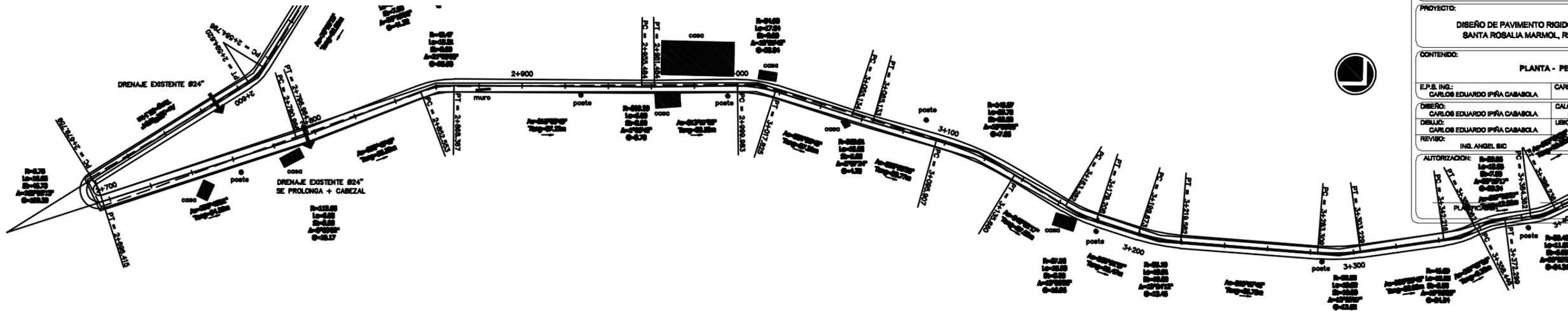
E.P.S. ING: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	CARNET: 2001-13293	FECHA: ENERO 2008
DISEÑO: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	CALCULO: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	
DESLIZ: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	UBICACION: DEPTO. ZACAPA	
REVISO: ING. ANGEL SIC	ESCALA: INDICADA	

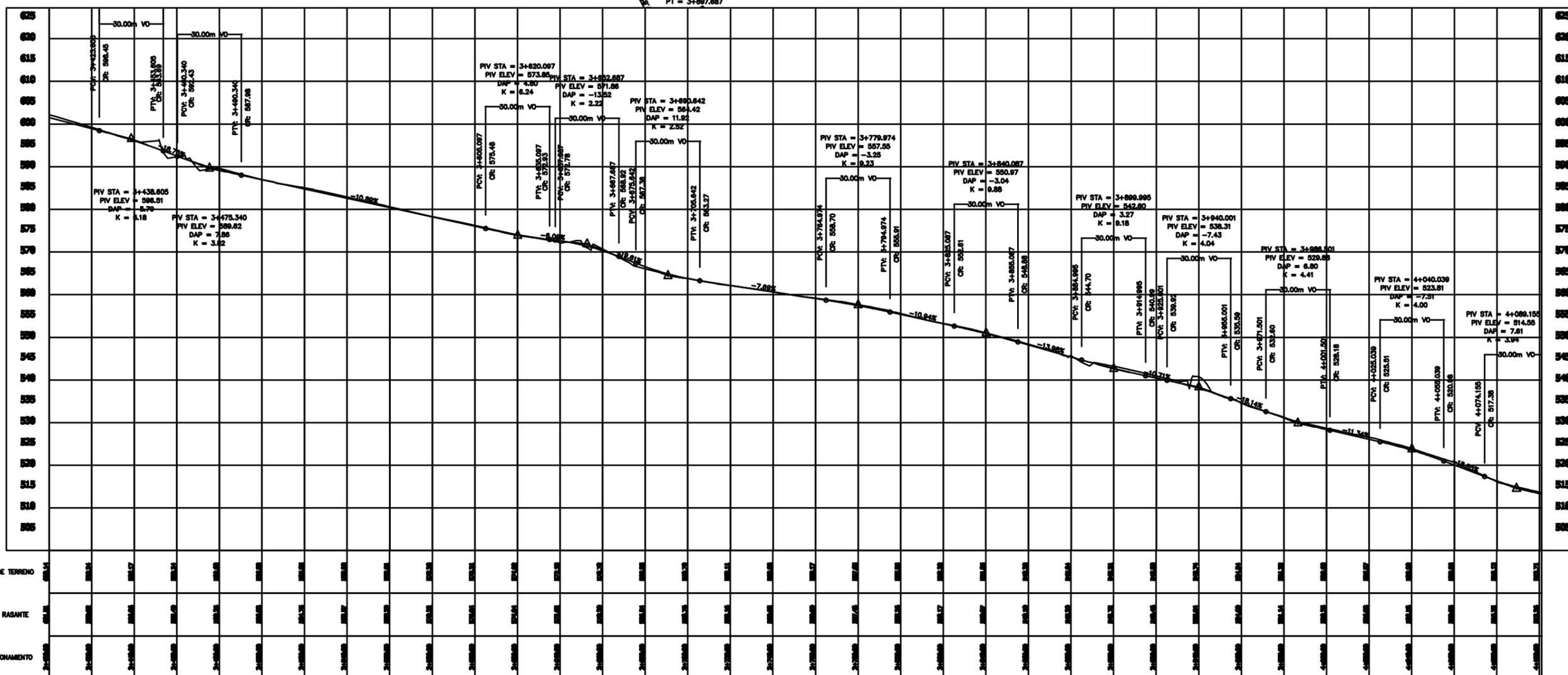
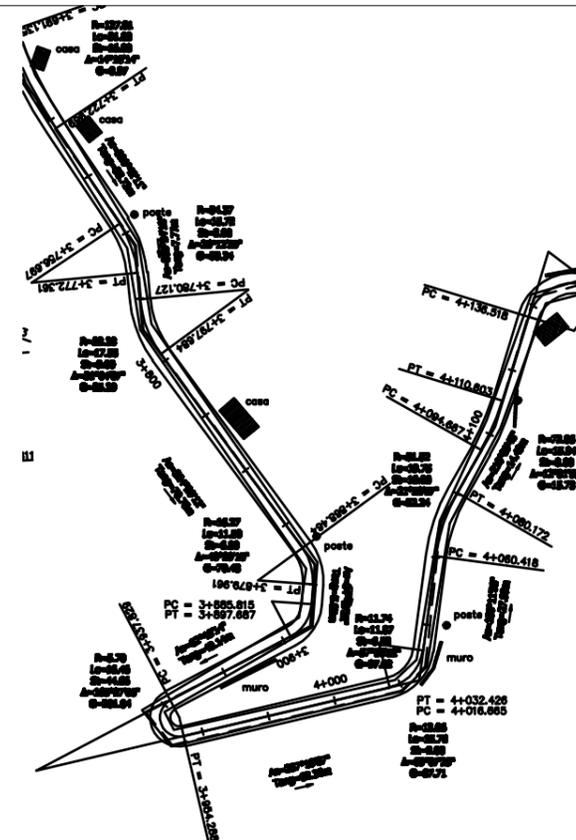
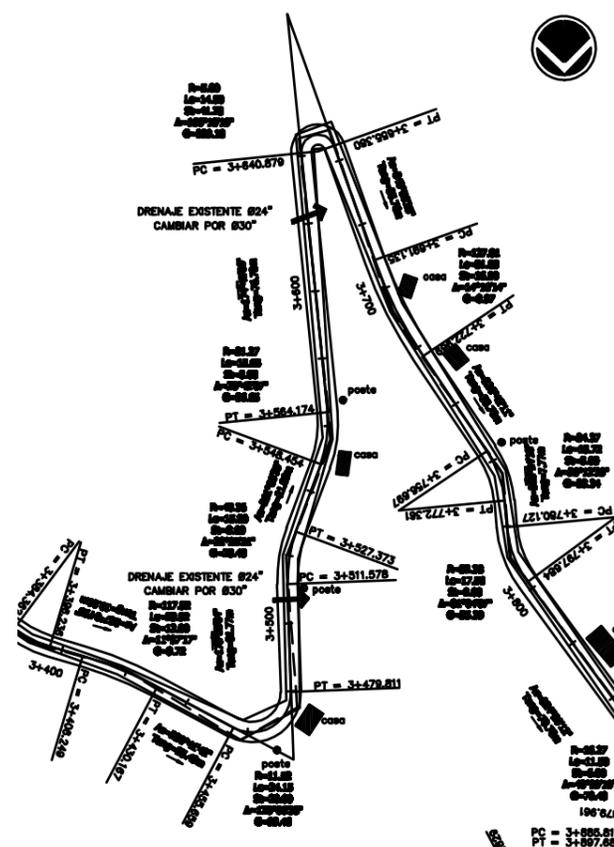
AUTORIZACION:	HOJA
PLANIFICADOR	4
ASESOR	18



E.P.S. ING.: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	CARNET: 2001-13293	FECHA: ENERO 2008
DISEÑO: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	CALCULO: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	
DEBILLO: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	UBICACION: DEPTO. ZACAPA	
REVISOR: ING. ANGEL SIC	INDICADA:	

AUTORIZACION: ING. ANGEL SIC	INDICADA:
---------------------------------	-----------







PROYECTO:

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALDEA DE
SANTA ROSALIA MARMOL, RIO HONDO, ZACAPA

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL

E.P.S. ING: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	CARNET: 2001-13283	FECHA: ENERO 2008
DISEÑO: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	CALCULO: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	
DESLAJE: CARLOS EDUARDO IPÍÑA CABABOLA	UBICACION: DEPTO. ZACAPA	
REVISOR: ING. ANGEL SIC	EBICALA: INDICADA	

AUTORIZACION:

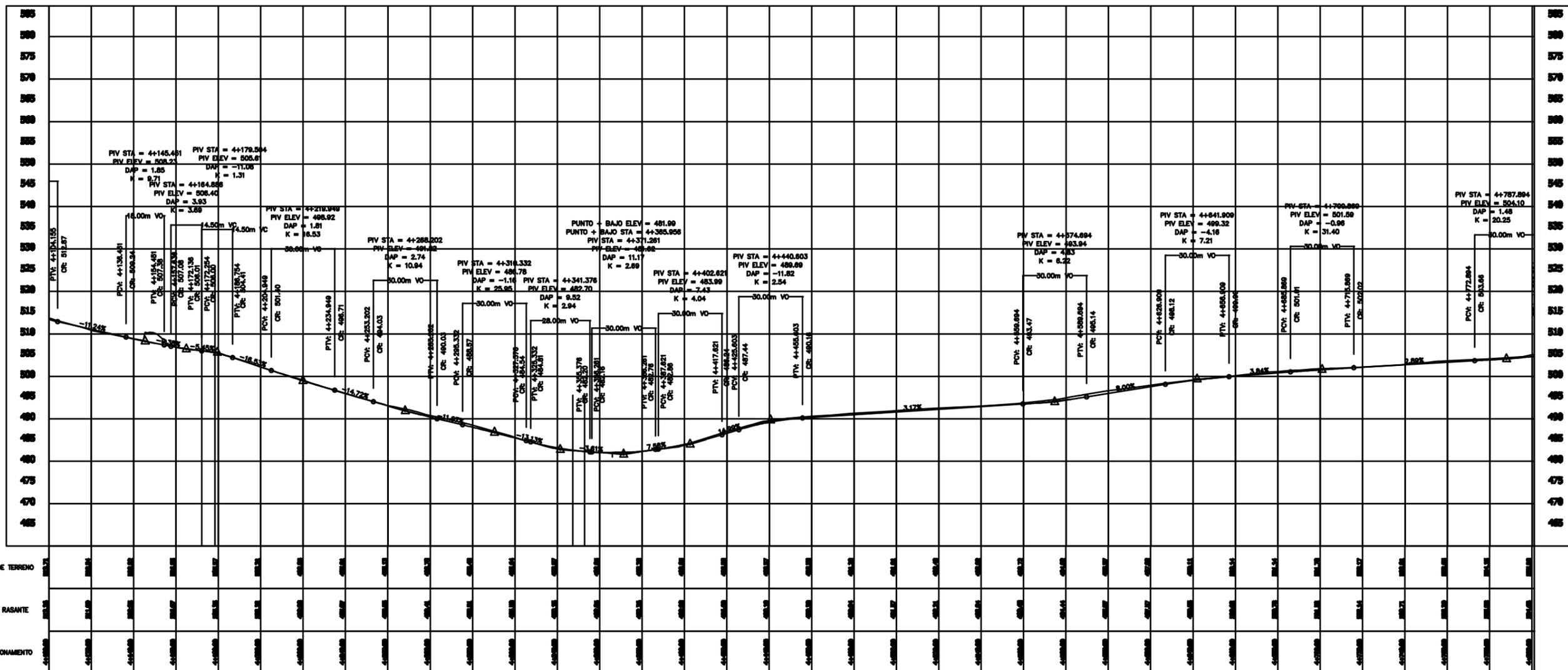
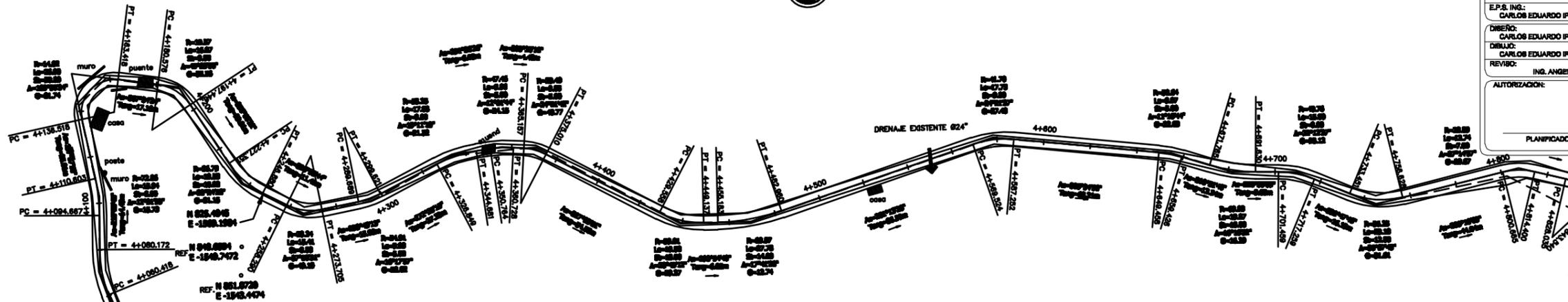
PLANIFICADOR

ASESOR

HOJA

7

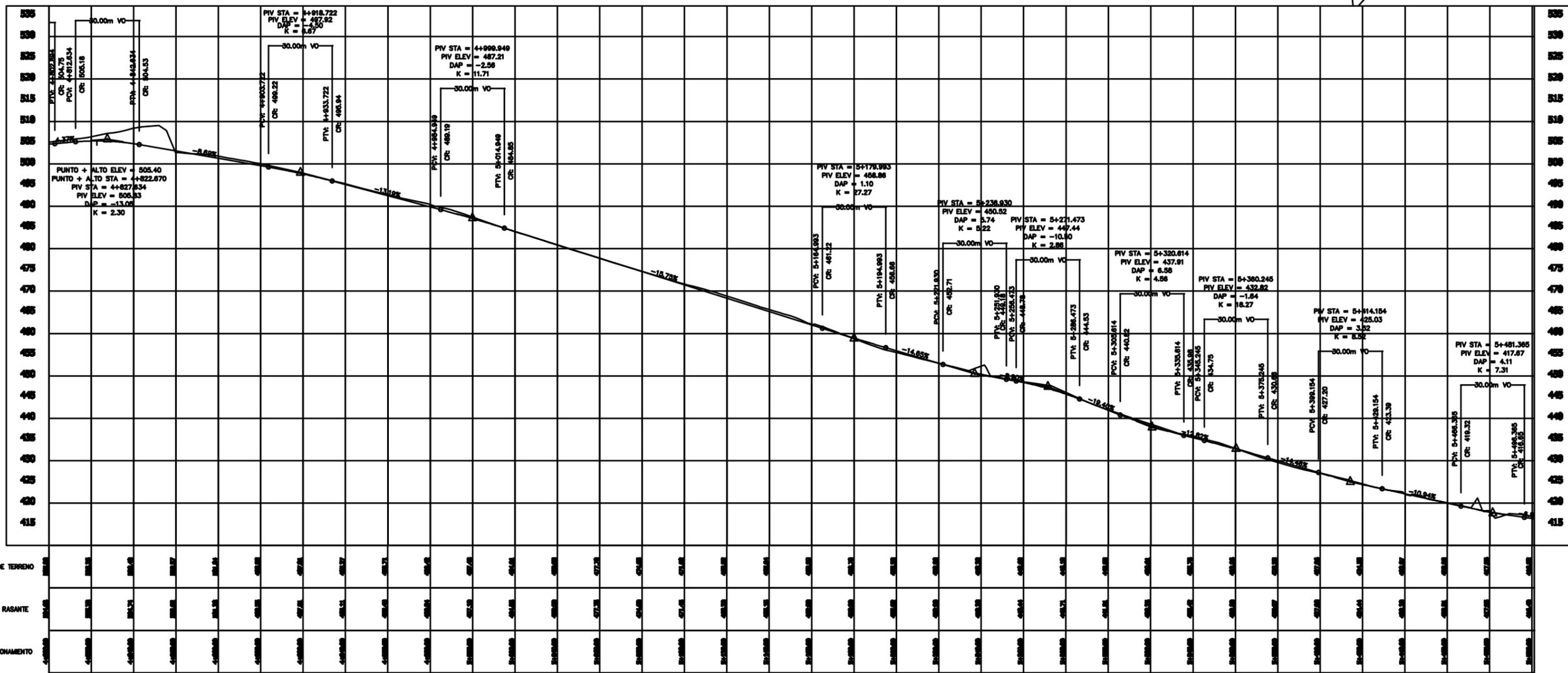
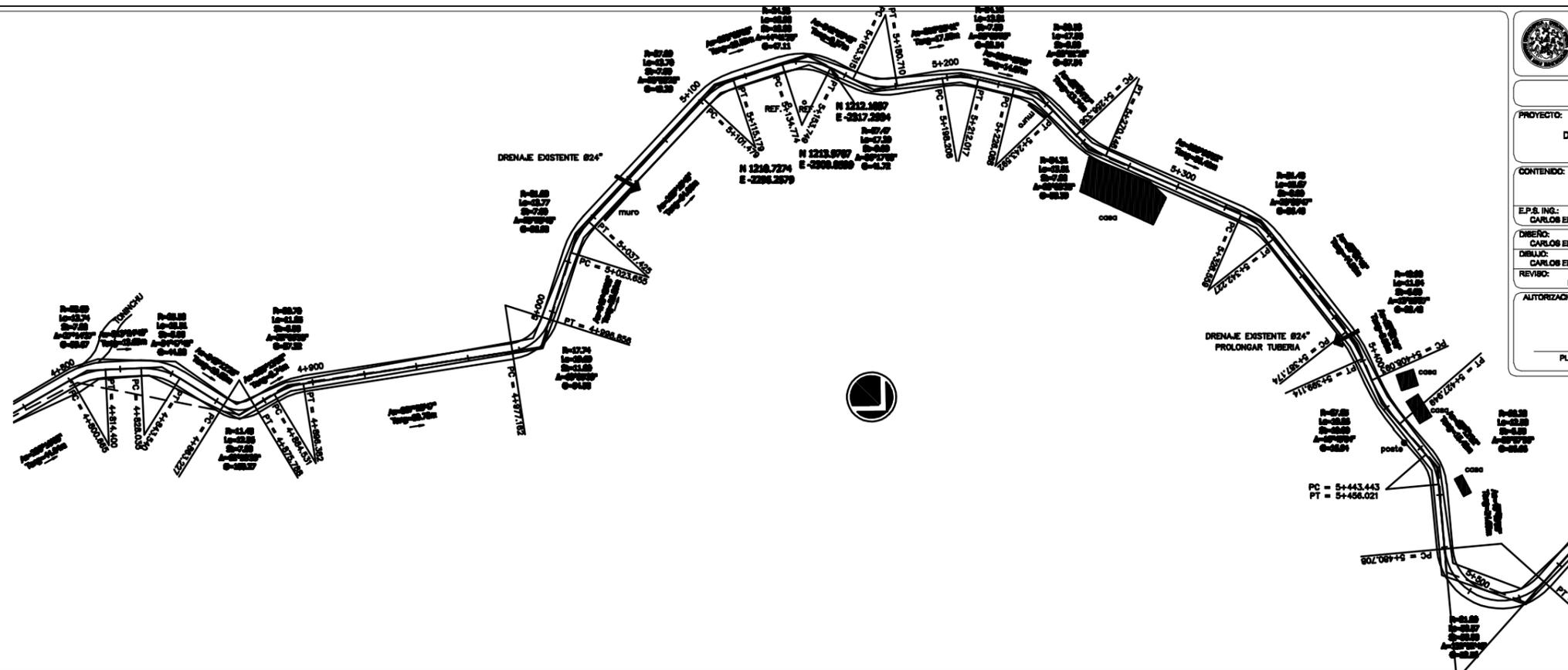
18





E.P.S. ING: CARLOS EDUARDO IPÁ CABABOLA	CARNET: 2001-13223	FECHA: ENERO 2008
DISEÑO: CARLOS EDUARDO IPÁ CABABOLA	CALCULO: CARLOS EDUARDO IPÁ CABABOLA	LIBRACION: DEPTO. ZACAPA
REVISOR: CARLOS EDUARDO IPÁ CABABOLA	EBICALA: ING. ANGEL SIC	INDICADA

AUTORIZACION:	HOJA 8 18
PLANIFICADOR	ASESOR





PROYECTO:
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALDEA DE
SANTA ROSALIA MARIMOL, RIO HONDO, ZACAPA

CONTENIDO:
SECCIONES

E.P.B. ING.: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA CARRIET: 2001-13293 FECHA: ENERO 2008

DISEÑO: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA CALCULO: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA

DIBUJO: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA UBICACION: DEPTO. ZACAPA

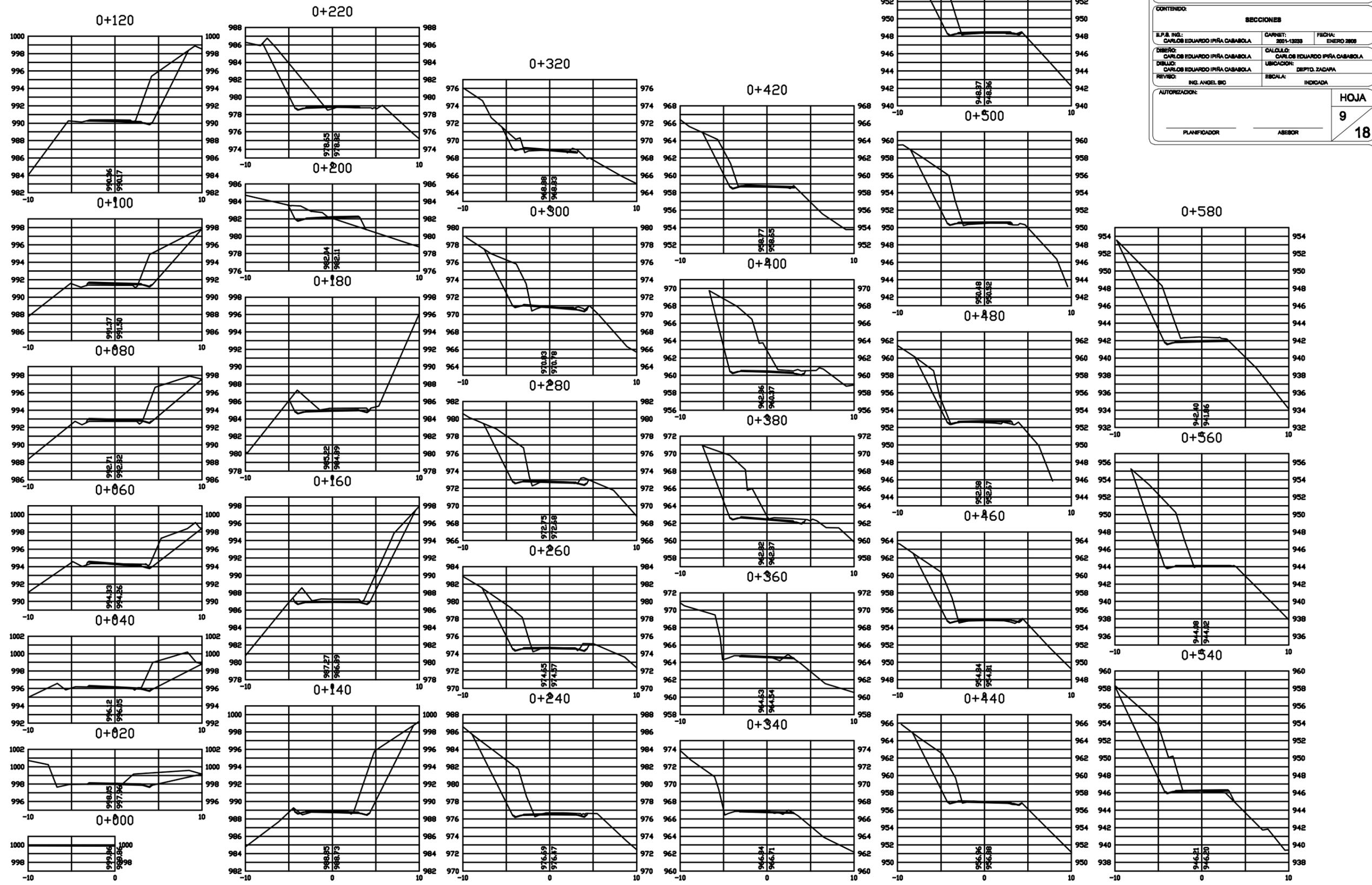
REVISO: ING. ANGEL BEO ESCALA: INDICADA

AUTORIZACION:

HOJA

9

18





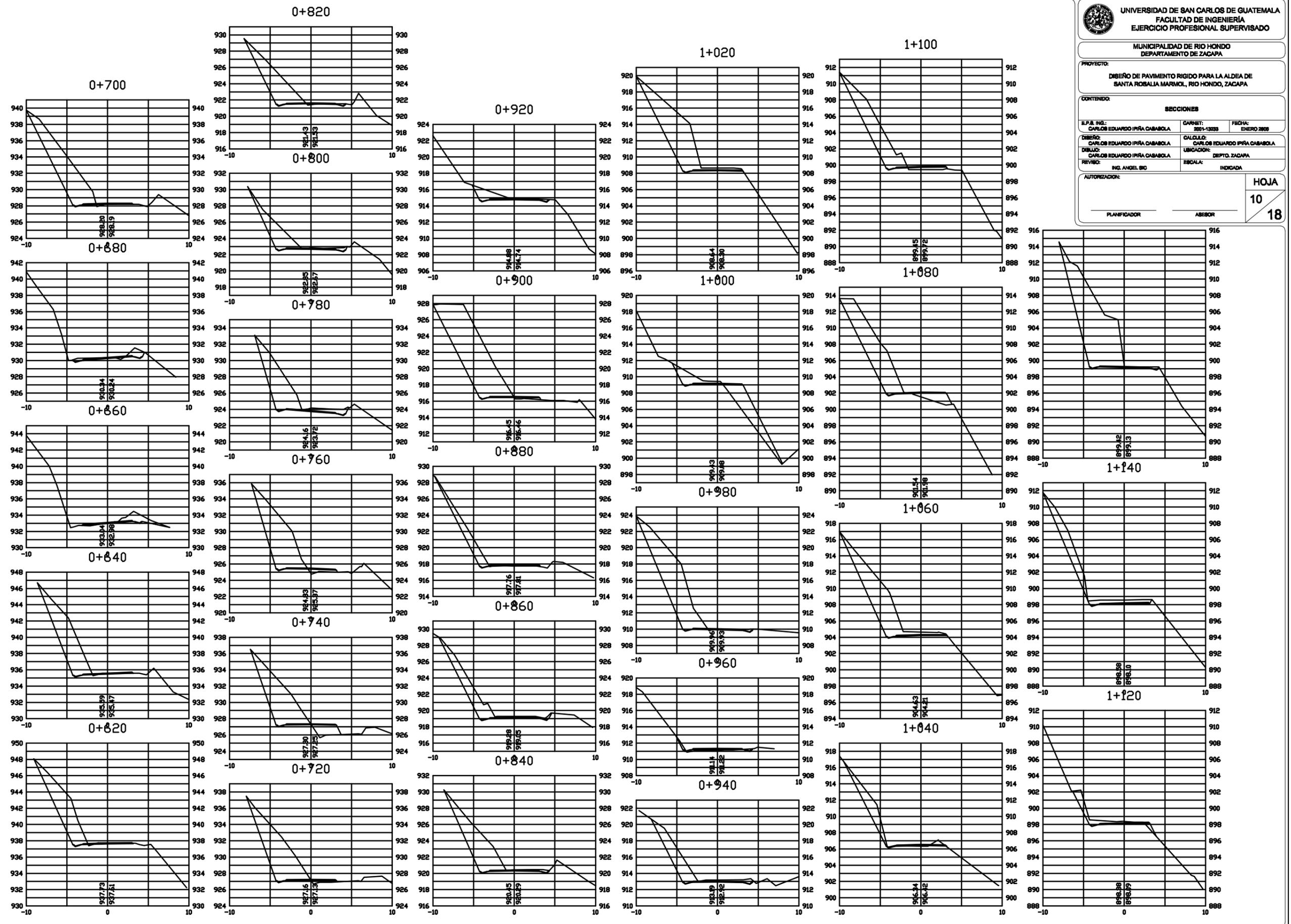
PROYECTO:
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALDEA DE SANTA ROSALIA MARIMOL, RIO HONDO, ZACAPA

CONTENIDO: SECCIONES

ELAB. ING.: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	CARNET: 2001-13283	FECHA: ENERO 2008
DISEÑO: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	CÁLCULO: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	
DIBUJO: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	UBICACIÓN: DEPTO. ZACAPA	
REVISÓ: ING. ANGEL BOC	ESCALA: INDICADA	

AUTORIZACION:
PLANIFICADOR _____ ASESOR _____

HOJA
10
18





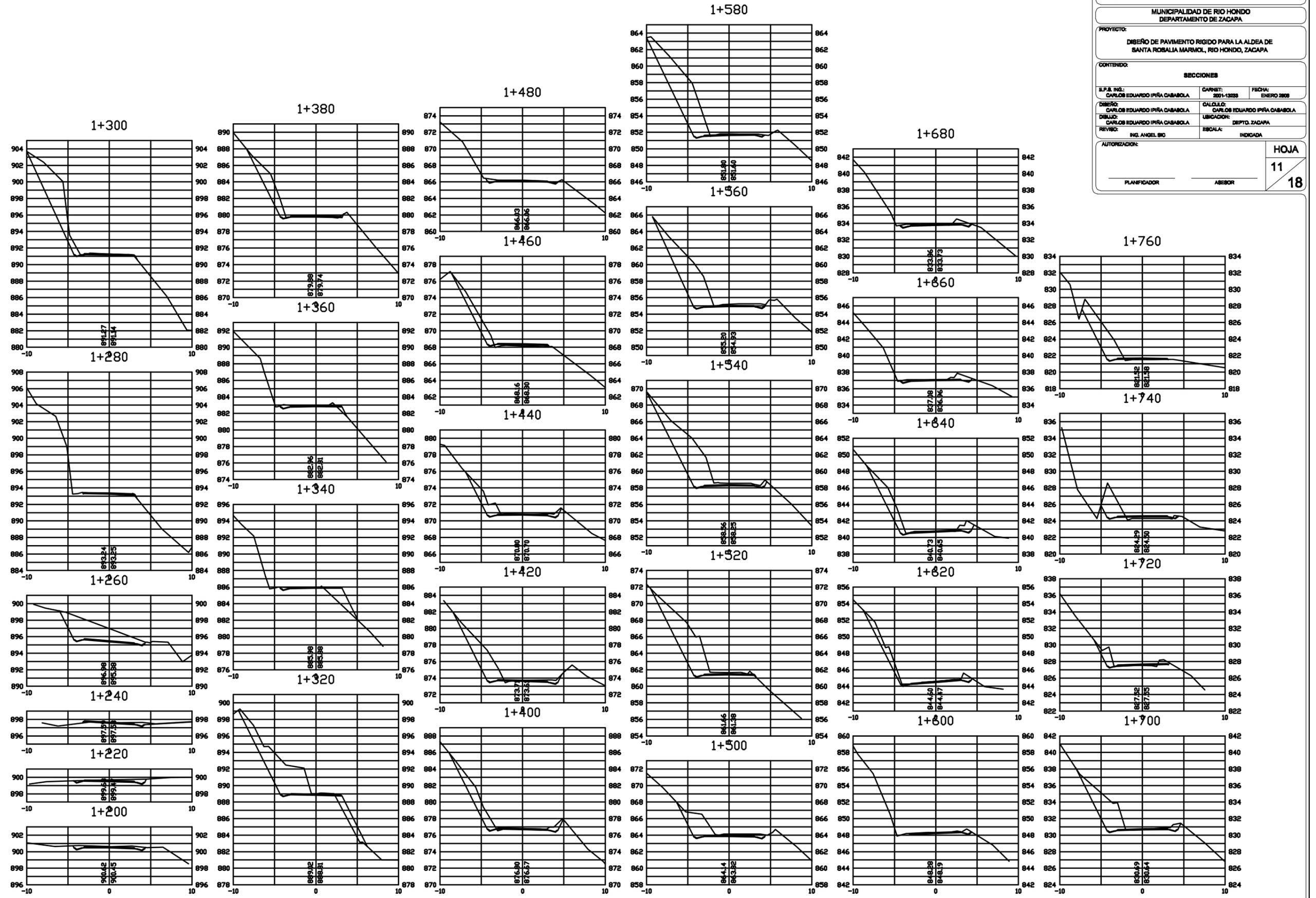
PROYECTO:
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALDEA DE
SANTA ROSALIA MARIMOL, RIO HONDO, ZACAPA

CONTENIDO: SECCIONES

ELAB. ING.:	CARNET:	FECHA:
CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	2001-13283	ENERO 2008
DISEÑO:	CALCULO:	
CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	
DIBUJO:	UBICACION:	
CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	DEPTO. ZACAPA	
REVISOR:	SECALA:	INDICADA
ING. ANGEL BOC		

AUTORIZACION: _____
PLANIFICADOR _____ ASESOR _____

HOJA
11
18





PROYECTO:
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALDEA DE
SANTA ROSALIA MARIMOL, RIO HONDO, ZACAPA

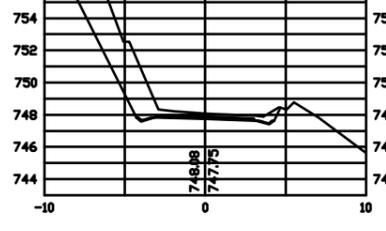
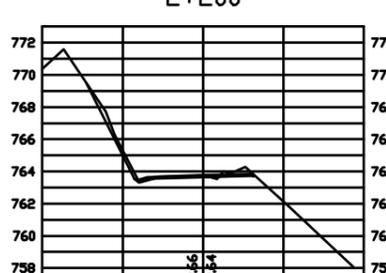
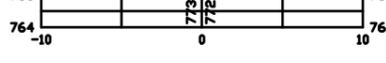
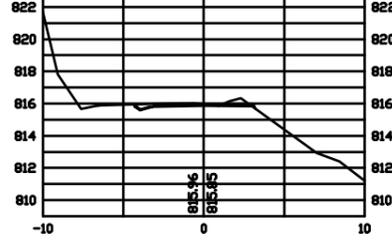
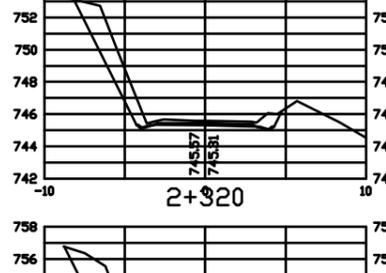
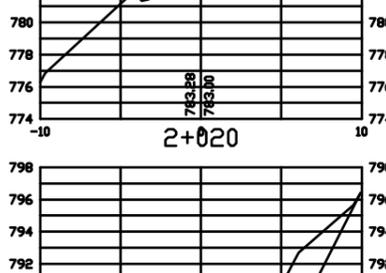
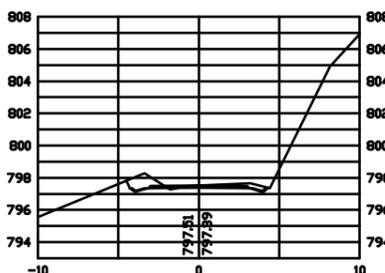
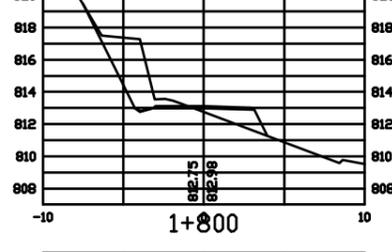
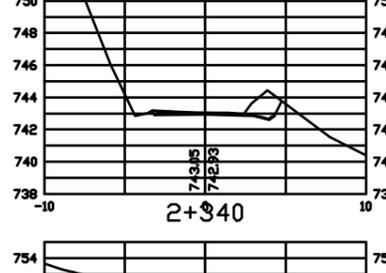
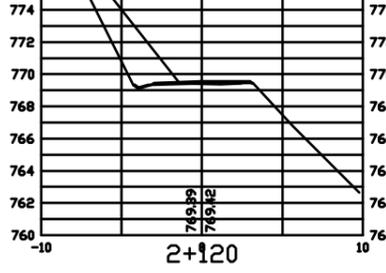
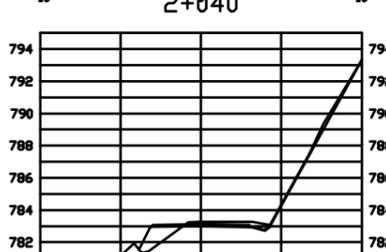
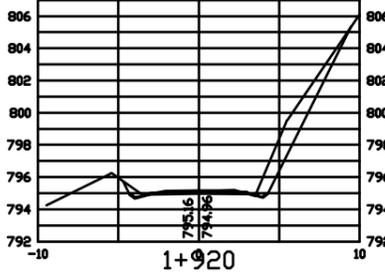
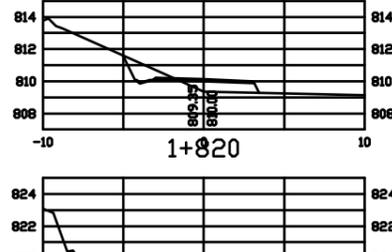
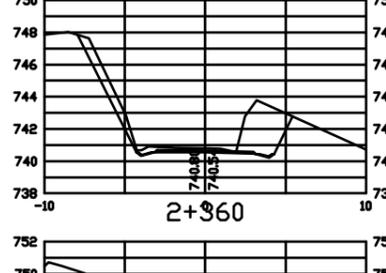
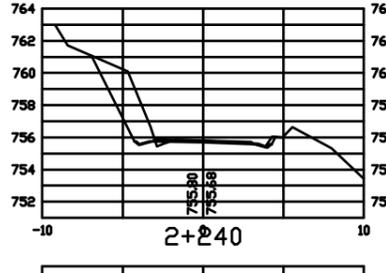
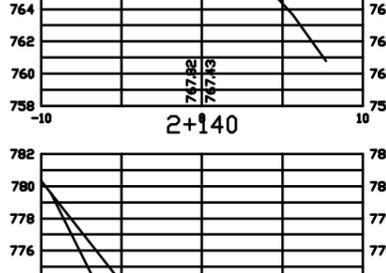
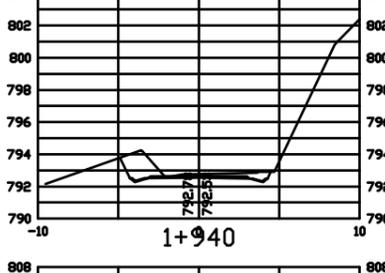
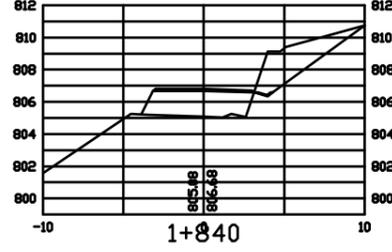
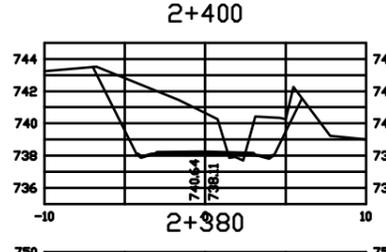
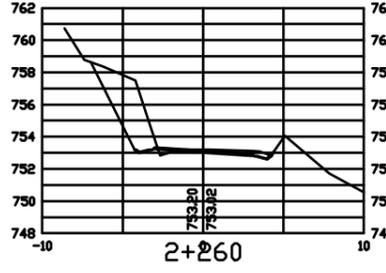
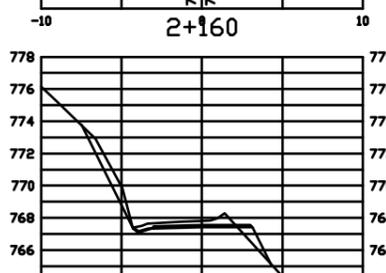
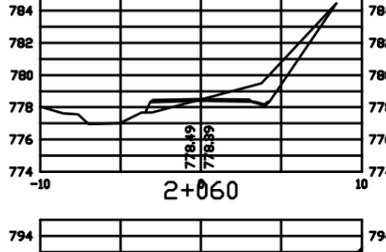
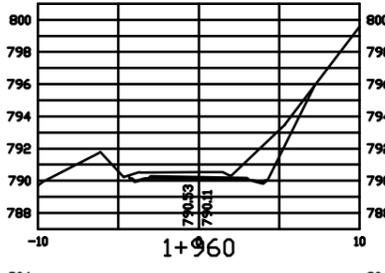
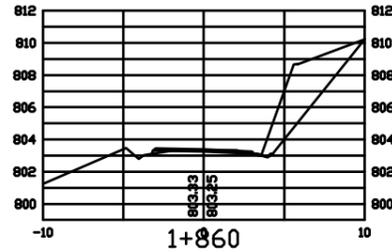
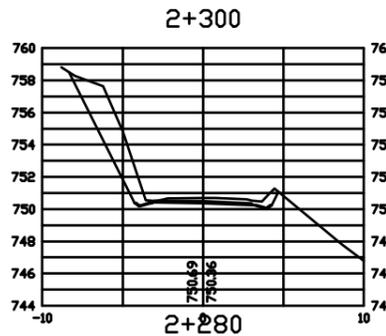
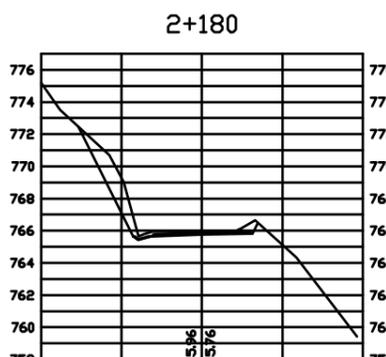
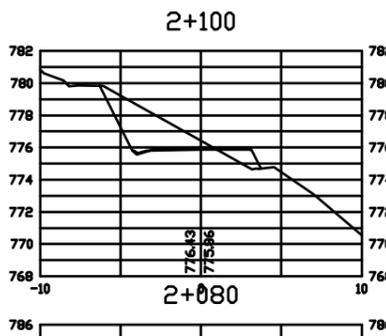
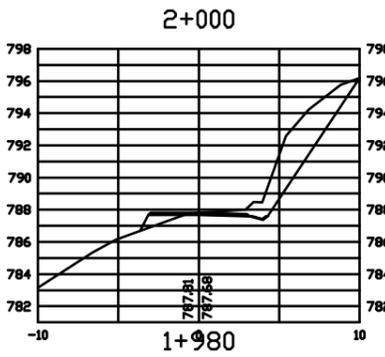
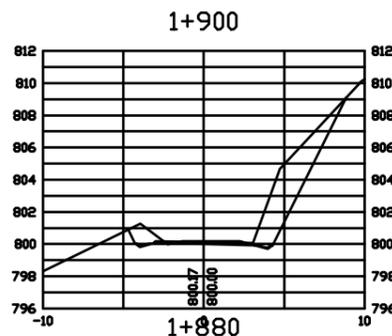
CONTENIDO: SECCIONES

ELAB. ING.:	CARLOS EDUARDO IPIRA CABABOLA	CARNET:	2001-13293	FECHA:	ENERO 2008
DISEÑO:	CARLOS EDUARDO IPIRA CABABOLA	CALCULO:	CARLOS EDUARDO IPIRA CABABOLA	UBICACION:	DEPTO. ZACAPA
DIBUJO:	CARLOS EDUARDO IPIRA CABABOLA	REVISOR:	ING. ANGEL BIC	ESCALA:	INDICADA

AUTORIZACION:

PLANIFICADOR _____ ASESOR _____

HOJA
12
18





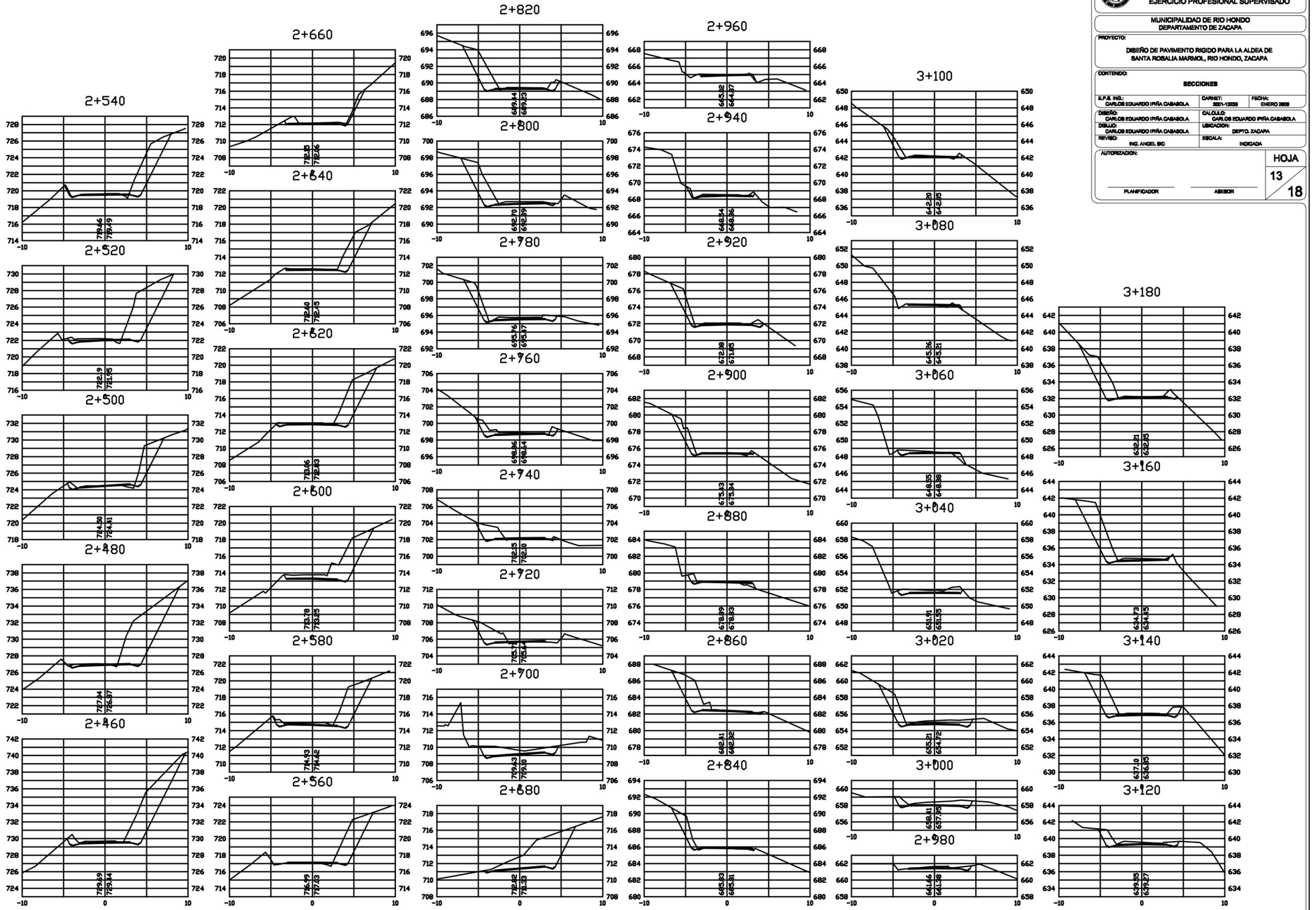
PROYECTO:
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALDEA DE
SANTA ROSALIA MARIMOL, RIO HONDO, ZACAPA

CONTENIDO:
SECCIONES

ELAB. ING.:	CARNET:	FECHA:
CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	2001-13283	ENERO 2008
DISEÑO:	CALCULO:	
CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	
DIBUJO:	UBICACION:	
CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	DEPTO. ZACAPA	
REVISOR:	ESCALA:	
ING. ANGEL BDO	INDICADA	

AUTORIZACION:
PLANIFICADOR
ASESOR

HOJA
13
18





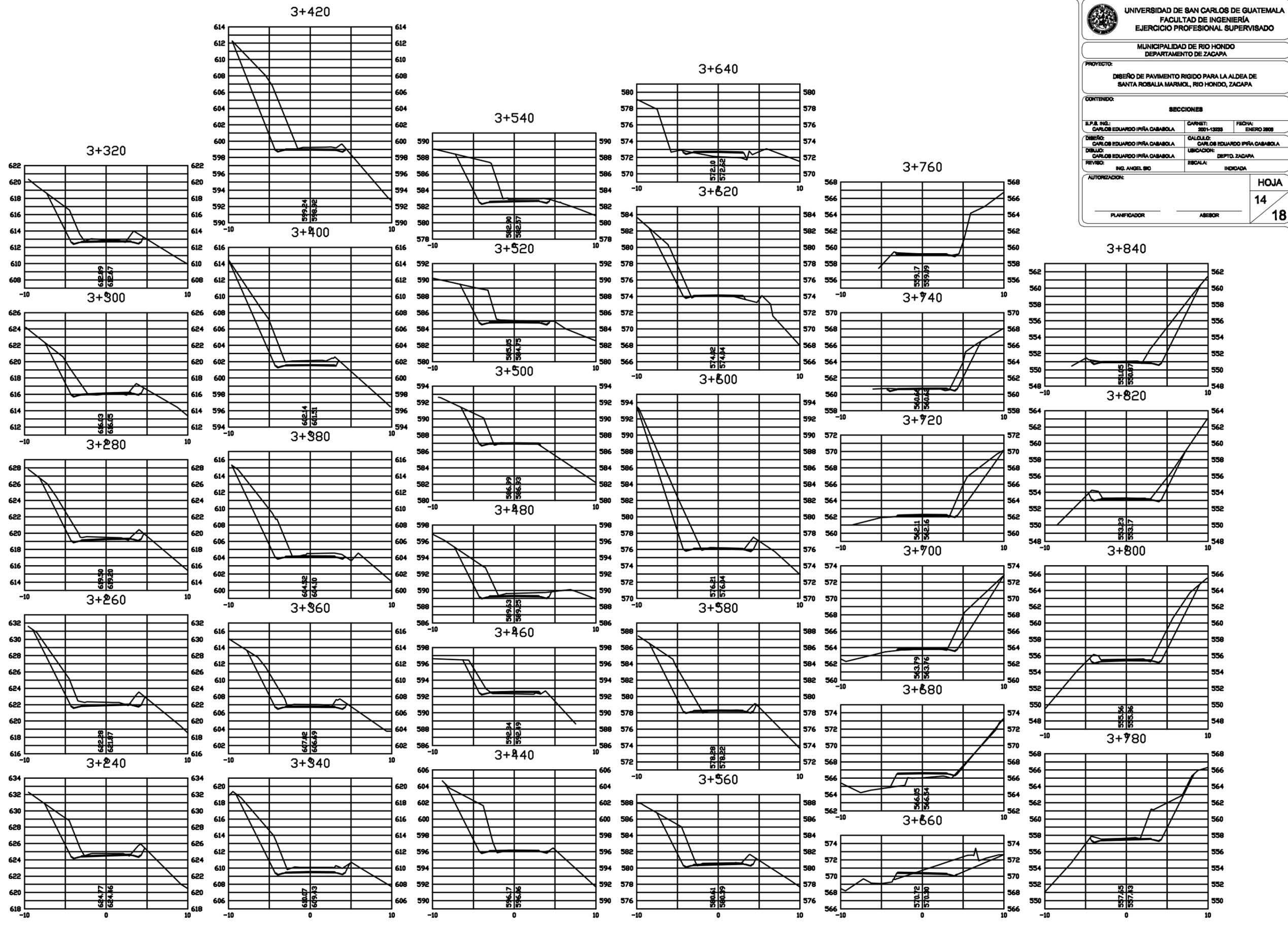
PROYECTO:
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALDEA DE
SANTA ROSALIA MARMOL, RIO HONDO, ZACAPA

CONTENIDO:
SECCIONES

ELAB. ING.:	CARNET:	FECHA:
CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	2001-13283	ENERO 2008
DISEÑO:	CALCULO:	
CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	
DIBUJO:	UBICACION:	
CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA	DEPTO. ZACAPA	
REVISO:	ESCALA:	INDICADA
ING. ANGEL BDO		

AUTORIZACION:
PLANIFICADOR
ASESOR

HOJA
14
18





PROYECTO:
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALDEA DE
SANTA ROSALIA MARIMOL, RIO HONDO, ZACAPA

CONTENIDO:
SECCIONES

E.P.B. ING.: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA CARNET: 2001-13283 FECHA: ENERO 2008

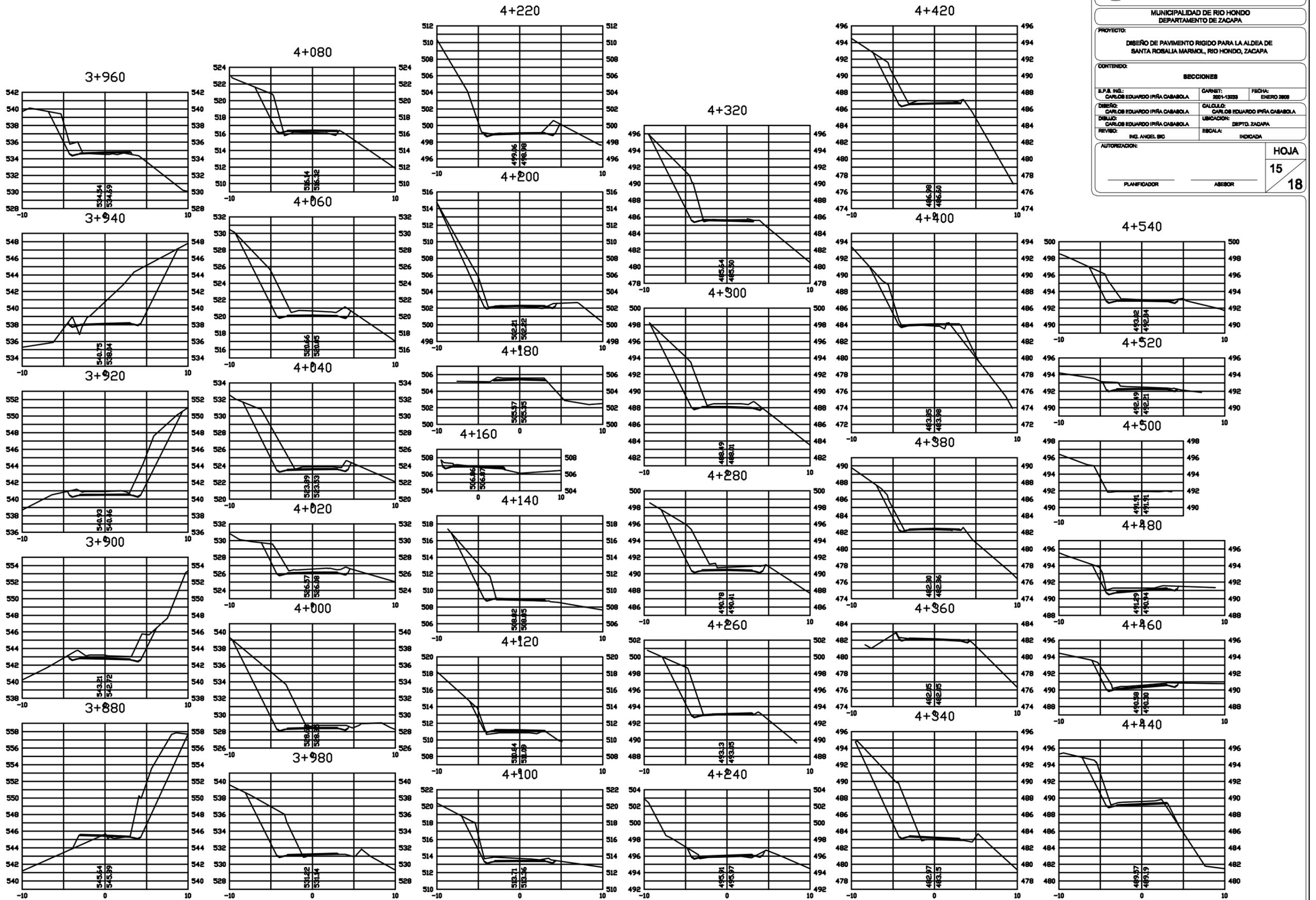
DISEÑO: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA CALCULO: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA

DIBUJO: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA UBICACION: DEPTO. ZACAPA

REVISOR: ING. ANGEL BDO. ESCALA: INDICADA

AUTORIZACION:

HOJA
15
18





PROYECTO:
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALDEA DE
SANTA ROSALIA MARIMOL, RIO HONDO, ZACAPA

CONTENIDO: SECCIONES

E.P.B. ING.: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA CARNET: 2001-13293 FECHA: ENERO 2008

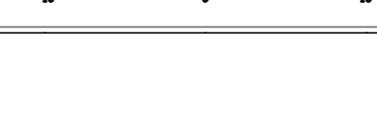
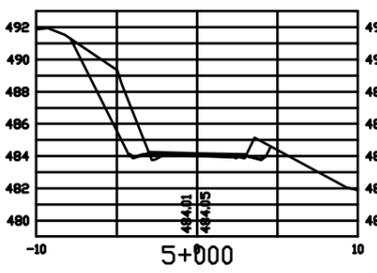
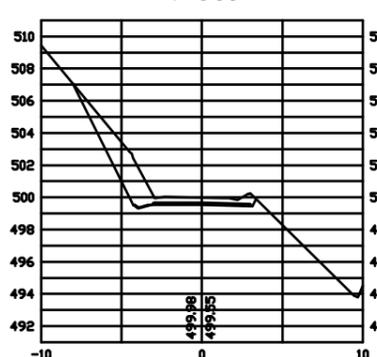
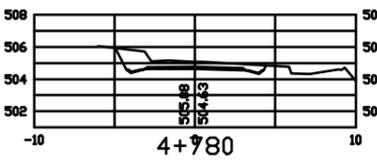
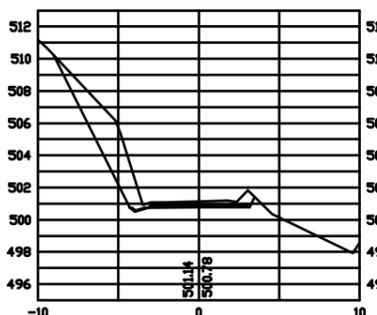
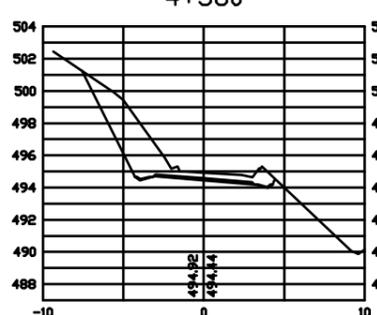
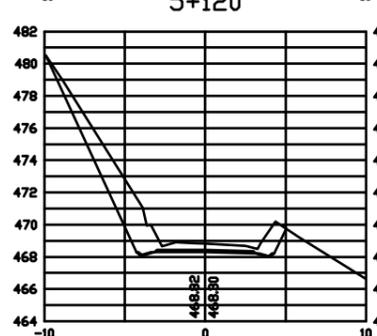
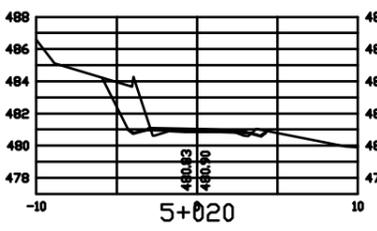
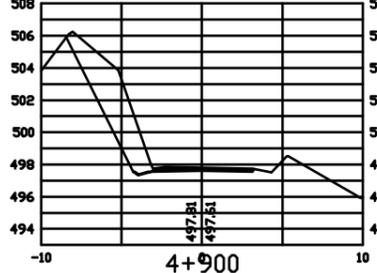
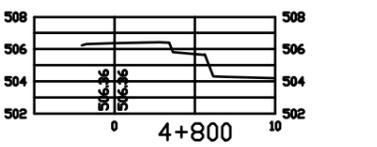
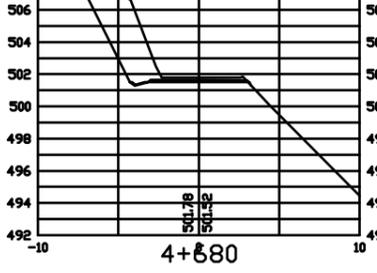
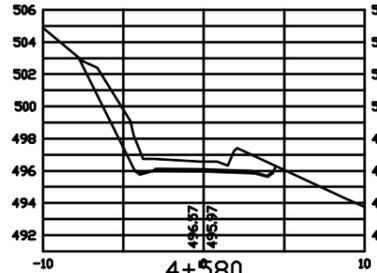
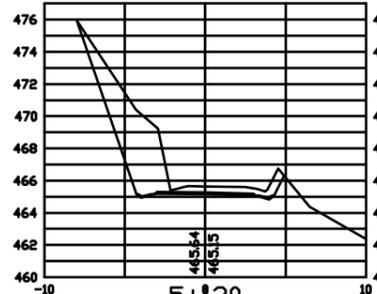
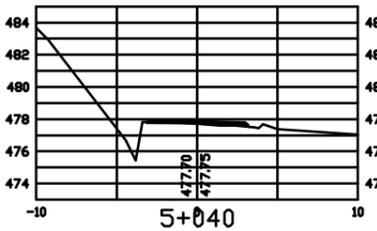
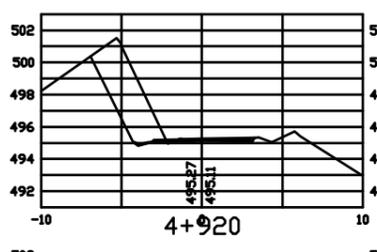
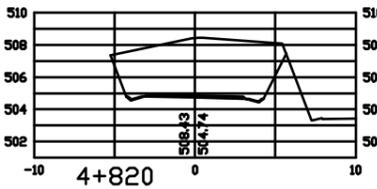
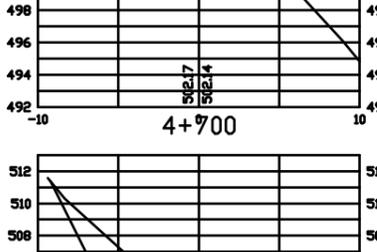
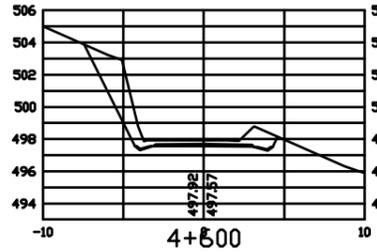
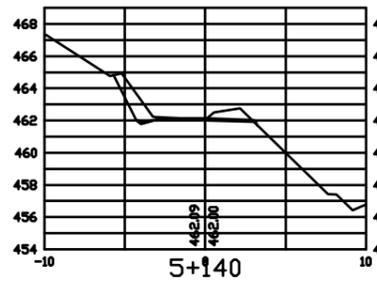
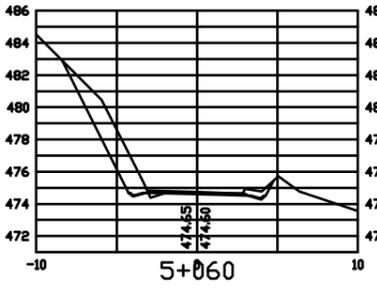
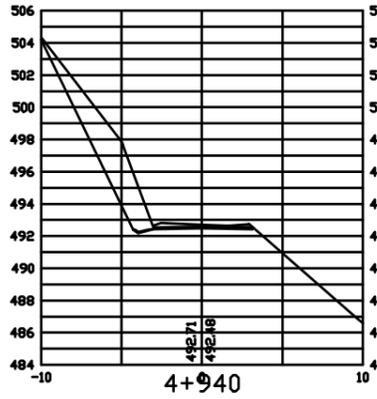
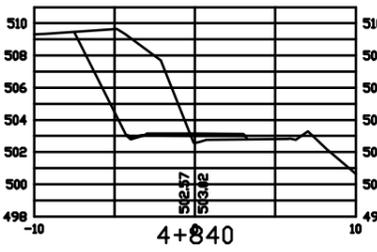
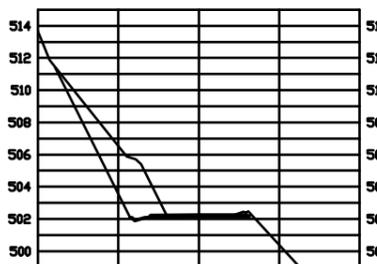
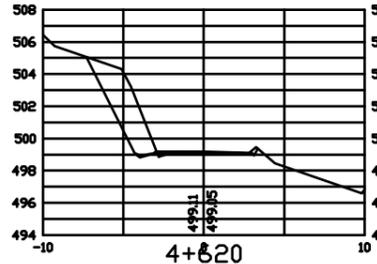
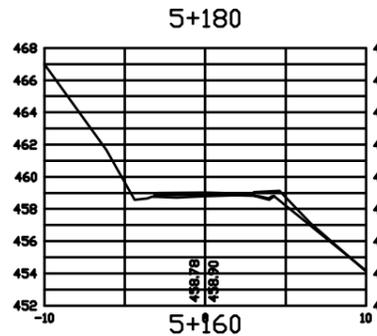
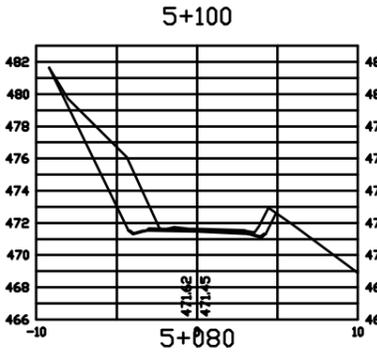
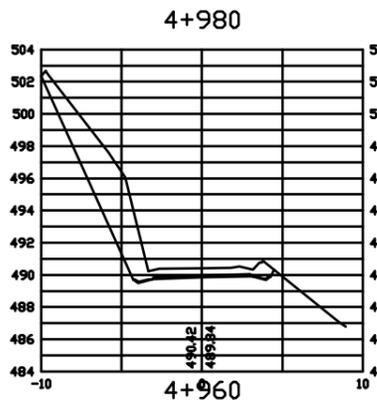
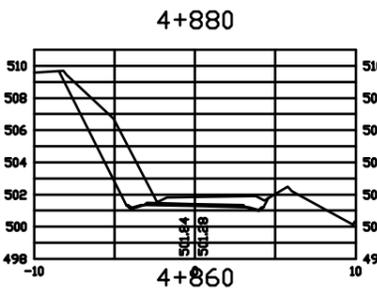
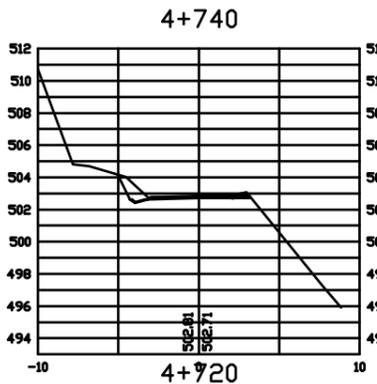
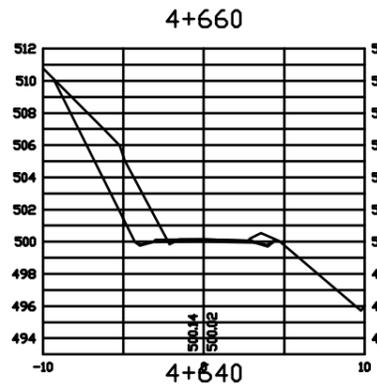
DISEÑO: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA CALCULO: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA

DEBILLO: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA UBICACION: DEPTO. ZACAPA

REVISOR: ING. ANGEL BDO. ESCALA: INDICADA

AUTORIZACION:

HOJA
16
18



PROYECTO:
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALDEA DE
SANTA ROSALIA MARIMOL, RIO HONDO, ZACAPA

CONTENIDO:
SECCIONES

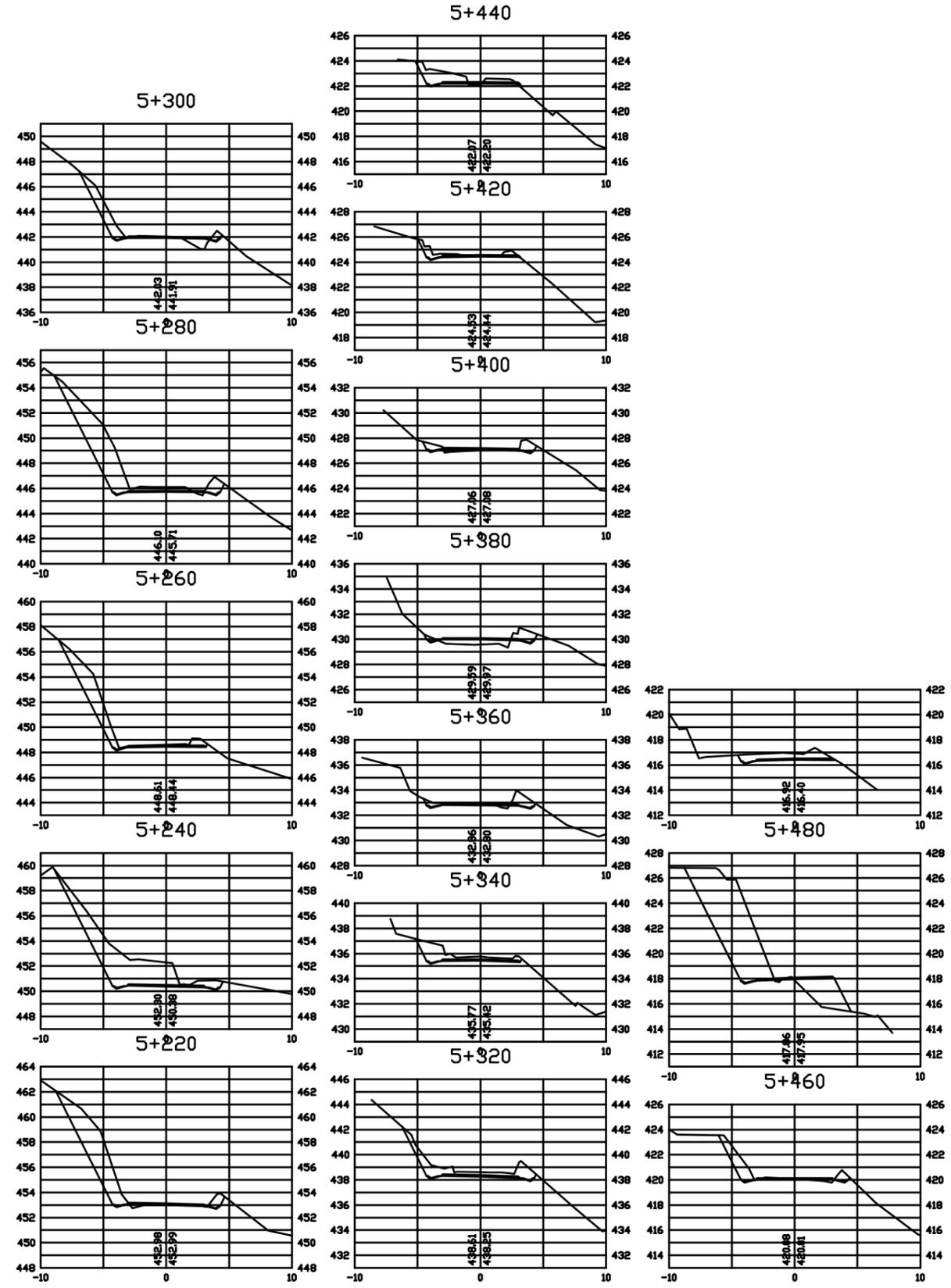
E.L.P. ING.: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA
DISEÑO: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA
REVISÓ: ING. ANGEL BIC

CARRETE: 2001-13283
FECHA: ENERO 2008

CÁLCULO: CARLOS EDUARDO IPIÑA CABABOLA
UBICACIÓN: DEPTO. ZACAPA

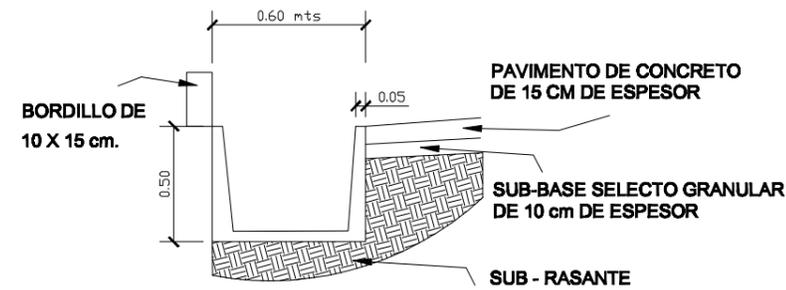
AUTORIZACION:
PLANIFICADOR
ABBOR

HOJA
17
18

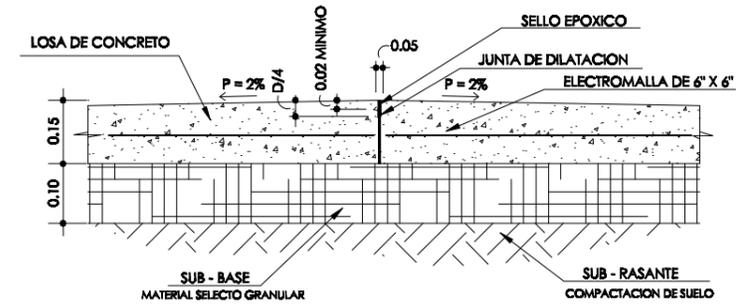


STATION	ÁREAS		VOLUMEN		CUMULATIVO VOLUMEN	
	CVP	PMA	CVP	PMA	CVP	PMA
0+200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+220	9.19	0.00	4124	0.01	4124	0.01
0+240	14.60	0.01	235.79	0.07	2973.03	0.08
0+260	8.84	0.17	243.89	1.42	545.93	1.50
0+280	14.63	0.03	244.17	1.79	785.10	3.29
0+300	14.25	0.08	288.80	2.07	1073.90	5.36
0+320	9.36	11.83	234.63	121.20	1308.52	131.61
0+340	13.71	0.00	366.63	2.34	1675.14	133.94
0+360	15.88	0.19	325.02	4.21	3614.29	138.15
0+380	16.62	0.23	189.50	7.06	4502.58	145.21
0+400	15.76	0.32	323.79	8.63	5386.07	153.84
0+420	2.80	0.38	33.56	2.57	4141.14	156.41
0+440	0.70	0.00	13.85	0.00	4149.97	156.41
0+460	0.68	0.00	236.74	0.00	4386.71	156.41
0+480	20.71	0.00	678.10	0.00	5064.82	156.41
0+500	37.20	0.00	970.02	103.03	5454.84	181.61
0+520	20.61	15.30	354.63	110.04	5807.47	197.31
0+540	18.00	0.08	278.15	4.04	6276.62	197.31
0+560	12.84	0.35	278.15	4.04	6276.62	197.31
0+580	6.83	0.11	195.06	4.24	6471.18	197.31
0+600	7.82	16.71	262.02	110.01	6679.62	197.31
0+620	19.49	0.19	478.81	1.86	7158.43	197.31
0+640	28.34	0.01	470.30	85.37	7628.74	197.31
0+660	19.00	13.80	813.81	311.17	8442.07	197.31
0+680	44.23	18.84	813.81	484.60	8926.67	197.31
0+700	37.55	25.84	446.95	501.34	9378.02	197.31
0+720	10.25	21.93	446.95	501.34	9378.02	197.31
0+740	14.00	21.82	166.13	148.24	10108.70	265.19
0+760	3.71	0.00	64.06	1.19	10172.78	265.19
0+780	2.72	0.14	178.54	1.36	10351.32	265.19
0+800	17.21	18.55	414.58	126.70	10766.00	293.88
0+820	24.46	0.00	451.44	0.07	11217.32	293.88
0+840	20.74	0.00	462.18	0.09	11719.61	293.88
0+860	20.94	0.00	316.52	0.00	12436.13	293.88
0+880	11.21	0.00	272.68	0.69	12718.82	293.88
0+900	18.21	0.10	369.31	0.69	13088.11	293.88
0+920	20.82	0.00	333.14	14.91	13421.25	293.88
0+940	13.00	0.00	210.34	0.29	13631.54	293.88
0+960	8.22	0.04	478.31	0.40	14129.95	293.88
0+980	44.85	0.00	170.78	0.00	14300.73	293.88
0+1000	4.82	0.00	428.57	0.00	14729.29	293.88
0+1020	12.78	0.00	106.89	4.05	14836.14	293.88
0+1040	0.63	0.81	334.06	0.25	15144.08	293.88
0+1060	33.08	0.04	312.10	0.00	15768.15	293.88
0+1080	4.44	0.00	370.46	2.24	16068.61	293.88
0+1100	30.31	0.00	817.32	184.60	16663.93	308.27
0+1120	48.08	0.24	228.22	156.60	17346.14	333.87
0+1140	28.87	0.08	454.14	1.27	17799.28	333.87
0+1160	19.68	0.08	44.08	383.28	18082.56	333.87
0+1180	4.87	0.00	228.00	0.52	18310.56	333.87
0+1200	1.79	43.27	363.22	281.78	18472.56	3804.30
0+1220	46.58	0.00	337.49	1.03	18810.04	3805.33
0+1240	0.30	0.15	44.91	0.00	18877.72	3806.36
0+1260	2.88	0.00	36.39	0.03	18941.11	3806.36
0+1280	1.63	0.01	153.50	0.01	19097.61	3806.36
0+1300	16.64	0.00	156.52	0.05	19224.13	3806.36
0+1320	20.74	0.01	187.86	0.20	19411.99	3806.36
0+1340	3.25	0.18	440.17	28.32	19852.16	3806.36
0+1360	0.82	0.00	184.78	78.58	20036.95	3884.46
0+1380	8.83	0.00	18.75	0.04	20055.70	3884.46
0+1400	1.41	0.00	92.60	0.05	20148.31	3884.46
0+1420	8.83	0.00	182.49	0.70	20330.20	3884.46
0+1440	9.34	0.08	219.19	1.67	20549.38	3884.46
0+1460	12.77	0.08	188.81	0.51	20741.89	3887.34
0+1480	6.56	0.00	123.36	0.28	20865.36	3887.34
0+1500	5.79	0.36	178.04	0.63	20960.00	3887.34
0+1520	9.74	0.07	87.64	0.44	21010.22	3874.01
0+1540	38.24	16.59	448.54	110.59	21438.74	3884.46
0+1560	29.68	0.00	636.08	110.59	22014.94	4008.19
0+1580	27.78	0.00	484.39	0.00	22578.33	4008.19
0+1600	21.18	0.00	498.01	0.01	23076.35	4008.19
0+1620	5.25	0.00	205.14	2.87	23271.22	4008.19
0+1640	6.39	0.00	52.67	2.81	23320.06	4100.88
0+1660	8.62	0.00	128.00	0.03	23448.07	4101.01
0+1680	2.53	0.00	113.90	0.03	23562.97	4101.04
0+1700	2.20	0.00	47.32	0.00	23610.29	4101.05
0+1720	14.58	0.00	148.77	0.00	23759.06	4101.05
0+1740	6.81	1.13	166.74	0.31	23965.80	4101.36
0+1760	11.86	0.12	97.31	0.39	24053.11	4110.75
0+1780	0.79	0.14	180.39	0.83	24243.40	4121.81
0+1800	1.49	0.00	103.16	2.60	24346.56	4124.20
0+1820	8.69	0.03	22.38	0.83	24368.94	4125.13
0+1840	1.00	0.03	99.87	0.17	24468.81	4125.31
0+1860	1.00	0.03	91.98	0.53	24560.77	4125.84
0+1880	13.42	0.00	123.63	1.80	24684.40	4127.69
0+1900	14.37	0.18	277.87	1.66	24962.27	4129.34
0+1920	14.37	0.01	277.86	0.26	25240.13	4129.60
0+1940	8.85	0.01	110.80	0.32	25350.91	4130.28
0+1960	6.01	0.00	137.75	0.06	25488.66	4130.33
0+1980	8.88	0.00	331.56	0.03	26020.21	4130.36
0+2000	14.39	0.00	306.12	0.91	26326.36	4137.27
0+2020	18.30	0.97	192.23	0.77	26518.60	4144.04
0+2040	3.88	0.00	248.98	0.07	26767.58	4144.10
0+2060	25.08	0.00	501.49	0.06	27269.07	4144.16
0+2080	8.84	0.00	177.44	0.05	27446.51	4144.21
0+2100	10.65	0.00	271.22	0.06	27717.73	4144.27
0+2120	16.35	0.00	271.22	0.06	27988.99	4144.27
0+2140	19.13	23.25	226.82	156.33	28145.32	4146.81
0+2160	5.06	0.00	150.30	78.25	28295.44	4154.53
0+2180	25.69	23.25	281.01	156.39	28576.84	4163.19
0+2200	14.09	20.87	392.08	438.66	29015.50	4163.19
0+2220	6.59	0.00	150.30	78.25	29165.44	4163.19
0+2240	6.77	16.12	133.66	87.83	29312.21	4163.19
0+2260	8.49	0.14	191.50	3.32	29503.53	4163.19
0+2280	10.70	0.19	341.34	2.82	29844.84	4163.19
0+2300	13.09	0.00	237.53	1.30	30082.14	4163.19
0+2320	17.91	0.00	308.74	0.00	30390.88	4163.19
0+2340	11.12	0.00	287.63	0.00	30678.51	4163.19
0+2360	3.55	1.33	154.31	8.84	30832.80	4163.19
0+2380	12.86	0.00	368.15	1.28	31200.93	4163.19
0+2400	29.78	0.20	414.74	1.32	31615.64	4163.19
0+2420	7.88	0.04	334.23	0.25	31950.20	4163.19
0+2440	16.02	0.00	474.01	0.46	32424.26	4163.19
0+2460	22.08	0.00	316.08	0.47	32740.33	4163.19
0+2480	25.41	0.07	285.91	4.86	33026.19	4163.19
0+2500	8.03	0.31	341.34	2.82	33367.48	4163.19
0+2520	21.67	0.18	182.98	45.40	33578.47	4163.19
0+2540	12.85	0.11	182.98	45.40	33761.47	4163.19
0+2560	8.80	0.88	182.98	45.40	33946.88	4163.19
0+2580	13.36	0.00	362.82	74.97	34319.85	4163.19
0+2600	21.38	1.28	368.15	74.97	34687.83	4163.19
0+2620	13.95	0.00	351.59	89.71	34849.43	4163.19

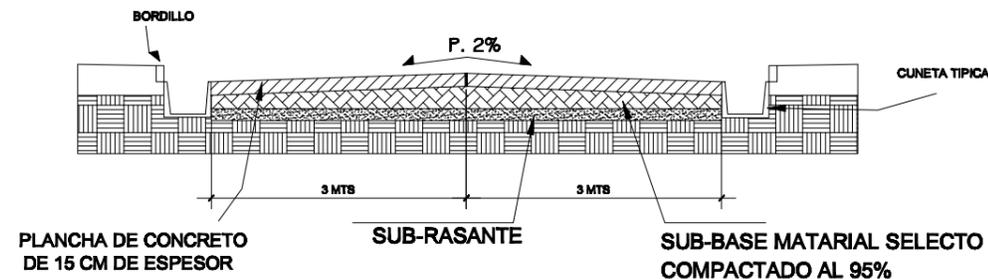
STATION	ÁREAS		VOLUMEN		CUMULATIVO VOLUMEN	
	CVP	PMA	CVP	PMA	CVP	PMA
5+280	16.58	0.11	207.24	6.70	6680.67	10200.38
5+300	4.95	1.01	115.61	6.70	6806.28	10200.38
5+320	4.64	0.00	113.49	0.00	6919.77	10200.38
5+340	4.75	0.00	69.72	0.85	6989.52	10200.38
5+360	2.36	0.13	69.72	0.85	7059.37	10200.38
5+380	1.82	0.38	36.49	21.74	7100.89	10200.38
5+400	2.11	0.00	70.04	0.01	7170.93	10200.38
5+420	4.14	0.18	96.29	1.30	7267.22	10200.38
5+440	28.20	0.01	287.61	1.87	7554.82	10200.38
5+460	4.14	0.18	246.98	17.26	7801.80	10200.38
5+480	2.36	0.00	39.62	16.80	7841.42	10200.38
5+500	2.20	0.00	324.69	172.71	8016.11	10200.38



DETALLE DE CUNETA TIPICA

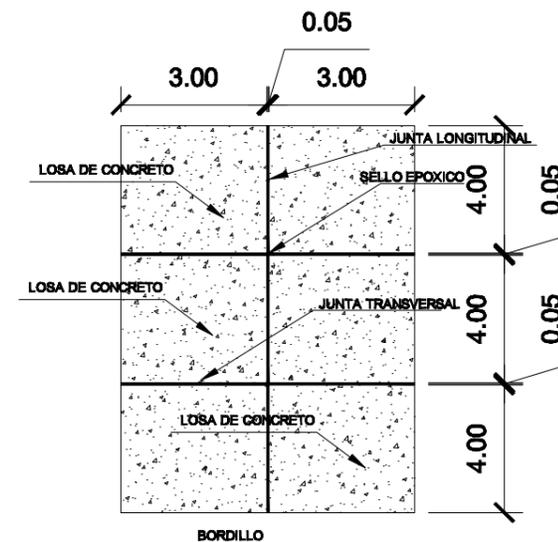


DETALLE DE JUNTA DE DILATACION



DETALLE DE GABARITO

ESC. 1/50



PLANTA DE PLANCHAS DE CONCRETO

ESC. 1/100

ESPECIFICACIONES DE BORDILLO, CUNETA Y BANQUETA

CONCRETO:

EN EL CONCRETO SE VA A UTILIZAR CEMENTO DE 3,000 psi Y EL CONCRETO POR MEDIO DE LA RELACION 1:2:2 VA A LLEGAR A UNA RESISTENCIA A COMPRESION DE 3,000 psi EN 28 DIAS

AGREGADO FINO:

DEBE DE ESTAR LIMPIO, SANO, ADECUADAMENTE GRADUADO Y LIBRE DE MATERIA ORGANICA QUE PUEDAN REDUCIR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO SE EMPLEARA ARENA NATURAL QUE CONTENGAN DE 12 % A 15 % DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA No. 5 SON PREFERIBLES PORQUE PRODUCEN CONCRETOS MAS TRABAJABLES.

AGREGADO GRUESO:

DEBE SER RESISTENTE AL DESGASTE. SE PUEDE UTILIZAR UN AGREGADO CON LA GRANULOMETRIA DE 1 1/2" DANDOSE RESULTADOS SATISFACTORIOS.

ESPECIFICACIONES DE PAVIMENTO RIGIDO Y MATERIAL SELECTO GRANULAR PARA SUB-BASE

CONCRETO:

EN EL CONCRETO SE VA A UTILIZAR CEMENTO DE 4,000 psi Y EL CONCRETO POR MEDIO DE LA RELACION 1:2:2 VA A LLEGAR A UNA RESISTENCIA A COMPRESION DE 4,000 psi EN 28 DIAS

AGREGADO FINO:

DEBE DE ESTAR LIMPIO, SANO, ADECUADAMENTE GRADUADO Y LIBRE DE MATERIA ORGANICA QUE PUEDAN REDUCIR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO SE EMPLEARA ARENA NATURAL QUE CONTENGAN DE 12 % A 15 % DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA No. 5 SON PREFERIBLES PORQUE PRODUCEN CONCRETOS MAS TRABAJABLES.

AGREGADO GRUESO:

DEBE SER RESISTENTE AL DESGASTE. SE PUEDE UTILIZAR UN AGREGADO CON LA GRANULOMETRIA DE 1 1/2" DANDOSE RESULTADOS SATISFACTORIOS.

MATERIAL SELECTO GRANULAR:

LA MAXIMA DIMENSION DE CUALQUIER PARTICULA CONTENIDA EN EL MATERIAL Y QUE NO SEA POSIBLE DESINTEGRAR CON EL EQUIPO DE CONFORMACION DE COMPACTACION NO DEBERA SER MAYOR A 1/3 DEL ESPESOR ESPECIFICADO DE LA SUB-BASE

ANEXOS

TABLA DE RELACIONES HIDRÁULICAS DE SECCIÓN CIRCULAR

D/D	A/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.088	0.00015	0.1025	0.05396	0.408	0.02202
0.0125	0.0237	0.103	0.00024	0.1050	0.05584	0.414	0.02312
0.0150	0.0031	0.116	0.00036	0.1075	0.05783	0.420	0.02429
0.0175	0.0039	0.129	0.00050	0.1100	0.05986	0.426	0.02550
0.0200	0.0048	0.141	0.00067	0.1125	0.06186	0.432	0.02672
0.0225	0.0057	0.152	0.00087	0.1150	0.06388	0.439	0.02804
0.0250	0.0067	0.163	0.00108	0.1175	0.06591	0.444	0.02926
0.0275	0.0077	0.174	0.00134	0.1200	0.06797	0.450	0.03059
0.0300	0.0087	0.184	0.00161	0.1225	0.07005	0.456	0.03194
0.0325	0.0099	0.194	0.00191	0.1250	0.07214	0.463	0.03340
0.0350	0.0110	0.203	0.00223	0.1275	0.07426	0.468	0.03475
0.0375	0.0122	0.212	0.00258	0.1300	0.07640	0.473	0.03614
0.0400	0.0134	0.221	0.00223	0.1325	0.07855	0.479	0.03763
0.0425	0.0147	0.230	0.00338	0.1350	0.08071	0.484	0.03906
0.0450	0.0160	0.239	0.00382	0.1375	0.08289	0.490	0.04062
0.0475	0.0173	0.248	0.00430	0.1400	0.08509	0.495	0.04212
0.0500	0.0187	0.256	0.00479	0.1425	0.08732	0.501	0.04375
0.0525	0.0201	0.264	0.00531	0.1450	0.08954	0.507	0.04570
0.0550	0.0215	0.273	0.00588	0.1475	0.09129	0.511	0.04665
0.0575	0.0230	0.271	0.00646	0.1500	0.09406	0.517	0.04863
0.0600	0.0245	0.289	0.00708	0.1525	0.09638	0.522	0.05031
0.0625	0.0260	0.297	0.00773	0.1550	0.09864	0.528	0.05208
0.0650	0.0276	0.305	0.00841	0.1575	0.10095	0.533	0.05381
0.0675	0.0292	0.312	0.00910	0.1600	0.10328	0.538	0.05556
0.0700	0.0308	0.320	0.00985	0.1650	0.10796	0.548	0.05916
0.0725	0.0323	0.327	0.01057	0.1700	0.11356	0.560	0.06359
0.0750	0.0341	0.334	0.01138	0.1750	0.11754	0.568	0.06677
0.0775	0.0358	0.341	0.01219	0.1800	0.12241	0.577	0.07063

d/D	A/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0800	0.0375	0.348	0.01304	0.1850	0.12733	0.587	0.07474
0.0825	0.0392	0.355	0.01392	0.1900	0.13229	0.696	0.07885
0.0850	0.0410	0.361	0.01479	0.1950	0.13725	0.605	0.08304
0.0875	0.0428	0.368	0.01574	0.2000	0.14238	0.615	0.08756
0.0900	0.0446	0.375	0.01672	0.2050	0.14750	0.624	0.09104
0.0925	0.0464	0.381	0.01792	0.2100	0.15266	0.633	0.09663
0.2200	0.1631	0.651	0.10619	0.5900	0.6140	1.07	0.65488
0.2250	0.1684	0.659	0.11098	0.6000	0.6265	1.07	0.64157
0.2200	0.1631	0.651	0.10619	0.5900	0.6140	1.07	0.65488
0.2300	0.1436	0.669	0.11611	0.6100	0.6389	1.08	0.68876
0.2350	0.1791	0.676	0.12109	0.6200	0.6513	1.08	0.70537
0.2400	0.1846	0.684	0.12623	0.6300	0.6636	1.09	0.72269
0.2450	0.1900	0.692	0.13148	0.6400	0.6759	1.09	0.73947
0.2500	0.1955	0.702	0.13726	0.6500	0.6877	1.10	0.75510
0.2600	0.2066	0.716	0.14793	0.6600	0.7005	1.10	0.77339
0.2700	0.2178	0.730	0.15902	0.6700	0.7122	1.11	0.78913
0.3000	0.2523	0.776	0.19580	0.7000	0.7477	1.12	0.85376
0.3100	0.2640	0.790	0.20858	0.7100	0.7596	1.12	0.86791
0.3200	0.2459	0.804	0.22180	0.7200	0.7708	1.13	0.88384
0.3300	0.2879	0.817	0.23516	0.7300	0.7822	1.13	0.89734
0.3400	0.2998	0.830	0.24882	0.7400	0.7934	1.13	0.91230
0.3500	0.3123	0.843	0.26327	0.7500	0.8045	1.13	0.92634
0.3600	0.3241	0.856	0.27744	0.7600	0.8154	1.14	0.93942
0.3700	0.3364	0.868	0.29197	0.7700	0.5262	1.14	0.95321
0.3800	0.3483	0.879	0.30649	0.7800	0.8369	1.39	0.97015
0.3900	0.3611	0.891	0.32172	0.7900	0.8510	1.14	0.98906
0.4000	0.3435	0.902	0.33693	0.8000	0.8676	1.14	1.00045
0.4100	0.3860	0.913	0.35246	0.8100	0.8778	1.14	1.00045
0.4200	0.3986	0.921	0.36709	0.8200	0.8776	1.14	1.00965

D/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.4400	0.4238	0.943	0.39963	0.8400	0.8967	1.14	1.03100
0.4500	0.4365	0.955	0.41681	0.8500	0.9059	1.14	1.04740
0.4600	0.4491	0.964	0.43296	0.8600	0.9149	1.14	1.04740
0.4800	0.4745	0.983	0.46647	0.8800	0.9320	1.13	1.06030
0.4900	0.4874	0.991	0.48303	0.8900	0.9401	1.13	1.06550
0.5000	0.5000	1.000	0.50000	0.9000	0.9480	1.12	1.07010
0.5100	0.5126	1.009	0.51719	0.9100	0.9554	1.12	1.07420
0.5200	0.5255	1.016	0.53870	0.9200	0.9625	1.12	1.07490
0.5300	0.5382	1.023	0.55060	0.9300	0.9692	1.11	1.07410
0.5400	0.5509	1.029	0.56685	0.9400	0.9755	1.10	1.07935
0.5500	0.5636	1.033	0.58215	0.9500	0.9813	1.09	1.07140