



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y AMPLIACIÓN
Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DEL CASERÍO TUILADRILLO,
MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**

David Natividad Pérez de León

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, mayo de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y AMPLIACIÓN
Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DEL CASERÍO TUILADRILLO,
MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA
POR

DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
ASESORADO POR ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERIO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DEL CASERÍO TUILADRILLO, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 15 de noviembre de 2010.

David Natividad Pérez de León



Guatemala, 22 de septiembre de 2011
REF.EPS.DOC.1236.09.11

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

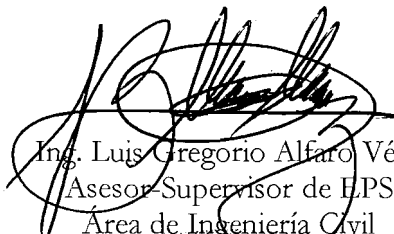
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **David Natividad Pérez de León** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200530822**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DEL CASERÍO TUILADRILLO, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS”**.

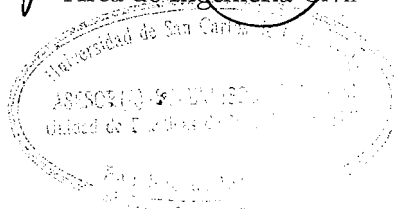
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
LGAV/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
29 de septiembre de 2011

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


Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DEL CASERÍO TUILADRILLO, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil David Natividad Pérez de León, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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 INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
8 de febrero de 2012

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DEL CASERÍO TUILADRILLO, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil David Natividad Pérez de León, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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. Mario Estuardo Arriola Ávila
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

bbdeb.



Guatemala, 28 de febrero de 2012
Ref.EPS.D.213.02.12

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

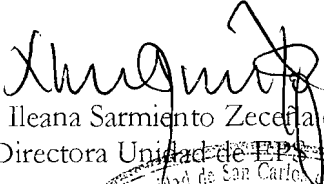
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DEL CASERÍO TUILADRILLO, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **David Natividad Pérez de León**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

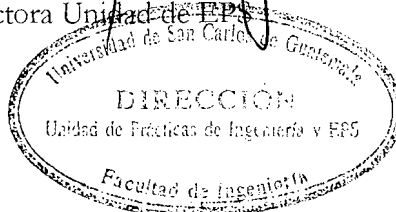
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecafía de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano, al trabajo de graduación del estudiante David Natividad Pérez de León, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DEL CASERÍO TUILADRILLO, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de Escuela Ingeniería Civil



Guatemala, mayo de 2012

/bbdeb.



Ref. DTG.232.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DEL CASERÍO TUILADRILLO, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario David Natividad Pérez de León, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, mayo de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser la fuente de la sabiduría.
Mis padres	Abel Laraín Pérez Escobar, Guadalupe de León Bravo, por su ejemplo y apoyo incondicional.
Mis hermanos	Abenaí, Gilmar, Claridé y Erendirá.
Mi sobrina	Alejandra Guadalupe.
Mis amigos	Guillermo Águeda, Josué Velásquez, Martho Luna, SelvinTax, MynorTax, German Chamorro, Ricardo López, Ronaldo López, Transito López, Israel Orozco (q.e.p.d.).
En especial	Blanca Karina Velásquez Ramírez

AGRADECIMIENTOS A:

Dios Todopoderoso	Por ser el proveedor en todo momento.
Ingeniero Luis Alfaro	Por el apoyo técnico y moral brindado de manera incondicional y por su valiosa asesoría al presente trabajo de graduación.
Víctor García	Por abrirme las puertas de su hogar.
Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser un medio de superación profesional
Municipalidad de Ixchiguán	Por el apoyo proporcionado y la oportunidad de compartir mis conocimientos para realizar este trabajo.
Mis compañeros de estudio	Por el apoyo moral que me brindaron en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. MONOGRAFÍA DEL CASERÍO TUILADRILLO	1
1.1. Reseña histórica	1
1.2. Generalidades.....	3
1.2.1. Servicios con que cuenta el caserío.....	4
1.2.2. Traje típico	4
1.2.3. Economía	4
1.2.4. Tipo de construcción	5
1.2.5. Agua potable.....	6
1.2.6. Ubicación y localización	6
1.2.7. Límites territoriales	6
1.2.8. Clima	7
1.2.9. Indicadores básicos	7
1.3. Principales necesidades del caserío.....	10
1.3.1. Autoridades comunitarias.....	11
2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ELCASERIO TUILADRILLO, MUNICIPIO DE IXCHIGÚAN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.....	13

2.1.	Descripción del proyecto a desarrollar	13
2.2.	Levantamiento topográfico	13
2.2.1.	Altimetría.....	13
2.2.2.	Planimetría.....	14
2.3.	Parámetros de diseño	14
2.3.1.	Período de diseño.....	14
2.3.2.	Cálculo de la población futura.....	15
2.3.3.	Dotación.....	16
2.3.4.	Factor de retorno	17
2.3.5.	Factor de flujo instantáneo.....	17
2.3.6.	Pendiente de tubería	18
2.3.6.1.	Pendiente mínima	18
2.3.6.2.	Pendiente máxima	19
2.3.7.	Velocidades de flujo en la tubería.....	19
2.3.7.1.	Velocidad mínima permisible	19
2.3.7.2.	Velocidad máxima permisible	20
2.3.8.	Diámetro mínimo de tubería	20
2.3.9.	Cotas Invert	20
2.3.10.	Pozos de visita.....	21
2.4.	Diseño de la red	21
2.4.1.	Caudal domiciliar	22
2.4.2.	Caudal de conexiones ilícitas	22
2.4.3.	Caudal de infiltración	24
2.4.4.	Caudal comercial	25
2.4.5.	Caudal industrial	25
2.4.6.	Caudal medio.....	26
2.4.7.	Factor de caudal medio	26
2.4.8.	Caudal de diseño	27
2.4.9.	Diseño del tramo de PV-26 a PV-27	27

2.5.	Evaluación de impacto ambiental	28
2.5.1.	Descripción general del proyecto	29
2.5.2.	Impactos ambientales y medidas de mitigación	30
2.5.2.1.	Plan de contingencia ambiental.....	30
2.5.2.2.	Medidas de mitigación.....	31
2.6.	Evaluación socioeconómica.....	31
2.6.1.	Valor presente neto.....	32
2.6.2.	Tasa interna de retorno	33
2.7.	Programa de mantenimiento.....	34
3.	DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DEL CASERÍO TUILADRILLO, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.....	41
3.1.	Descripción del proyecto.....	41
3.2.	Antecedentes	41
3.3.	Levantamiento topográfico.....	42
3.3.1.	Planimetría	42
3.3.2.	Altimetría	42
3.4.	Parámetros de diseño	43
3.4.1.	Reconocimiento del área.....	43
3.4.2.	Localización de línea preliminar	43
3.4.3.	Especificaciones técnicas	44
3.5.	Diseño geométrico de la carretera	45
3.5.1.	Características generales.....	45
3.5.1.1.	Alineaciones rectas	46
3.5.1.2.	Curvas circulares.....	47
3.5.1.3.	Delta.....	51
3.5.1.4.	Grado de curvatura	52
3.5.1.5.	Radio.....	52

3.5.1.6.	Subtangente.....	53
3.5.1.7.	Cuerda máxima.....	54
3.5.1.8.	Longitud de curva	55
3.5.1.9.	Ordenada media	56
3.5.1.10.	External.....	57
3.5.1.11.	Diseño de curvas horizontales	58
3.6.	Diseño del perfil.....	59
3.6.1.	Rasante	60
3.6.2.	Cálculo de curvas verticales	61
3.6.3.	Elementos geométricos de la curva vertical.....	62
3.6.3.1.	Parámetro Kv	62
3.6.3.2.	Ángulo de giro.....	63
3.6.3.3.	Vértice V.	63
3.6.3.4.	Tangente	63
3.6.3.5.	Flecha	64
3.6.3.6.	Longitud de curva vertical	64
3.6.3.7.	Ordenada media	65
3.7.	Sección transversal	67
3.7.1.	Sección típica en tangente.....	68
3.7.2.	Sección típica en curva.....	68
3.7.3.	Carriles	68
3.7.4.	Cunetas	69
3.7.4.1.	Ubicación de cunetas.....	70
3.7.4.2.	Tipología de las cunetas	71
3.7.5.	Dibujo de taludes	72
3.8.	Cálculo del movimiento de tierra	73
3.8.1.	Volumen de corte o relleno	73
3.8.2.	Volumen en los puntos de transición	75
3.9.	Carpeta de rodadura.	78

3.10.	Drenajes	80
3.10.1.	Ubicación de drenajes.....	80
3.10.2.	Cálculo de áreas tributarias por el método racional	81
3.10.2.1.	Ejemplo de diseño de drenaje transversal	83
3.11.	Evaluación de impacto ambiental	84
3.11.1.	Identificación de impactos ambientales.....	86
3.11.2.	Impactos positivos esperados	87
3.11.3.	Impactos negativos esperados.....	87
3.11.4.	Valoración del impacto ambiental	88
3.12.	Impactos ambientales y medidas de mitigación.....	89
3.12.1.	Limpieza y desmonte	89
3.12.1.1.	Impacto	89
3.12.1.2.	Medida de mitigación	90
3.12.2.	Manejo y disposición final de desechos sólidos	90
3.12.2.1.	Impacto	90
3.12.2.2.	Medida de mitigación	90
3.12.3.	Mantenimiento preventivo y correctivo	91
3.12.3.1.	Impacto	91
3.12.3.2.	Medida de mitigación	91
3.12.4.	Acciones generales para reducir el impacto ambiental ...	91
3.12.4.1.	Debe procurarse.....	92
3.12.4.2.	Debe evitarse	92
3.13.	Evaluación económica	93
3.13.1.	Criterios básicos de la evaluación.....	93
3.13.2.	Evaluación financiera	93
3.13.3.	Valor presente neto.....	94
3.13.4.	Tasa interna de retorno (TIR).....	94
3.14.	Mantenimiento del camino	95
3.14.1.	Mantenimiento rutinario.....	95

3.14.2. Mantenimiento preventivo.....	96
3.14.3. Mantenimiento de emergencia.....	96
3.14.4. Operación y mantenimiento	96
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	103
APÉNDICE.....	105
ANEXOS.....	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de ubicación	3
2.	Delta	51
3.	Radio	52
4.	Subtangente	53
5.	Cuerda máxima	54
6.	Longitud de curva	55
7.	Ordenada media	56
8.	External	57
9.	Concavidad de curva	64
10.	Transición de pendientes por curvas verticales	66
11.	Elementos de una curva vertical	66
12.	Ubicación de cunetas	71
13.	Áreas para cálculo de volumen en corte	74
14.	Prisma para cálculo de volumen en corte	74
15.	Área para cálculo de volumen en transición	77
16.	Prisma para cálculo de volumen en transición	78
17.	CBR % - Espesor en cm	80

TABLAS

I.	Distribución etaria y por sexo.....	8
II.	Grupos vulnerables.....	8
III.	Idiomas hablados.....	9
IV.	Emigración.....	9
V.	Organización social.....	9
VI.	Autoridades comunitarias	11
VII.	Presupuesto desglosado de alcantarillado	35
VIII.	Presupuesto integrado de alcantarillado.....	38
IX.	Cronograma de avance físico y financiero.....	39
X.	Características de alineaciones rectas y circulares	50
XI.	Constante de concavidad	65
XII.	Valores de talud en función de la altura.....	73
XIII.	Coeficiente de escorrentía	82
XIV.	Presupuesto de camino rural	97
XV.	Cronograma de avance físico y financiero.....	98

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área de la tubería (en caso a/A) expresada en m ²
A	Área del terreno (en caso Q=CIA) expresada en Ha
a	Área que ocupa el tirante en la tubería expresada en m ²
Cant	Cantidad
Q	Caudal a sección llena en tuberías expresada en m ³ /s
Qdis	Caudal de diseño
q	Caudal de diseño expresado en m ³ /s
C	Coefficiente de escorrentía superficial
n	Coefficiente de rugosidad
CM	Cuerda máxima
Δ	Delta
D	Diámetro de la tubería expresada en metros
Dist	Distancia
Est	Estación
EX	External
FH	Factor de Harmond
G	Grado de curvatura
Hab	Habitantes
I	Intensidad de lluvia
L/hab/día	Litros por habitante por día
LC	Longitud de curva
PVC	Cloruro de polivinilo

Máx	Máxima
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
m³/s	Metros cúbicos por segundo
m/s	Metros por segundo
mm/h	Milímetros por hora
Mín	Mínima
OM	Ordenada media
S	Pendiente
S%	Pendiente en porcentaje
P	Población
PV	Pozo de visita
PU	Precio unitario
PC	Principio de curva
PCV	Principio de curva vertical
PT	Principio de tangente
PTV	Principio de tangente vertical
PI	Punto de inflexión
PIV	Punto de inflexión vertical
PO	Punto observado
R	Radio
Rh	Radio hidráulico
a/A	Relación de área de flujo / área a sección llena
q/Q	Relación de caudal / caudal a sección llena
d/D	Relación de profundidad de flujo / profundidad a sección llena
v/V	Relación de velocidad de fluidos / velocidad a sección llena

r	Tasa de crecimiento de la población, expresado en porcentaje
ST	Sub tangente
U	Unidad
V	Velocidad a sección llena de la tubería expresada en m/s
v	Velocidad del flujo en la tubería expresada en m/s

GLOSARIO

Aguas negras	El agua que se ha utilizado en actividades doméstica, comercial o industrial.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a hacer mediciones de alturas.
Bases de diseño	Parámetros que se utilizarán en la elaboración de un diseño; como la población, el clima, tipos de comercio, caudales.
Banco de marca	Punto en la altimetría, cuya altura se conoce y se utilizará para determinar alturas siguientes.
Bombeo	Pendiente dada a la corona de las tangentes del alineamiento horizontal, hacia uno y otro lado del eje para evitar la acumulación del agua sobre la superficie del rodamiento.

Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce éstas mismas, al colector del sistema de drenaje.
Carril	Superficie de rodamiento, que tiene el ancho suficiente para permitir la circulación de una hilera de vehículos.
Caudal comercial	Volumen de aguas negras que se descarga de los comercios.
Caudal de diseño	Suma de los caudales que se utilizarán para diseñar un tramo de alcantarillado.
Caudal doméstico	Caudal de aguas servidas que se descarga al sistema por medio de las viviendas.
Caudal industrial	Volumen de aguas servidas provenientes de industrias.
Colector	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o aguas de lluvia.

Compactación del suelo	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y, en consecuencia, su capacidad para soporte de cargas.
Conexión	Tubería que conduce las aguas negras desde el domicilio interior de la vivienda, hasta la candela.
Cota Invert	Cota o altura de la parte inferior interna de la tubería ya instalada.
Cuneta	Zanja en cada uno de los lados del camino o carretera, en la cual, el agua circula debido a la acción de la gravedad.
Curva circular simple	Es un arco de curva circular de radio constante que une a dos tangentes.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por vivienda unidad de área.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que se consume en promedio por habitante diariamente.

Especificaciones	Normas que rigen el diseño geométrico de las carreteras.
Fórmula de Manning	Fórmula para determinar la velocidad de un flujo en un canal abierto; esta fórmula se relaciona con la rugosidad del material con que está construido el canal, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
Grado máximo de curvatura	De acuerdo con el tipo de carretera, se fija un grado máximo de curva a usarse. Éste debe llenar las condiciones de seguridad para el tránsito de la velocidad de diseño.
Planimetría	Parte de la topografía que enseña a hacer mediciones horizontales de una superficie.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
Sección típica	Es la representación gráfica transversal y acotada, que muestra las partes componentes de una carretera.

Superficie de rodadura	Área designada a la circulación de vehículos.
Tramo inicial	Primer tramo a diseñar o construir en un drenaje.
Tirante	Altura de las aguas residuales dentro de una tubería o un canal abierto.
Talud	Inclinación de un terreno que pertenece a la sección típica; que delimita los volúmenes de corte o terraplén y está contenido entre la cuneta y el terreno original.
Terracería	Prisma de corte o terraplén, en el cual se construyen las partes de la carretera mostradas en la sección típica.

RESUMEN

Se describe la situación actual del caserío Tuiladrillo en cuanto a sus vías de acceso y la falta de un sistema de alcantarillado sanitario, y los consecuentes problemas de comunicación y salud que esto genera, para los cuales se desarrolló el diseño de dos proyectos que minimicen estos problemas que aquejan a la población de este caserío.

Se desarrolló el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para el efecto primero se procedió al levantamiento topográfico. Con la información de campo se procedió al diseño hidráulico, para lo cual fueron consideradas las normas generales para el diseño de redes de alcantarillados sanitarios y otros parámetros, como período de diseño, caudal de diseño, comprobación de las relaciones hidráulicas de las cuales las de mayor importancia son: d/D , q/Q , y v/V . posteriormente se elaboró el juego de planos, el presupuesto, y el cronograma de avance físico y financiero del proyecto.

Así mismo, se desarrolló el diseño de la ampliación y mejoramiento de un tramo carretero el cual facilitará y mejorará la comunicación y transporte de los pobladores. El levantamiento topográfico incluye la planimetría y altimetría. La planimetría se realizó por el método de conservación del azimut, y la altimetría por el método de nivelación taquimétrica. Se establecen los parámetros que deben cumplir los elementos que integran las curvas horizontales, verticales, tangentes y pendientes de terreno. Posteriormente se realizan los planos tanto de planta y perfil como de secciones transversales, las cuales están dibujadas a cada veinte metros, también contiene los presupuestos y el cronograma de avances físicos y financieros.

OBJETIVOS

General

Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y ampliación y mejoramiento del camino rural del caserío Tuiladrillo, municipio de Ixchiguán, departamento de San Marcos.

Específicos

1. Desarrollar una investigación diagnóstica del caserío Tuiladrillo para determinar los factores que impiden su desarrollo económico, social, político y cultural.
2. Enseñar a la comunidad la importancia del saneamiento ambiental, de los problemas de salud que estos generan, y los beneficios que se reciben con la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario.
3. Poner en práctica los conocimientos técnicos del estudiante de Ingeniería Civil, en servicio de la población guatemalteca en especial en el área rural que es donde se encuentra la población con mayores limitaciones y necesidades.

INTRODUCCIÓN

Es un trabajo desarrollado mediante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería, el cual consta de dos proyectos los cuales consisten en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y ampliación y mejoramiento de camino rural del caserío Tuiladrillo, municipio de Ixchiguán, departamento de San Marcos.

Se detallan los indicadores generales del caserío, como lo es su origen, autoridades, población, los servicios con los que cuentan, fortalezas, debilidades y riesgos, además, de aspectos geográficos como lo son sus coordenadas geográficas, clima, producción, etc.

En el desarrollo del estudio técnico se detalla el procedimiento para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y de la carretera, sus parámetros, las ecuaciones se detallan y se explican de forma clara y concisa, de tal manera que no existan dudas o ambigüedades en la interpretación de su aplicación.

Para conocer las deficiencias de las comunidades fue necesario una investigación y coordinación tanto de las autoridades municipales como de los miembros de los comités comunitarios de desarrollo.

1. MONOGRAFÍA DEL CASERÍO TUILADRILLO

1.1. Reseña histórica

Fue fundado en 1968. Los señores Jerónimo López y López (fallecido), Cirilo Chilel Chávez y Pedro López y López, ese año comenzaron a hacer gestiones para poder separarse de la aldea Choapéquez, debido a que se les dificultaba realizar diferentes actividades principalmente el estudio de los niños, ya que para llegar a la escuela tenían que caminar aproximadamente una hora y ese era un camino peligroso. Viendo la necesidad que existía, se dirigieron al alcalde municipal, en ese entonces el señor Oscar Gramajo quien los orientó, indicándoles que levantarán una lista de personas que estuvieran de acuerdo y fue así como en 1968, se declaró como caserío, al cual le llamaron Tuiladrillo ya que en ese lugar se fabricaba ladrillo.

Posteriormente se solicitó la construcción de la escuela, para ello el requisito indispensable fue que tuvieran un predio para la misma, así como también les asignaron un maestro el cual daba clases a los niños en casa particular del señor Emiliano López y López.

No contaban con alcalde auxiliar ni algún comité, por lo que el señor Felipe Chilel Chávez se autonombro alcalde auxiliar. En varias oportunidades prestaban su servicio algunas personas para representar al comité de la comunidad.

Posteriormente se convocó a las personas a una reunión para nombrar formalmente al alcalde auxiliar y al comité pro mejoramiento de la comunidad.

El predio en donde actualmente se encuentra la Escuela Oficial Rural Mixta del caserío Tuiladrillo fue donado por el señor Leonso López Chávez, comprendido en una cuerda de terreno, luego el señor Ernesto Martínez donó otra cuerda y la colaboración de los vecinos que hicieron gestiones para la construcción de la escuela en 1974.

El caserío Tuiladrillo forma parte del municipio de Ixchiguán, departamento de San Marcos, este territorio corresponde a las tierras altas y cadena volcánica del altiplano central. La topografía es accidentada, sus montañas forman parte de la Sierra Madre, la mayor cadena de montaña que atraviesa América.

Su territorio comprende suelos poco profundos sobre materiales volcánicos mezclados, de textura pesada a mediana, bien drenados a moderadamente drenados, de color pardo café y negro gris. Predomina el rango de pendiente de 12% a 30%.

Figura 1. **Mapa de ubicación**



Fuente: GoolgeEarth. Consultado el 10 de marzo de 2011.

1.2. Generalidades

Se describe indicadores básicos del municipio, como población, economía, ubicación, límites territoriales y otros aspectos importantes a considerar para el diseño de los proyectos.

1.2.1. Servicios con que cuenta el caserío

Energía eléctrica, agua potable, llena cántaros, letrización, auxiliatura, iglesia católica, iglesia evangélica, escuela dividida en dos áreas, unidad mínima de salud, salón comunal, cementerio de la comunidad.

1.2.2. Traje típico

Históricamente a mediados del siglo XVIII (1750), llegaron al territorio que ahora ocupa el municipio de Ixchiguán, varias familias del pueblo de Tajumulco, dedicados a la crianza de ovejas y como este territorio ofrecía suficiente pastura hizo que muchas personas más fueran llegando especialmente personas de apellido Chilel y Ramírez y se instalaron y dieron origen a los poblados, por lo cual el traje típico del caserío Tuiladrillo es similar al de los caseríos del municipio de Tajumulco.

Estos comúnmente son tejidos en telares de palitos, la tela básica es algodón y puede ser de color, lisas y listadas. Los huipiles de uso diario varían notoriamente con los de ocasiones ceremoniales, a esto se le denomina motivos especiales como patrones circunscritos o colores específicos para las bodas. El brocado o el bordado aumentan notoriamente en el valor del huipil, el traje típicos corte jaspeado y huipil elaborado con lustrina, los hombres no tienen ninguno en común.

1.2.3. Economía

Su población trabaja como temporeros en plantaciones de café y como mano de obra emigrante en México, el desarrollo y crecimiento económico es escaso, en el municipio el 67% de la fuerza de trabajo no está calificada, no

existen fuentes de empleo lo que genera migración de la fuerza de trabajo, la mayoría de la población económica activa del municipio está vinculada a la actividad agrícola de subsistencia, lo que limita las posibilidades económicas para lograr un crecimiento económico y desarrollo humano, además no existe facilidad de locomoción a ciertas microregiones y lugares específicos por las malas condiciones de los caminos rurales, se evidencia también escaso desarrollo artesanal e industrial porque no se aprovechan sosteniblemente los recursos naturales para generar nuevas fuentes de empleo.

Existen suelos para el cultivo agroforestal que ocupan el 25,6% aproximadamente y útil para la producción de alimentos, los cultivos con mayores rendimientos son: papa, maíz blanco y amarillo, trigo en granza, frijol negro, en frutales: manzana, durazno, melocotón, aguacate y ciruela.

El día en que las personas realizan sus compras es el día martes en el caserío Buenos Aires, y el día miércoles en la aldea San Sebastián.

1.2.4. Tipo de construcción

Predominan las paredes de adobe y madera, con techo de lamina y teja de barro cocido los pisos son generalmente de tierra, en las nuevas construcciones la tendencia son las viviendas formales con paredes de block, de uno o dos niveles y pisos de torta de concreto o ladrillo de cemento, esto generado por el mejoramiento económico de las familias debido a las remesas provenientes de Estados Unidos.

1.2.5. Agua potable

Cuenta con tres nacimientos, ubicados en el cantón Grijalva, la cobertura de agua entubada no tiene un sistema de cloración o de potabilización y existen habitantes que cuentan también con pozos artesanales para el suministro del recurso hídrico, las aguas residuales no tienen ningún sistema de evacuación y son dispuestas a flor de tierra.

1.2.6. Ubicación y localización

La distancia de la ciudad capital al caserío Tuiladrillo es de 282 Km. Distribuido de la siguiente manera: 250 Km. de la ciudad capital a la cabecera departamental de San Marcos y 32 Km. de la cabecera departamental de San Marcos, y a 12 km. de la cabecera municipal de Ixchiguán.

Se localiza al norte de la cabecera departamental y al noroccidente de la ciudad capital de Guatemala, está situado a una altitud de 3200 metros sobre el nivel del mar, en las coordenadas 16° 18' 11" latitud norte y 92° 10' 26" longitud.

1.2.7. Límites territoriales

Al norte: con el caserío la Unión, del municipio de Tejutla.

Al sur: con la aldea Choapéquez, caserío la Joya y el caserío La Cumbre, todos del municipio de Ixchiguán.

Al este: con el caserío El Milagro, del municipio de Tajumulco.

Al oeste: con el cantón Loma Linda, de la aldea Choapéquez.

1.2.8. Clima

Los datos climáticos han sido proporcionados por el INSIVUMEH, específicamente por la estación meteorológica de San Marcos, Escuela de Formación Agrícola (EFA).

Temperatura: Mínima = -3 °C Máxima = 18 °C Media = 5°C

Precipitación pluvial: 2 000 mm anuales.

Días de lluvia: 120 a 180 días al año.

Humedad relativa: 70% a 85%.

Dirección del viento: de norte a sur.

Velocidad del viento: 16 Km/h. promedio

Nubosidad anual: 6 octas.

Evaporación a la sombra: 2,5 mm

1.2.9. Indicadores básicos

Se detalla la distribución etaria, idiomas hablados, los grupos vulnerables, la emigración, que son factores que inciden de forma directa en el desarrollo de los pobladores del caserío.

Tabla I. **Distribución etaria y por sexo**

Grupo etario	Sexo		Total	
	Hombres	Mujeres	No.	%
0 a 14 mese	50	60	110	10,29
1 a 4 años	14	16	30	2,81
5 a 9 años	47	52	99	9,26
10 a 14 años	14	14	28	2,62
15 a 19 años	114	75	189	17,68
20 a 24 años	119	124	243	22,73
25 a 34 años	40	50	90	8,41
35 a 44 años	40	60	100	9,35
45 a 54 años	10	30	40	3,74
55 a 65 años	50	50	100	9,35
65 años o mas	20	20	40	3,74
TOTAL	518	551	1 069	100

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2008-2017.

Tabla II. **Grupos vulnerables**

Grupo	Número
Viudas	14
Huérfanos	40
Inválidos	1

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2008-2017.

Tabla III. Idiomas hablados

Idioma	Porcentaje que lo habla
Mam	100 % de la población
Castellano	90 % de la población

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2008-2017.

Tabla IV. Emigración

Número de personas que emigran			Lugar	Causa
Hombres	Mujeres	Total		
50	20	70	Estados Unidos	Falta de fuentes de trabajo

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2008-2017.

Tabla V. Organización social

Nombre	Área de acción	Tipo de organización	Tiene personería jurídica		No. De integrantes		Esta activa.	
			SI	NO	H	M	SI	NO
COCODE	Desarrollo	Comité	X		12	1	X	
INTERVIDA	Educación	Asociación						
Comité de salud	Salud	Comité		X	8		X	

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2008-2017.

1.3. Principales necesidades del caserío

- Falta de puesto de salud.
- Falta de sistema de drenaje y letrización.
- Contaminación ambiental por falta de manejo adecuado de desechos sólidos.
- Los caminos vecinales de acceso a la comunidad se encuentran en mal estado por falta de mantenimiento y se vuelven inaccesibles e época de invierno.
- Los edificios escolares son insuficientes para atender a la población escolar.
- En algunas escuelas existen maestros multigrados.
- Falta de asistencia técnica para proyectos productivos en la micro región.
- Falta de organización y acciones para conservar el medio ambiente.
- No se cuenta con reglamento para construcción, algunas casas están construidas en terrenos con riesgo.

Oportunidades

- Apoyo de instituciones gubernamentales para la mujer y la niñez como la Secretaria de Obras Sociales de la Esposa del Presidente (SOSEP).
- Apoyo de organismos no gubernamentales nacionales, e internacionales como la Asociación para la Ayuda del Tercer Mundo Intervida.
- Ingreso por remesas familiares de población emigrante en Estados Unidos.
- Cobertura de servicio telefónico de empresas nacionales.

Amenazas

- Vulnerabilidad a deslaves.
- Falta de legislación para garantizar un salario mínimo para trabajadores agrícolas.
- Contaminación ambiental.

1.3.1. Autoridades comunitarias

Cada comunidad cuenta con un Comité Municipal de Desarrollo (COMUDE), que son las autoridades locales el cual está presidido por el alcalde auxiliar y tiene la función de velar por el bienestar de sus habitantes y de la gestión y administración de los proyectos de la comunidad.

Tabla VI. **Autoridades**

Comité comunitario de desarrollo				
No.	Nombre	Apellidos	Cargo	No. Teléfono
1	Ambrosio	López Martínez	Alcalde auxiliar	40096615
2	Domingo	Hernández Chilel	2° Alcalde auxiliar	45828583
3	Mario	Xicol Picón	Primer ministril	40879886

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2008-2017.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO TUILADRILLO, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

2.1. Descripción del proyecto a desarrollar

El proyecto consiste en el diseño de alcantarillado sanitario, el cual se diseñará según normas de diseño del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), el periodo de diseño es de 21 años, con una dotación de agua potable diaria de 120 lts/hab/día. con un factor de retorno de agua residual de 0,80.

El número de familias actual es de 144 con una densidad de vivienda de 6 habitantes por familia, lo cual hace una población actual de 864 habitantes a servir; con una tasa de crecimiento de 2,98% anual hace una población futura de 1601 habitantes.

2.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento se realizó con un teodolito J-22 proporcionado por la Oficina Municipal de Planificación de la municipalidad de Ixchiguán, un estadal, plomadas y cinta métrica.

2.2.1. Altimetría

En el caserío Tuiladrillo predominan las pendientes en el rango de 12% a 30% pero se encuentran pendientes mayores de 45%, debido a que el caserío se encuentra ubicado en tierras altas y cadena volcánica con montañas y

colinas, la topografía es accidentada, sus montañas forman parte de la Sierra Madre, la mayor cadena de montañas que atraviesa América, ingresa a Guatemala por el departamento de Huehuetenango, en donde recibe el nombre de Sierra de los Cuchumatanes; y en Ixchiguán recibe el nombre de Cerro Cotzic.

2.2.2. Planimetría

El levantamiento planimétrico presenta muchas curvas debido a las pendientes muy pronunciadas, por lo que también se observa que existen tramos con pozos de visita muy cercanos, esto es debido a que se debe cumplir con velocidades mínimas y máximas de los fluidos dentro de la tubería y es necesario la ubicación de un mayor número de pozos de visita.

El método utilizado en el levantamiento planimétrico fue el de conservación del azimut, con el cual se ubicaron todos aquellos puntos de importancia como: calles, intersecciones de caminos, cambios de nivel y todos los datos relevantes.

2.3. Parámetros de diseño

Todo diseño debe cumplir con rangos y valores establecidos por una norma, para este caso se utilizan parámetros del Instituto de Fomento Municipal, INFOM.

2.3.1. Período de diseño

El período de diseño permite definir el tamaño del proyecto en base a la población a ser atendida al final del mismo. Si el período de un proyecto es

corto, inicialmente el sistema requerirá una inversión menor, pero luego exigirá inversiones sucesivas de acuerdo con el crecimiento de la población. Por otro lado, la ejecución de un proyecto con un período de diseño mayor requerirá mayor inversión inicial, pero luego no necesitará de nuevas inversiones por un tiempo prolongado.

Además, con periodos de diseño largos, el flujo en las alcantarillas estará por muchos años debajo del caudal de diseño, por lo cual las velocidades serán menores a las previstas y el desempeño del sistema será menor al esperado.

Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante un período de 30 a 40 años, a partir de la fecha de su construcción.

Los factores a considerar en el período de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario son: vida útil de todos los materiales, si existe equipo mecánico también debe considerarse la vida útil que indique el fabricante, población de diseño, posibilidades de ampliación de la red; un factor que es determinante especialmente en las regiones del altiplano es el factor económico, por lo cual el período de diseño se establece en 20 años más 1 año que se considera de construcción, por lo tanto el período de diseño del sistema es de 21 años.

2.3.2. Cálculo de la población futura

La población futura del proyecto, es la población que va a contribuir para el sistema de alcantarillado, al final del período del proyecto.

Para la obtención de este dato se relaciona el crecimiento de la población en función del tiempo, a partir de la población verificada al inicio mediante datos censales en el área de proyecto y tasas de crecimiento anual, se deberá tener cierta precaución en utilizar la tasa promedio más representativa del crecimiento de la población en base a datos censales otorgadas por el organismo oficial que regula estos indicadores.

Para estimar la población futura se utilizó el método geométrico, los datos necesarios son:

Población actual, período de diseño y porcentaje de crecimiento poblacional anual, se ilustra el ejemplo de cálculo de población futura del tramo comprendido entre PV-26 y PV-27, con los datos siguientes.

Dónde: Pf = Población futura
Po = Población actual = 270 habitantes
n = Período de diseño = 21 años
r = Porcentaje de crecimiento poblacional = 2,98 %

$$Pf = Po\left(1 + \frac{r}{100}\right)^n \quad Pf = 270\left(1 + \frac{2.98}{100}\right)^{21} = 500 \text{ habitantes.}$$

2.3.3. Dotación

Los estimados de los flujos de aguas residuales provenientes de las viviendas se basan comúnmente en el consumo de agua de la familia. Por esto, para diseñar el sistema de alcantarillado, habrá que definir la dotación de agua potable por habitante. La dotación, a su vez, dependerá del clima, el tamaño de la población, características económicas, culturales, información sobre el consumo medido en la zona, etc.

La dotación utilizada es de 120 lts/hab/día, la cual es asignada por la municipalidad.

2.3.4. Factor de retorno

La cantidad de aguas residuales generada por una comunidad es menor a la cantidad de agua potable que se le suministra, debido a que existen pérdidas a través del riego de jardines, abrevado de animales, limpieza de viviendas y otros usos externos. El porcentaje de agua distribuida que se pierde y no ingresa a las redes de alcantarillado, depende de diversos factores, entre los cuales están: los hábitos y valores de la población, las características de la comunidad, la dotación de agua, y las variaciones del consumo según las estaciones climáticas de la población, para este caso se considera un 80% de factor de retorno.

2.3.5. Factor de flujo instantáneo o factor de Harmond

Es la relación entre el caudal medio diario y el caudal máximo horario, es un factor de seguridad, que involucra a toda la población a servir. Es un factor de seguridad que actúa en las horas pico o de mayor utilización del drenaje.

La fórmula del factor de Harmond es adimensional y viene dada:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}}$$

Donde P es la población del tramo a servir, se expresa en miles de habitantes. El factor de Harmond se encuentra entre los valores de 1,5 a 4,5 según sea el tamaño de la población a servir.

A continuación se calcula el factor de Harmond para la población actual y futura del tramo de PV-26 a PV-27, con población actual de 270 habitantes y futura de 500 habitantes.

Actual:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{270/1000}}{4 + \sqrt{270/1000}} = 4,10$$

Futuro:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{500/1000}}{4 + \sqrt{500/1000}} = 3,97$$

2.3.6. Pendiente de la tubería

La velocidad del fluido está en función del caudal y la pendiente de la tubería por lo que se hace necesario el cálculo de las pendientes para evitar daños por obstrucción o por erosión.

2.3.6.1. Pendiente mínima

El diseño usual del alcantarillado convencional considera que la pendiente mínima que tendrá una alcantarilla, viene dada por la inclinación de la tubería con la cual se logrará mantener la velocidad mínima de 0,40 m/s para tubería PVC, transportando el caudal mínimo con un nivel de agua de 0,10 D (10% del diámetro de la tubería utilizada en el tramo diseñado).

La pendiente a utilizar en el diseño deberá ser de preferencia la misma que tiene el terreno para evitar un incremento innecesario en los costos por excavación excesiva, sin embargo; en todos los casos se deberá cumplir con las relaciones hidráulicas y restricciones de velocidad. Dentro de las viviendas

se recomienda utilizar una pendiente mínima del 2 por ciento, lo cual asegura el arrastre de las excretas.

2.3.6.2. Pendiente máxima

La pendiente máxima que tendrá una alcantarilla viene dada por la inclinación de la tubería con la cual se logrará mantener la velocidad máxima permitida para tubería PVC, la cual es de 4,00 m/s, transportando el caudal máximo con un nivel de agua de 0,90 D (90% del diámetro de la tubería utilizada en el tramo de diseño).

2.3.7. Velocidades del flujo en la tubería

La tubería PVC está diseñada para transportar fluidos a velocidades mínimas de 0,40 m/s esto con el objetivo de evitar la sedimentación de sólidos en su interior y para soportar velocidades máximas de 4,00 m/s pues velocidades superiores a esta generan erosión y destrucción en las paredes de la tubería.

2.3.7.1. Velocidad mínima permisible

La determinación de la velocidad mínima del flujo es de fundamental importancia, pues permite verificar la auto limpieza de las alcantarillas en las horas, cuando el caudal de aguas residuales es mínimo y el potencial de deposición de sólidos en la red es máximo, a su vez, la velocidad mínima de autolimpieza es fundamental para conducir a la minimización de las pendientes de las redes colectoras, principalmente en áreas planas, haciendo posible economizar la excavación y reducir los costos.

La velocidad mínima del flujo dentro de la alcantarilla deberá ser de 0,60 m/s para la tubería de concreto, para tubería de PVC es de 0,40 m/s.

2.3.7.2. Velocidad máxima permisible

Se debe considerar la acción erosiva sobre la tubería como el factor más importante a efecto de la determinación de la velocidad máxima de las aguas residuales. La velocidad del flujo dentro de la alcantarilla deberá ser de 3,00 m/s para la tubería de concreto, para tubería de PVC es de 4,00 m/s.

2.3.8. Diámetro mínimo de tubería

El diámetro de la tubería es una de las partes a calcular, se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Las Normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal y de la Dirección General de Obras Públicas, indican que el diámetro mínimo a colocar será de 8" en el caso de tubería de concreto y de 6" para tubería de PVC, esto si el sistema de drenaje es sanitario.

Para las conexiones domiciliarias se puede utilizar un diámetro de 6" para tubería de concreto y 4" para tubería de PVC, en este caso, el diámetro de tubería utilizado para el colector principal fue de 6" y 8", tubería de PVC.

2.3.9. Cotas Invert

La Cota Invert, es la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interior de la tubería, se debe verificar que la Cota Invert sea al menos igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Las Cotas Invert se calculan con base a la pendiente del terreno y la distancia entre un pozo y otro. Se debe seguir las siguientes reglas para el cálculo de Cotas Invert:

- La Cota Invert de salida de un pozo, se coloca al menos tres centímetros más baja que la Cota Invert de llegada de la tubería más baja.
- Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo, es mayor que el diámetro de la tubería que sale, la Cota Invert de salida estará a una altura igual al diámetro de la tubería que entra.

2.3.10. Pozos de visita

Los pozos de visita, son estructuras que se construyen para verificar, limpiar, cambiar de dirección en puntos donde se juntan dos o más tuberías; también se construyen donde hay cambios de nivel y a cada cierta distancia. Normalmente los pozos de visita se construyen a cada cien metros cuando el terreno lo permite. Si las condiciones del lugar son adecuadas por razones económicas, se permiten pozos de visita hasta cada veinte metros, además se construyen en los inicios de cualquier tramo, cuando se cambia de dirección; tanto horizontal como vertical, cuando la tubería cambia de diámetro y en cualquier intersección del colector.

La ubicación de los pozos de visita pueden ser de una gran distancia entre sí cuando el terreno lo permita, como también pueden estar tan cerca como sea necesario, esto depende en gran medida de la topografía del terreno.

2.4. Diseño de la red

El diseño se realiza integrando todos los caudales: domiciliario, de conexiones ilícitas, de infiltración, comercial, industrial, y cualquier otro tipo de caudal que aportaran un gasto al sistema.

2.4.1. Caudal domiciliar

El caudal domiciliar es la cantidad de agua potable que después de ser utilizada es evacuada hacia el drenaje, es aquí donde la dotación de agua potable es afectada por el factor de retorno, pues no todo el agua que ingresa a una vivienda es desechada en el sistema de drenaje, a continuación se analiza un tramo.

$$Q_{\text{dom.}} = \frac{(\text{Dotación})(\text{población})(\text{factor de retorno})}{86\,400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_{\text{dom. Actual}} = \frac{\left(120,00 \frac{\text{Lts}}{\text{hab/día}}\right)(270 \text{ Habitantes})(0,80)}{86\,400 \text{ seg/día}} = 0,30 \text{ Lts/seg.}$$

$$Q_{\text{dom. Futuro}} = \frac{\left(120,00 \frac{\text{Lts}}{\text{hab/día}}\right)(500 \text{ Habitantes})(0,80)}{86\,400 \text{ seg/día}} = 0,56 \text{ Lts/seg.}$$

2.4.2. Caudal de conexiones ilícitas

Es la cantidad de agua de lluvia que ingresa al drenaje que proviene principalmente de las conexiones de las bajadas de aguas pluviales al sistema. Este caudal daña el sistema, debe de evitarse para no causar posible destrucción del drenaje. Se calcula como un porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos y patios, y de su permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia. El caudal de conexiones ilícitas se calcula según la fórmula:

$$Q_{\text{ilícitas}} = \frac{C_i A}{360}$$

Siendo:

Q ilícitas = caudal de conexiones ilícitas

C = coeficiente de escorrentía superficial, que depende de la superficie

i = intensidad de lluvia en el área en mm/hora

A = área en hectáreas

Como este caudal está en función del área de techos y patios es necesario obtener un coeficiente de escorrentía que involucre ambas superficies.

$$C = \frac{C_1A_1 + C_2A_2}{A_1 + A_2}$$

C_1 = Coeficiente de escorrentía de techos, el cual es de 0,80

A_1 = Área de techos, acumulada hasta el PV-27 es de 80 m²/casa con un acumulado de 45 viviendas hasta este punto.

C_2 = Coeficiente de escorrentía de patios, el cual es de 0,20

A_2 = Área de patios, acumulada hasta el PV-27 es de 50 m²/casa con un acumulado de 45 viviendas hasta este punto.

$$C = \frac{(0,80)(0,36 \text{ Hc}) + (0,20)(0,23 \text{ Hc})}{0,36 \text{ Hc} + 0,23 \text{ Hc}} = 0,57$$

$$Q \text{ ilícitas} = \frac{(0,57) \left(129,73 \frac{\text{mm}}{\text{hora}} \right) (0,59 \text{ Hc})}{360} = 0,1212 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Este caudal esta en m³ por lo que hay que convertirlo a unidades de lts/seg, además de ser afectado por un porcentaje de viviendas que se conectaran al sistema de drenaje, este porcentaje debe estar en un rango de 0,5% a 2,5% del total de las viviendas, esto debido a que no todas las viviendas conectarán bajadas de agua pluvial al sistema.

El caudal de conexiones ilícitas que debe incluirse en el caudal de diseño es el siguiente:

$$Q \text{ ilícitas} = (0,1212\text{m}^3/\text{seg}) (1000 \text{ lts/ m}^3) (1,00\%) = 1,21\text{lts}/\text{seg}$$

2.4.3. Caudal de infiltración

El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra las redes de alcantarillado, a través de las paredes de tuberías defectuosas, uniones de tuberías, conexiones, y las estructuras de los pozos de visita, afecta principalmente tubería de concreto.

Debe calcularse de la siguiente manera:

La dotación de infiltración = 12000 a 18000 litros/Km/día.

$$L_t = \frac{\text{longitud de tubería} + (\text{número de casas})(6.00 \text{ m})}{1\,000 \text{ mts}/\text{Km}}$$

$$F \text{ inf.} = 16000 \text{ a } 18000 \text{ lts}/\text{Km}/\text{día.}$$

$$Q \text{ inf.} = \frac{(\text{F infiltración}) (\text{longitud total})}{86\,400 \text{ seg}/\text{día}}$$

$$Q \text{ inf.} = \frac{(16,000 \text{ lts}/\text{km}/\text{día}) (0.8955\text{km})}{86\,400 \text{ seg}/\text{día}} = 0,17\text{lts}/\text{seg.}$$

Donde: L_t = Longitud total
 $F \text{ inf.}$ = Factor de infiltración
 $Q \text{ inf.}$ = Caudal de infiltración

En este caso se toma en cuenta la profundidad del nivel del agua subterránea, con relación a la profundidad de las tuberías, la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas usadas en las tuberías, la calidad de la mano de obra y especialmente el tipo de tubería de PVC, se desprecia el caudal de infiltración.

2.4.4. Caudal comercial

Es el agua de desecho de las edificaciones comerciales, como comedores, restaurantes, hoteles, etc. Por lo general la dotación comercial varía según el establecimiento a considerar, pero se puede estimar entre 600 a 3 000 lts/comercio/día.

La región en la que se construirá el sistema de drenaje es rural y no cuenta con industria, debe ser previsto un porcentaje para futuras edificaciones que puedan contribuir con el desarrollo comercial del lugar, este debe ser de 2,00 comercios por cada 100 casas, con una dotación de 1 000 lts/com/día.

Número de comercios = (45 casas) (2 comercios / 100 casas) = 0,90 comercios, por lo tanto el número de comercios es de 1,00

$$Q \text{ comercial} = \frac{(1,00 \text{ comercios}) (1\,000 \frac{\text{lts}}{\text{com}}/\text{día})}{86\,400 \text{ lts/seg}} = 0,012 \text{ lts/seg.}$$

2.4.5. Caudal industrial

Es el agua de desecho de las industrias, como: fabricas de textiles, licoreras, embotelladoras, empacadoras, etc.

La dotación suministrada para el sector de la industria puede estar comprendida en el rango de 1 000 a 18 000 lts/industria/día. Debido a que en la actualidad no existen industrias en la región debe estimarse un caudal industrial a futuro en una relación de 1,00 industria por cada 100 casas, con una dotación de 3 000 lts/industria/día.

Número de industrias = (45 casas) (1 industria / 100 casas) = 0,45 industrias, por lo tanto el número de industrias es de 1,00

$$Q \text{ industrial} = \frac{(1,00 \text{ industrias}) (3\,000 \frac{\text{lts}}{\text{ind}/\text{día}})}{86\,400 \text{ lts/seg}} = 0,035 \text{ lts/seg.}$$

2.4.6. Caudal medio

Obtenidos todos los caudales que tributarán al sistema se procede a integrar el caudal medio de la siguiente manera:

$Q \text{ medio} = Q \text{ domiciliar} + Q \text{ conexiones ilícitas} + Q \text{ infiltración} + Q \text{ comercial} + Q \text{ industrial}$

$$Q \text{ medio} = 0,30 \text{ l/s} + 1,21 \text{ l/s} + 0,17 \text{ l/s} + 0,012 \text{ l/s} + 0,035 \text{ l/s} = 1,727 \text{ lts/seg.}$$

2.4.7. Factor de caudal medio

Para obtener este factor se debe distribuir el caudal medio entre el número de habitantes, el cual varía entre el rango de 0,002 a 0,005, si el cálculo del factor está entre estos límites se utilizará el factor calculado; si el factor calculado esta fuera mayor o menor a los límites establecidos, se utilizará el límite más cercano.

$$f_{qm} = \frac{\text{Caudal medio}}{\text{No. Habitantes}}; f_{qm} = \frac{1,727}{270} = 0,006$$

0,002 ≤ factor de caudal medio ≤ 0,005

En este caso se adoptará el f_{qm} máximo permitido por el reglamento el cual es de 0,005.

2.4.8. Caudal de diseño

Este caudal debe determinarse para cada tramo que se va a diseñar, se calcula con el factor de caudal medio, el número de habitantes que tributarán a la red y el factor de Harmond.

$$Q \text{ diseño} = (f_{qm}) (\text{No. Habitantes}) (FH)$$

$$Q \text{ diseño} = (0,005) (270) (4,10) = 5,53 \text{ lts/seg.}$$

2.4.9. Diseño del tramo de PV-26 a PV-27

A continuación se ejemplifica el diseño de un tramo de drenaje sanitario.

Datos: Población = 270 habitantes; $f_{qm} = 0,005$; pendiente de tubería 8,73%; diámetro de tubería = 6,00 plg; coeficiente de fricción 0,01 m/m

$$FH = \frac{18 + \sqrt{270/1000}}{4 + \sqrt{270/1000}} = 4,10$$

$$Q \text{ medio} = 0,30 \text{ l/s} + 1,21 \text{ l/s} + 0,17 \text{ l/s} + 0,012 \text{ l/s} + 0,035 \text{ l/s} = 1,727 \text{ lts/seg.}$$

$f_{qm} = \frac{1,727}{270} = 0,006$; dado que el factor esta fuera del rango de 0,002 a 0,005 se utilizará el f_{qm} máximo permitido el cual es de 0,005.

Q diseño = (0,005) (270 hab) (4,10) = 5,53lts/seg.

$$Q \text{ sección llena} = \frac{1}{n} \left(\frac{\emptyset}{4}\right)^{2/3} S_o^{1/2} (\pi/4) \emptyset^2$$

$$Q \text{ sección llena} = \frac{1}{0,01} \left(\frac{0,1524}{4}\right)^{2/3} (0,0873)^{1/2} (\pi/4) (0,1524)^2 (1000) = 61,03\text{lts/seg}$$

$$\text{Velocidad a sección llena} = \frac{Q_{\text{sección llena}}}{\frac{\pi}{4}(\emptyset)^2} = \frac{0,06103 \text{ m}^3/\text{seg}}{0,01824 \text{ m}^2} = 3,35 \text{ m/seg}$$

$$\text{Relación } q/Q = \frac{5,53 \text{ lts/seg}}{61,03 \text{ lts/seg}} = 0,090643$$

De relación hidráulica se obtiene $v/V = 0,620522$

Determinando la velocidad del flujo = (0,620522) (3,35 m/seg) = 2,08 m/seg.

De relación hidráulica se obtiene $y/Y = 0,203$

Las condiciones que se deben evaluar en los cálculos anteriores son, la velocidad del flujo que debe estar en el intervalo de 0,40 a 4,00 m/seg, lo que se ha cumplido al ser la velocidad de 2,08 m/seg; la relación del tirante hidráulico y el diámetro de la tubería que debe estar en el intervalo de 0,10 D a 0,90 D lo que también se ha cumplido, con un valor de 0,203 D. Por lo tanto el diámetro de la tubería es el adecuado.

2.5. Evaluación de impacto ambiental

Todo proyecto que se construye tiene impactos ambientales positivos y negativos, por lo que se debe analizar si los impactos positivos son mayores a los negativos para que el proyecto sea viable, y se debe minimizar de la mejor manera los impactos negativos.

2.5.1. Descripción general del proyecto

Podría definirse el Impacto Ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales. Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. Se puede definir el Estudio de Impacto Ambiental como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental.

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es un mecanismo científico-técnico que se utiliza para analizar aspectos físico-biológico socio-económico o culturales del ambiente en el que se desarrolle una acción o un proyecto.

La EIA debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Garantizar que todos los factores ambientales relacionados con el proyecto o acción hayan sido considerados;
- b. Determinar impacto ambientales adversos significativos, de tal suerte que se propagan la medidas correctivas o de mitigación que eliminen estos impactos y los reduzcan a un nivel, ambientalmente, aceptable;

- c. Facilitar la elección de la mejor opción ambiental de la acción propuesta;
- d. Elaborar un programa de recuperación ambiental;

Debido al carácter sistémico de la AIE, el análisis debe ser realizado por un equipo interdisciplinario, pudiendo hacer uso de cualquier método, que cumpla con los requisitos anteriormente señalados. Dentro de los métodos más comunes se incluyen listados, matrices, mapas y otros.

2.5.2. Impactos ambientales y medidas de mitigación

Toda actividad humana genera un impacto a su alrededor, es inevitable la transformación del medio ambiente en pro de la mejora de las condiciones de vida, siempre existen impactos ambientales por lo cual se debe mitigar en lo posible los efectos que las actividades de desarrollo generan.

2.5.2.1. Plan de contingencia ambiental

En áreas planas, ríos y riachuelos cercanos, es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar el proyecto. Por lo cual se debe integrar un comité de emergencia contra inundaciones, y además deben velar por que los lugares en donde se ubican las obras civiles se encuentran lo más despejado posible.

2.5.2.2. Medidas de mitigación

Para evitar las polvaredas, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo las que deberán llenarse en el tiempo más corto posible, compactándose, adecuadamente, las mismas para evitar; el arrastre de partículas por el viento; estos efectos son temporales pues solo se tendrán durante la construcción del sistema.

Deberá de capacitarse al o a las personas encargadas del mantenimiento del sistema, referente al manejo de las aguas servidas y reparaciones menores.

Capacitar a las amas de casa, sobre el adecuado uso del sistema para evitar que los mismos sean depositarios de basura producidas en el hogar.

2.6. Evaluación socioeconómica

En la evaluación económica se hace el análisis de los costos que genera un proyecto para la economía con relación directa a los beneficios que recibirá el conglomerado social, esta evaluación se lleva a cabo a través del cálculo del valor presente neto (VPN), y de la tasa interna de retorno (TIR).

El bienestar social se puede lograr de manera directa o indirecta. Se obtiene de manera directa cuando se producen bienes o servicios destinados al consumo, ya que el consumo incrementa el nivel de bienestar.

Se logra de manera indirecta cuando un bien se sustrae del consumo final y se utiliza como recurso para producir otros bienes que aumentan el bienestar con su consumo.

En este sentido, todo bien o recurso que se asigne a un proyecto implica su retiro del consumo como bien o servicio, con lo que se sacrificará bienes sociales; o su desvío como recurso, con lo que se sacrificará su contribución alternativa al bienestar que se obtendría de su uso potencial en otro proyecto o en otra actividad productiva.

Así surge el concepto de costo de oportunidad, entendido como el sacrificio que representa para la sociedad dejar de percibir como consecuencia de la asignación de un recurso al proyecto, al retirarlo directa o potencialmente de un uso económico alternativo. La sociedad sacrifica la oportunidad de darle otro uso al recurso si lo destina al proyecto o a la alternativa.

2.6.1. Valor presente neto

Es un método para valorar alternativas de inversión mutuamente excluyentes, el cual consiste en trasladar todo el flujo de efectivo hacia un presente; es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de antemano si una inversión será rentable, para invertir o no en un proyecto que a futuro pueda representar ganancias o pérdidas.

Para la interpretación de cada uno de los resultados el VPN debe ser evaluado en el mismo lapso de tiempo, el valor presente neto puede presentar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

- $VPN < 0$
- $VPN = 0$
- $VPN > 0$

Cuando el $VPN < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero indica que el proyecto no es rentable, la inversión inicial no ha sido recuperada, deben evaluarse variables tales como la tasa de interés, precios y similitud del flujo de efectivo con respecto a la realidad.

Cuando el $VPN = 0$, indica que se esta generando exactamente el porcentaje de utilidad que se desea y la inversión inicial ha sido recuperada.

Cuando el $VPN > 0$, está indicando que la opción es rentable, se ha recuperado la inversión inicial y se incrementa el porcentaje de utilidad.

2.6.2. Tasa interna de retorno

Es el porcentaje de interés donde el inversionista tiene equilibrio, es decir no tiene perdidas ni ganancias. Se utiliza para evaluar alternativas de forma individual y no para comparar alternativas excluyentes, es fundamental compararla con la tasa del inversionista TMAR (tasa mínima atractiva de rendimiento), la TMAR esta compuesta principalmente por el interés de inflación, el interés pasivo, y el interés en ganancias.

$$TMAR = I \text{ inflación} + I \text{ pasivo} + I \text{ ganancia}$$

Conceptualmente se puede decir que la tasa interna de retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

$$TIR = VPB \text{ Beneficio} - VPN \text{ Gastos} = 0$$

Se evalúa un porcentaje con el cual se obtenga un VPN de valor positivo y un porcentaje con el cual se obtenga un VPN de valor negativo, estos resultados se interpolan para obtener la tasa interna de retorno, de preferencia los valores de los VPN calculados deben ser muy cercanos para que el error de interpolación sea el mínimo.

Tasa 1	VPN +
TIR	VPN =0
Tasa 2	VPN -

$$TIR = I_1 + \left(\frac{VPN_1}{VPN_1 + VPN_2} \right) (I_2 - I_1)$$

2.7. Programa de mantenimiento

- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.
- Capacitar a los trabajadores que se encargarán de darle mantenimiento al sistema especialmente sobre aspectos de limpieza de pozos de visita.
- Se debe velar porque los comunitarios no depositen su basura en las aguas negras para evitar obstaculizaciones al sistema.
- Para la disposición de desechos generados por las familias se debe contar con depósitos, distribuidos en lugares estratégicos, y así evitar que los artefactos u obras del sistema de drenaje se convierta en un vertedero de basura.

- Capacitar al personal que laborará en el proyecto en el momento de entrar en operación para su mantenimiento y limpieza, así se evita la creación de basureros clandestinos.

Tabla VII. Presupuesto desglosado de alcantarillado

Proyecto: Diseño del sistema de alcantarillado sanitario

Ubicación: Caserío Tuiladrillo

Municipio: Ixchiguán

Departamento: San Marcos

PRESUPUESTO DESGLOSADO					
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	P/ unitario	Total
1	Trazo y replanteo	ML	2 835,12	1,50	4 252,68
2	Línea central	ML	2 835,12		
	Tubo PVC Ø 6"	U	140,00	275,00	38 500,00
	Tubo PVC Ø 8"	U	420,00	400,00	168 000,00
	Pegamento para PVC	Galón	19,00	760,00	14 440,00
	Total de materiales				220 940,00
	Mano de obra	Global			33 141,00
	Factor de ayudante	Global			11 599,35
	Prestaciones	Global			4 474,04
	Total mano de obra	Global			49 214,39
	Impuestos	Global			32 418,53
	Total				302 572,91
3	Pozos de visita				
	Ladrillo tayuyo	millar	209,50	2 500,00	523 750,00
	Cemento	sacos	2 008,00	65,00	130 520,00
	Arena de río	m3	152,00	250,00	38 000,00
	pedrín	m3	71,00	210,00	14 910,00
	Hierro No. 6	qq	130,00	270,00	35 100,00
	Total de materiales				742 280,00
	Mano de obra	Global			111 342,00
	Factor de ayudante	Global			38 969,70
	Prestaciones	Global			15 031,17
	Total mano de obra	Global			126 373,17
	Impuestos	Global			104 238,38
	Total				972 891,55

Continuación de la tabla VII.

PRESUPUESTO DESGLOSADO					
	Descripción	Unidad	Cantidad	P/ unitario	Total
4	Colocación de tubería				
	Excavación	M3	9 820,00	35,00	343 700,00
	Colocación de tubería	U	560,00	40,00	22 400,00
	Relleno	M3	8 215,00	45,00	369 675,00
	Retiro de sobrante	M3	1 605,00	30,00	48 150,00
	Total				783 925,00
	Factor de ayudante	Global			274 373,75
	Prestaciones	Global			105 829,88
	Total mano de obra	Global			1 164 128,63
	Impuestos	Global			139 695,44
	Total				1 303 824,06
5	Herramienta y equipo				
	Pala redonda con cabo	U	30,00	55,00	1 650,00
	Piocha con cabo	U	20,00	78,00	1 560,00
	Coba	U	15,00	42,00	630,00
	Cubetas	U	20,00	22,00	440,00
	Martillo	U	15,00	45,00	675,00
	Barreta	U	8,00	75,00	600,00
	Tenaza	U	10,00	50,00	500,00
	Hilo Nylon 1.2 mm	Cono	10,00	15,00	150,00
	Manguera de 1/2	U	4,00	80,00	320,00
	Azadón	U	10,00	55,00	550,00
	Cedazo 1/16"	Yarda	10,00	18,00	180,00
	Carretilla de mano	U	5,00	190,00	950,00
	Cegueta	U	5,00	35,00	175,00
	Serrucho	U	6,00	60,00	360,00
	Total				8 740,00

Continuación de la tabla VII.

PRESUPUESTO DESGLOSADO					
	Descripción	Unidad	Cantidad	P/ unitario	Total
6	Fosa séptica				
	Excavación	M3	113,40	35,00	3 969,00
	Cemento	U	494,00	65,00	32 110,00
	Arena	M3	37,50	250,00	9 375,00
	Piedrín	M3	48,00	210,00	10 080,00
	Madera	PT	6 160,00	6,50	40 040,00
	Hierro No. 4	qq	131,00	320,00	41 920,00
	Alambre de amarre	Lbs.	260,00	6,00	1 560,00
	Clavo de 3"	Lbs.	150,00	7,00	1 050,00
	Total de material				140 104,00
	Mano de obra	Global			21 015,60
	Factor de ayudante	Global			7 355,46
	Prestaciones	Global			2 837,11
	Total mano de obra	Global			31 208,17
	Impuestos	Global			20 557,46
	Total				191 869,63
	Gran total				2 592 281,20

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Presupuesto integrado de alcantarillado sanitario

Proyecto: Diseño del sistema de alcantarillado sanitario

Ubicación: Caserío Tuiladrillo

Municipio: Ixchiguán

Departamento: San Marcos

PRESUPUESTO INTEGRADO					
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	P/ unitario	Total
1	Trazo y replanteo	ML	2 835,12	1,50	4 252,68
2	Línea central	ML	2 835,12	106,72	302 572,91
3	Pozos de visita	U	144,00	6 756,19	972 891,55
4	Colocación de tubería	U	560,00	2 328,26	1 303 824,06
5	Herramienta y equipo	Global	1,00	8 740,00	8 740,00
Gran total					2 592 281,20

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Cronograma de avance físico y financiero

Proyecto : Diseño del sistema de alcantarillado sanitario
 Ubicación: Caserío Tuiladrillo
 Municipio de: San Marcos
 Departamento de: San Marcos

CRONOGRAMA DE AVANCE FÍSICO Y FINANCIERO							
No.	REGLON	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	COSTO POR	
						REGLON	%
1	Trazo y replanteo					4 252,68	0,16
2	Línea central					302 572,91	11,67
3	Pozos de visita					972 891,55	37,53
4	Colocación de tubería					1 303 824,06	50,30
5	Herramienta y equipo					8 740,00	0,34
COSTO TOTAL DEL PROYECTO.						2 592 281,20	100,00

INVERSION MENSUAL EN Q	5 18 456,24	1036 912,48	777 684,36	259 228,12
INVERSION MENSUAL ACUMULADA EN Q	5 18 456,24	1 555 368,72	2 333 053,08	2 592 281,20
INVERSION MENSUAL EN %	20%	40%	30%	10%
INVERSION MENSUAL ACUMULADA EN %	20%	60%	90%	100%

Fuente: elaboración propia.

3. DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DEL CASERÍO TUILADRILLO, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

3.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de la ampliación y el balastado del tramo carretero del caserío Tuiladrillo, San Marcos. El cual tiene una longitud de 6 321,18 metros de longitud.

El diseño es de una carretera tipo F, para una región montañosa, la velocidad de diseño es de 20 Km / hora, con un tránsito promedio diario, que va de 10 a 100 vehículos y un ancho de calzada de 5,50 metros.

3.2. Antecedentes

El caserío está ubicado a 12,00 Km de la cabecera municipal de Ixchiguán, y a un costado de la carretera asfaltada RN-7 (Ruta Nacional 7). Aún así cuenta con debilidades notables en sus vías de acceso que se encuentran en mal estado por falta de mantenimiento y los sectores de este caserío cuentan únicamente con brechas abiertas a mano por los pobladores los cuales se vuelven inaccesibles en época de invierno.

La población del caserío Tuiladrillo se dedica principalmente a la agricultura y se ve en la necesidad de transportar sus productos a las comunidades vecinas para su comercio, al contar con una mejor vía de

comunicación la población se verá beneficiada con la rapidez de transporte así como también en la diversificación de sus productos.

3.3. Levantamiento topográfico

El levantamiento se realizó con un teodolito J-22 proporcionado por la Oficina Municipal de Planificación de la municipalidad de Ixchiguán, un estadal, plomadas y cinta métrica.

3.3.1. Planimetría

El levantamiento planimétrico presenta muchas curvas debido a las pendientes muy pronunciadas, pues se trata de una región extremadamente montañosa por lo que será una sección tipo F con radios de curva de 18,00 mts., como mínimo.

El método utilizado en el levantamiento planimétrico fue el de conservación del azimut, con el cual se ubicaron todos aquellos puntos de importancia como: calles, intersecciones de caminos, cambios de nivel y todos los datos relevantes.

3.3.2. Altimetría

En el caserío Tuiladrillo en su topografía natural predominan las pendientes en el rango de 12% a 30% pero se encuentran pendientes mayores de 45%, debido a que el caserío se encuentra ubicado en tierras altas y cadena volcánica con montañas y colinas, la topografía es accidentada, sus montañas forman parte de la Sierra Madre, la mayor cadena de montañas que atraviesa América, ingresa a Guatemala por el departamento de Huehuetenango, en

donde recibe el nombre de Sierra de los Cuchumatanes; y en Ixchiguán recibe el nombre de Cerro Cotzic.

El levantamiento se realizó con un teodolito J-22 proporcionado por la Oficina Municipal de Planificación de la municipalidad de Ixchiguán, un estadal, plomadas y cinta métrica.

3.4. Parámetros de diseño

Todo diseño debe cumplir con rangos y valores establecidos por una norma, para este caso se utilizan parámetros del manual centroamericano de especificaciones para la construcción de carreteras y puentes regionales.

3.4.1. Reconocimiento del área

Se debe hacer un recorrido del tramo antes de iniciar cualquier tipo de trazo para determinar la ruta más favorable, este reconocimiento puede realizarse también mediante un trazo de círculos para mantener una pendiente determinada en un mapa en escala 1:50 000, proporcionado por el Instituto Nacional de Geografía.

3.4.2. Localización de la línea preliminar

Es el levantamiento de la línea preliminar trazada en la fase de la selección de ruta, este levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos y tangentes, donde se deberá establecer lo siguiente:

- Punto de partida
- Azimut o rumbo de salida

- Kilometraje de salida
- Cota de salida del terreno.

Al realizar éste levantamiento, se debe tener cuidado para tener un grado de precisión razonable, y para marcar algunos accidentes que pudieran afectar la localización final de la carretera.

3.4.3. Especificaciones técnicas

Son las instrucciones donde se detallan las condiciones técnicas que deberán satisfacer los materiales empleados en la ejecución de la obra, así como la forma de ejecutar cada una de éstas y la medición del avance de las mismas.

Se compone normalmente de los siguientes puntos:

- Disposiciones generales: donde se incluye la legislación y reglamentación vigente en la obra, su plazo de ejecución y garantía, la exigencia relativas a materiales, maquinaria y mano de obra.
- Descripción minuciosa: es un detallado pormenorizado de las obras, de forma que cada unidad de obra quede perfectamente definida.
- Condiciones que deben satisfacer los materiales: se indica una relación de todos ellos y los requisitos y controles que individualmente se exijan.
- Ejecución de las obras: es donde se especifica el procedimiento de ejecución de cada una de las unidades de obra contempladas en el proyecto.

3.5. Diseño geométrico de la carretera

Este es el primer paso que suele darse a la hora de abordar la problemática de trazado de una vía, que es definir su recorrido. Dado el carácter lineal de este tipo de obras, la vista en planta se constituye como un arma fundamental en el proyecto de carreteras, ya que permite manejar con la suficiente amplitud y facilidad los diferentes parámetros del entorno que afectan su trazado.

La geometría en planta de una carretera viene definida, dicho de forma simplificada por tramos, que a su vez se componen de alineaciones. Estas pueden ser rectas que son alineaciones de dirección constante, o curvas que son alineaciones de dirección variable. Todas ellas poseen una serie de características limitativas de ciertos aspectos relativos a su propio trazado o a elementos íntimamente relacionados con él, tales como la velocidad específica, radios mínimos, etc.

Así el trazado en planta se constituye como la base sobre la que se definirán el resto de elementos geométricos como los son: las rampas, pendientes, peraltes, sobre anchos, etc., que son pertenecientes al perfil y la sección transversal de la vía, pero tienen relación con el trazado en planta.

3.5.1. Características generales

Como se menciona anteriormente, cualquier tramo de carretera se halla constituido en planta por la combinación de tres tipos de alineaciones: rectas, curvas circulares y curvas de transición.

Si establece una relación entre el azimut o dirección (Az) de cada alineación y la distancia recorrida (L) respecto a un origen de coordenadas, se asemeja cada uno de los tipos de alineaciones a una expresión matemática de tipo polinomio. En la tabla X se recogen las características más reseñables de los tres tipos de alineaciones.

3.5.1.1. Alineaciones rectas

La recta es un elemento de trazado especialmente indicado en cualquier tipo de carretera, para adaptarse a ciertos condicionantes del entorno, como pueda ser la existencia de otras infraestructuras, condicionantes urbanísticos, terrenos llanos, valles de configuración recta, etc. También se emplea en vías de dos carriles y doble sentido de circulación para ofrecer suficientes oportunidades de adelantamiento a los vehículos que transitan por ella, ya que este tipo de alineación no suele plantear problemas de visibilidad, siendo más simple de realizar la maniobra de adelantamiento.

No es conveniente que este tipo de alineaciones sean excesivamente largas, pues esto provoca la aparición de una sensación de monotonía y cansancio en el conductor, que se traduce en una pérdida de atención que puede llegar a ser muy peligrosa, por lo que se debe limitar su longitud, estableciendo un valor máximo equivalente a un tiempo recorrido de 60 segundos a la velocidad del proyecto.

$$L_{\text{máx}} = (60/3,6) V$$

Donde V es la velocidad de diseño del proyecto, el valor debe ser incluido en la ecuación con las dimensionales de Km/h.

Para el caso en estudio tendremos un valor máximo de:

$L_{\text{máx}} = (60/3,6) (20,00\text{Km/h}) = 333,00$ metros. Teniendo en cuenta que la velocidad de diseño que se ha considerado es de 20,00 Km/h.

3.5.1.2. Curvas circulares

Este tipo de alineaciones de curvatura positiva y constante poseen una característica singular que condiciona su geometría, que es la aparición de una fuerza centrífuga que tiende a desplazar el vehículo hacia el exterior de la curva que recorre.

Los principales condicionantes de diseño de este tipo de alineaciones son:

- Equilibrio dinámico: elección de una relación radio/peralte apropiada para un determinado rozamiento transversal que esta en función de la velocidad.
- Visibilidad de parada: esta debe existir en toda la longitud de la curva.
- Adecuada coordinación planta-perfil: especialmente par evitar pérdidas de trazado o codos ópticos.

Una ecuación que describe la estabilidad del vehículo en las curvas con relación a radio, velocidad y peralte es:

$$V^2 = 127 R \left(\frac{P}{100} + Fr \right)$$

Siendo:

V= velocidad en Km/h

R = radio horizontal de la curva en metros.

Fr = el coeficiente de fricción transversal.

P = peralte de la curva en porcentaje.

Ac = Aceleración centrífuga

Ap = Aceleración centrípeta

Analizando la dinámica del movimiento en la curva, se deduce que la aceleración centrífuga (A_c) existente se contrarresta de dos formas:

- Mediante la acción dinámica compensatoria del peralte, que al inclinar el plano de apoyo del vehículo genera una aceleración centrípeta (A_p).
- A través del rozamiento transversal generado por el conductor al girar el volante.

Un parámetro que da una idea de la seguridad de una curva es la proporción de aceleración centrífuga compensada por el peralte:

$$\beta = A_p / A_c = \frac{127 \frac{P}{100}}{\frac{V^2}{R}} = 1,27 RP / V^2$$

A medida que la velocidad específica de la curva aumente, es lógico pensar que dicho coeficiente sea más próximo a la unidad, ya que el rozamiento transversal movilizado será cada vez menor. Este hecho, por otro lado, es necesario, ya que cuanto mayor es la velocidad de un vehículo, más fiable deben ser las condiciones de seguridad que aseguren su correcta circulación.

Asimismo, puede calcularse la velocidad V_0 a la que el vehículo podría tomar la curva sin ejercer acción alguna sobre el volante, es decir, sin producir rozamiento transversal:

$$V_0 = \sqrt{1,27 RP} = V\sqrt{\beta}$$

Una velocidad de entrada a la curva puede producir los siguientes efectos no deseables, que conllevan un alto riesgo de accidente:

- Quiebro: conocido comúnmente como tijera, este fenómeno sólo afecta a los vehículos articulados, remolques, semirremolques, o caravanas, y se produce al ser empujada la cabeza tractora por el correspondiente remolque. El desencadenante de este tipo de accidentes suele ser una ligera frenada, que movilice un rozamiento transversal superior a 0,25, se da con relativa frecuencia a bajas velocidades.
- Deslizamiento: se produce cuando el rozamiento movilizado alcanza el máximo valor de resistencia al deslizamiento transversal, no pudiendo compensar totalmente la fuerza centrífuga que hace que el vehículo tienda a salirse por el exterior de la curva.
- Vuelco: esta condición es muy difícil que se dé, ya que requiere un rozamiento transversal importante para que el vehículo no deslice.

Aún así, debe contemplarse esta posibilidad. La condición de vuelco será la más restrictiva si se cumple que:

$$F_t = b/2h$$

Donde: b = es la distancia entre las ruedas de un mismo eje.
 h = es la distancia del centro de masa del vehículo respecto al punto de contacto de la llanta y la carpeta de rodadura.

Tabla X. **Características de las alineaciones rectas y circulares**

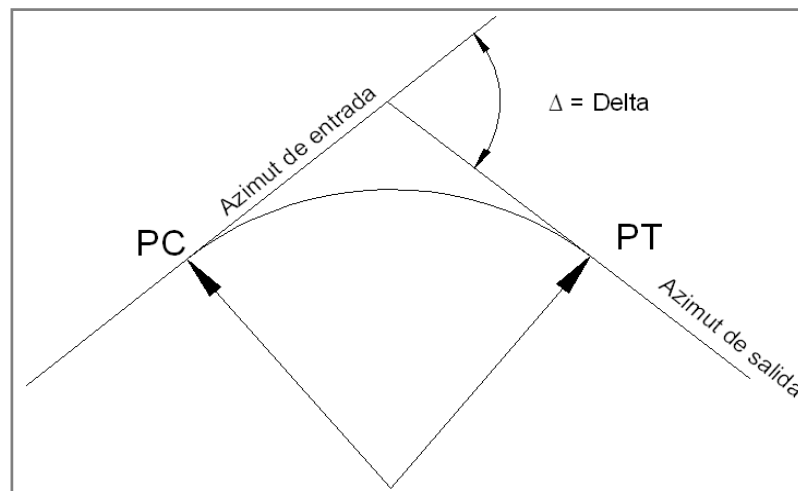
Alineación	Recta	Curva circular	Curva de transición
Geometría	Línea recta	Circunferencia	Clotoide
Parámetros geométricos	Longitud (L)	Radio (R)	Parámetro (A)
		Longitud (L)	Longitud (L)
Curvatura (K)	$K=0$	$K=1/R$	$K=L/A^2$
Características genéricas	plantean pocos problemas al conductor	Provoca la aparición de la fuerza centrífuga sobre el vehículo	Han sido concebidas para facilitar la transición entre los otros dos elementos curvos.
	Se desarrollan las mayores velocidades	Están dotadas de inclinación transversal o peralte	Su cálculo es relativamente complejo.
	Su trazado y replanteo es sencillo		

Fuente: BEVIÁGARCÍA, José F.; BLÁZQUEZ, Luis Bañón. Elementos proyectos, p. 292.

3.5.1.3. Delta

Es el ángulo subtendido por la curva circular, en las curvas circulares simples es igual a la deflexión o cambio de dirección que se da entre tangentes.

Figura 2.Delta



Fuente: elaboración propia.

$$\Delta = \text{Azimut}_2 - \text{Azimut}_1$$

Se analiza la curva No. 9, la cual tiene una azimut de entrada de $75^{\circ}20'00''$ y un azimut de salida de $158^{\circ}30'00''$, con un principio de curva en el caminamiento 0+704,36

$$\Delta = 158^{\circ}30'00'' - 75^{\circ}20'00'' = 83^{\circ}10'00''$$

3.5.1.4. Grado de curvatura

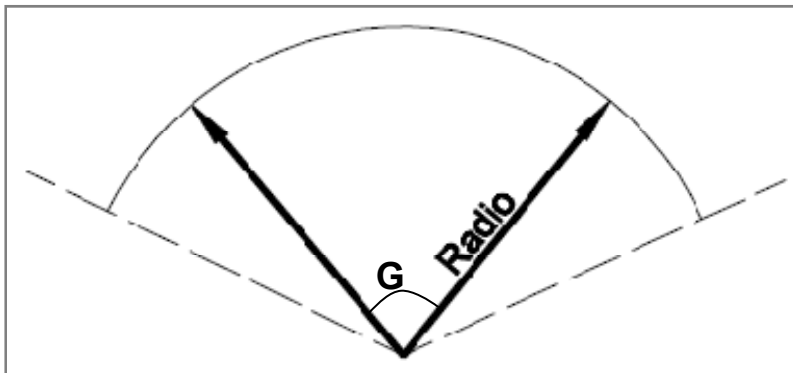
Grado de Curvatura (G). Es el ángulo central que subtiende un arco de circunferencia de 20 metros, de ésta definición se obtienen las fórmulas de los diferentes elementos de una curva horizontal circular.

$$\frac{G}{20} = \frac{360}{2\pi R}; \quad G = \frac{(360)(20)}{2\pi R}; \quad G = \frac{1145,9156}{R}$$

3.5.1.5. Radio

Es el radio de la curva circular, se simboliza con una R y se obtiene despejando de la expresión anterior.

Figura 3. Radio de curva



Fuente: elaboración propia.

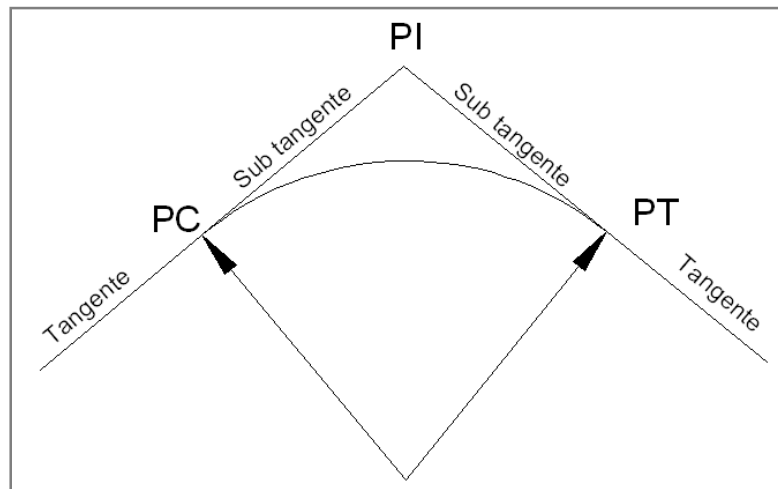
$$R = \frac{1145,9156}{G}$$
$$R = \frac{1145,9156}{37^{\circ}48'11''} = 30,31 \text{ m}$$

Se debe tomar en cuenta que de esta expresión se obtendrá un radio que debe cumplir con las condiciones dadas por la sección típica a utilizar, en este caso es una sección típica tipo F por lo tanto el radio mínimo a utilizar será de 18,00 metros.

3.5.1.6. Subtangente

Es la distancia entre el punto de inflexión PI y principio de curva PT o el principio de tangente PC, medida sobre la prolongación de las tangentes.

Figura 4. Subtangente



Fuente: elaboración propia.

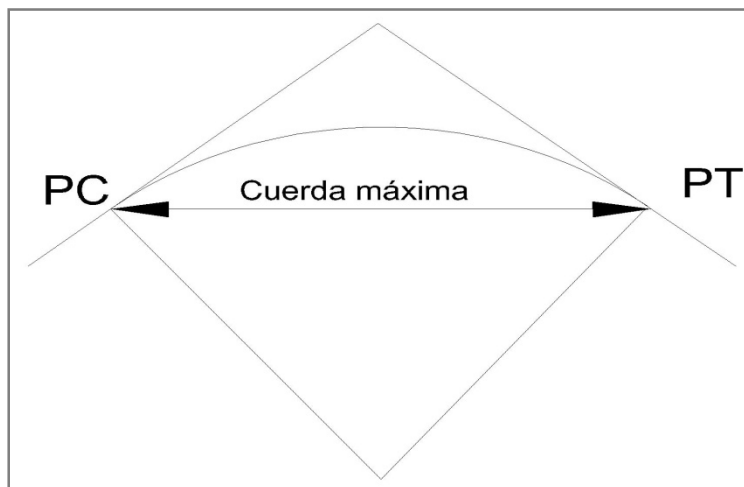
$$St = (R)\tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$St = (30,31)\tan\left(\frac{83^{\circ}10'00''}{2}\right)=26,90 \text{ m}$$

3.5.1.7. Cuerda máxima

Es la distancia en línea recta desde el principio de curva PC al principio de tangente PT.

Figura 5. **Cuerda máxima**



Fuente: elaboración propia.

$$CM = 2R (\text{sen } (\Delta/2))$$

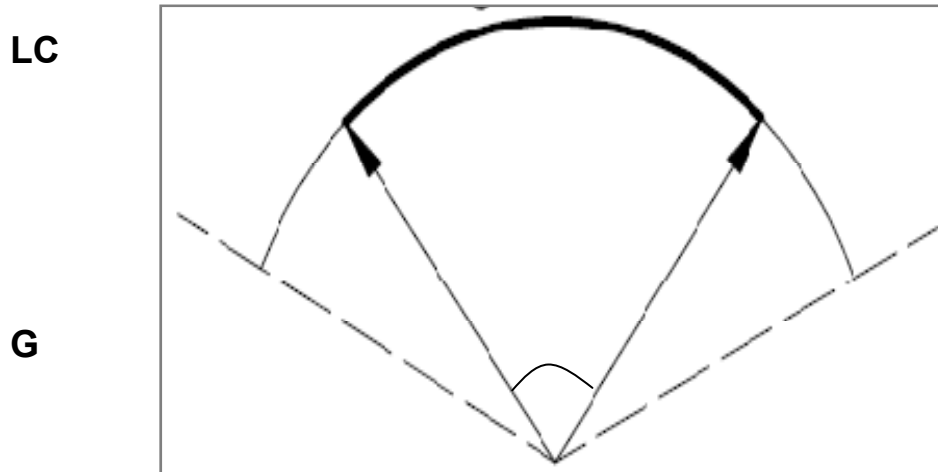
$$CM = 2(30,31) (\text{sen } (83^\circ 10' / 2)) = 40,24 \text{ m}$$

3.5.1.8. Longitud de curva

Es la distancia desde el principio de curva PC al principio de tangente PT, medida a lo largo de la curva, su expresión algebraica es:

$$LC = \frac{2\pi R \Delta}{360} \quad \text{ó} \quad LC = \frac{20 \Delta}{G}$$

Figura 6. Longitud de curva



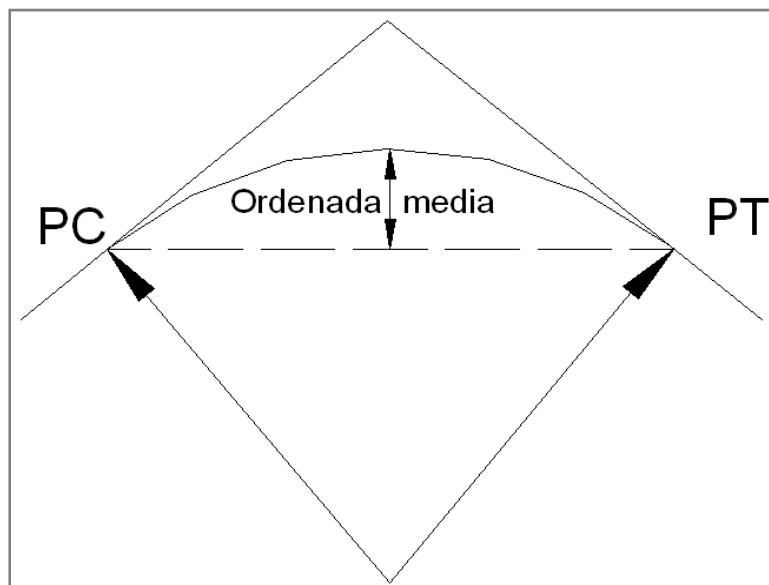
Fuente: elaboración propia.

$$LC = \frac{2\pi (30,31)(83^{\circ}10'00'')}{360} = 44,00 \text{ m}$$

3.5.1.9. Ordenada media

Es la distancia radial entre el punto medio de la cuerda principal y el punto medio de la curva.

Figura 7. Ordenada media



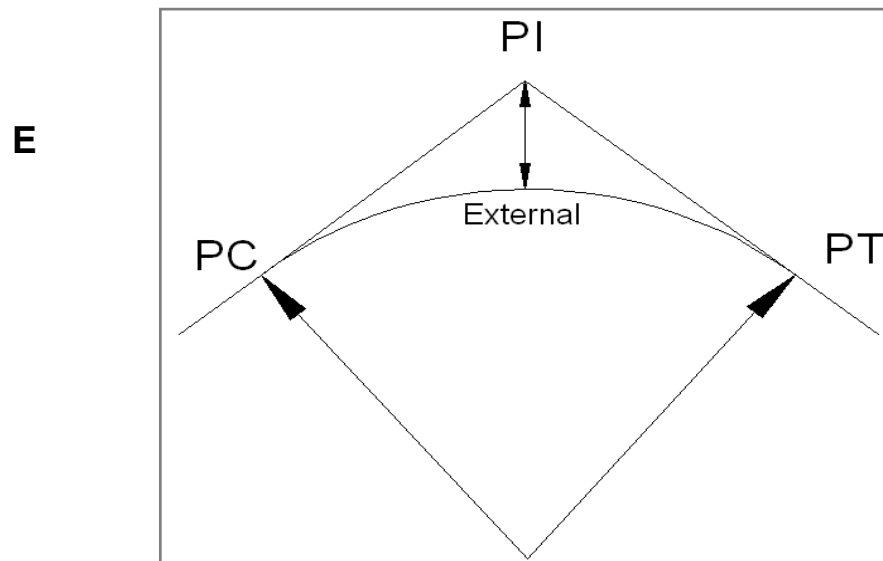
Fuente: elaboración propia.

$$OM = R (1 - \cos (\Delta/2))$$
$$OM = (30,31) (1 - \cos (83^{\circ}10'00''/2))= 7,64 \text{ m}$$

3.5.1.10. External

Es la distancia mínima entre el punto de intersección PI y la curva.

Figura 8. External



Fuente: elaboración propia.

$$E = \frac{R(1 - \cos(\frac{\Delta}{2}))}{\cos(\frac{\Delta}{2})}$$
$$E = \frac{30,31(1 - \cos(\frac{83^{\circ}10'}{2}))}{\cos(\frac{83^{\circ}10'}{2})} = 10,21 \text{ m}$$

3.5.1.11. Diseño de curvas horizontales

Se utilizan para proporcionar un cambio gradual de dirección al pasar un vehículo de un tramo en tangente a otro tramo en tangente. Cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva ésta se denomina curva simple.

Datos:

- Caminamiento de PC = 0+704,36
- $\Delta = 83^\circ 10'00''$
- $G = 37^\circ 48'11''$

Tomando las ecuaciones de cada elemento de la curva ya explicados, se ejemplifica el cálculo de una curva circular simple.

$$\text{Radio: } R = \frac{1145,9156}{G}; \quad R = \frac{1145,9156}{37,8030}; \quad R = 30,31 \text{ m}$$

Es de hacer notar el cambio de sistema sexagesimal a decimal del grado de curvatura y del ángulo delta para realizar las operaciones.

$$\text{Sub tangente: } St = (R)\tan\left(\frac{\Delta}{2}\right); \quad St = (30,31)\tan\left(\frac{83^\circ 10'}{2}\right); \quad st = 26,90 \text{ m.}$$

$$\text{Cuerda máxima: } CM = 2R \left(\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right); \quad CM = 2(30,31) \left(\sin\left(\frac{83^\circ 10'}{2}\right) \right) = 40,24$$

$$\text{Longitud de curva: } LC = \frac{2\pi R \Delta}{360}; \quad LC = \frac{2\pi (30,31) (83^\circ 10')}{360} = 44,00 \text{ m}$$

$$\text{Ordenada media: } OM = R \left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right)$$

$$OM = (30.31) \left(1 - \cos\left(\frac{83^\circ 10'}{2}\right) \right) = 7,64 \text{ m}$$

$$\text{External: } E = \frac{R(1 - \cos(\frac{\Delta}{2}))}{\cos(\frac{\Delta}{2})}; E = \frac{(30.31)(1 - \cos(\frac{83^\circ 10'}{2}))}{\cos(\frac{83^\circ 10'}{2})} = 10,21 \text{ m}$$

Principio de curva: $PC = 0 + 704,36$

Principio de tangente: $PT = PC + LCPT = (0 + 704,36) + 44,00 = 0 + 748,36$

Resumen de curva No. 9

$\Delta = 83^\circ 10' 00''$

$G = 37^\circ 48' 11''$

$R = 30,31$

$St = 26,90$

$CM = 40,24$

$LC = 44,00$

$OM = 7,64$

$Ex = 10,21$

$PC = 0 + 704,36$

$PT = 0 + 748,36$

3.6. Diseño del perfil

Si el diseño en planta de una carretera definirá su recorrido, el diseño en perfil trata de acomodar la vía al terreno sobre el que va a asentarse. En este sentido juega un papel destacado la topografía del terreno: un relieve accidentado, cuyo perfil posee fuertes cambios de pendiente, dificultará la adecuación de la rasante de la carretera al terreno y acarreará un mayor movimiento de tierras, que encarecerán los costos.

No debe perderse de vista que el diseño del perfil, está íntimamente ligado a la geometría en planta, que suele definirse con anterioridad. Aunque para el estudio del diseño en planta se analiza el posible perfil longitudinal, en ocasiones puede ser necesario remodelar parte del diseño original e incluso su totalidad, esto debido a un aumento excesivo de los costos de construcción ocasionado por un desacertado encaje del perfil de la vía en el terreno existente.

Asimismo, la disposición en perfil afecta a una serie de elementos que definen el nivel de servicio de la carretera y a otros que inciden sobre el entorno que la rodea.

El perfil longitudinal de la vía se convierte así en un elemento decisivo desde el punto de vista técnico y económico, ya que debe mantener un equilibrio entre factores aparentemente antagónicos como comodidad y economía, y por supuesto garantizar condiciones de seguridad aceptables.

3.6.1. Rasante

Las rasantes son elementos caracterizados por mantener constante su inclinación a lo largo de toda su longitud. Su definición geométrica es relativamente sencilla y se realiza en función de criterios de ajuste al terreno, con el objetivo de minimizar el movimiento de tierras, como ya se ha comentado.

En función del signo de la pendiente, positiva o negativa, se distinguen dos tipos de rasantes: las rampas, cuya pendiente es positiva comúnmente llamadas subida, y las pendientes de signo negativo, también llamadas bajadas.

Al existir dos sentidos de circulación, lo que para uno de ellos es rampa para el otro será pendiente y viceversa.

La economía del proyecto depende de un buen diseño del perfil longitudinal y debe contar con lo siguiente:

- Definir la sección típica de la carretera
- El alineamiento horizontal del tramo
- El perfil longitudinal del mismo
- Las secciones transversales
- Las especificaciones necesarias
- Datos de la clase de terreno
- Determinar puntos obligados
- Coeficiente de contracción e hinchamiento
- Pendiente mínima y máxima
- Condiciones topográficas

3.6.2. Cálculo de curvas verticales

Las curvas verticales surgen como una solución de continuidad entre dos rasantes uniformes con diferente pendiente. En carreteras, esta variación progresiva de la inclinación se realiza de forma lineal, por lo que la forma de la curva vertical es la de una parábola de eje vertical.

Para facilitar su cálculo, se asume que las distancias medidas sobre la rasante coinciden con su proyección horizontal, dado el bajo ángulo de inclinación de la misma. Esta simplificación hace que la expresión algebraica sea de tipo cuadrática.

Ecuación general: $Y = a x^2$

Las curvas verticales son una sección de una parábola de segundo grado, estas pueden ser cóncavas o convexas de longitud variable, están descritas por una ecuación específica, la cual es la siguiente:

$$Y = (\Delta X^2) / (200 LCV)$$

La función de las curvas verticales consiste en proporcionar un cambio gradual de la pendiente de entrada y la pendiente de salida, proporcionando una transición suave, segura y confortable.

3.6.3. Elementos geométricos de la curva vertical

En toda curva vertical pueden distinguirse los siguientes elementos, cuyas ecuaciones en su mayoría son de segundo grado:

3.6.3.1. Parámetro Kv

Se define como el radio necesario para efectuar una transición progresiva de la inclinación a lo largo de una longitud determinada.

Por lo tanto $Kv = 200 LCV / \Delta$

El signo de Kv es negativo en el caso de que la curva sea convexa, y positivo para la curva cóncava.

Se demuestra el diseño de la curva vertical No. 2 con los datos siguientes: pendiente de entrada de -2,95%, pendiente de salida de -11,05%.

3.6.3.2. Ángulo de giro Δ

Diferencia algebraica entre las inclinaciones o pendientes de la rasante de salida y de la rasante de entrada:

$$S_1 = \frac{\text{Cotaposterior} - \text{Cotaanterior}}{\text{distanciaentrecotas}} (100)$$

$$S_1 = \frac{972,05 - 975,00}{100} (100) = -2,95\%$$

$$S_2 = \frac{\text{Cotaposterior} - \text{Cotaanterior}}{\text{distanciaentrecotas}} (100)$$

$$S_2 = \frac{943,31 - 972,05}{260} (100) = -11,05\%$$

$$\Delta = S_2 - S_1 \text{ (resta algebraica); } \Delta = (-11,05\%) - (-2,95\%) = -8,10\%$$

3.6.3.3. Vértice V

Punto de corte de las rasantes donde se colocará la curva vertical. Teóricamente se considera como el punto medio entre las tangentes de entrada y de salida de la curva vertical.

3.6.3.4. Tangente

Distancia horizontal existente entre el vértice y cada uno de los puntos de entrada y salida.

$$T = (K_v \Delta) / 2; T = (4,93)(8,10) / 2 = 19,99 \text{ m}$$

3.6.3.5. Flecha

Diferencia de cota entre el vértice (V) y su vertical en la curva. Su ecuación es:

$$D = (T \Delta) / 4; D = (20)(8,10) / 4 = 40,50$$

3.6.3.6. Longitud de curva vertical

$LCV = K_v \Delta$; donde K toma los siguientes valores, dependiendo de si es cóncava o convexa, además de la velocidad de diseño.

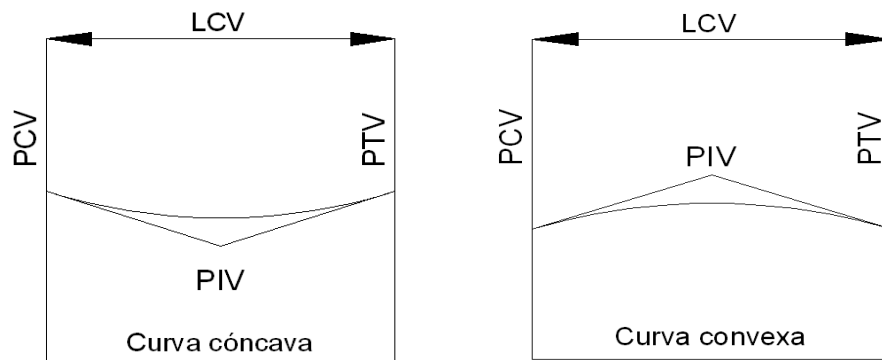
$LCV = (1) (8,10) = 8,10$ m. La longitud de curva calculada es de una dimensión pequeña por lo cual se propone para una longitud de curva de 40,00m por lo cual debe obtenerse un nuevo valor de k el cual se despeja de la ecuación anterior. $KV = LCV/\Delta$

$$\Delta = -8,50\%$$

$K_v = 1$; según tabla XI, velocidad de diseño 20 KPH y curva convexa.

$$KV = 40,00/8,10 = 4,93$$

Figura 9. Concavidad de curva



Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Constante de concavidad**

Velocidad de diseño	Valor de K cóncava	Valor de K convexa
10 KPH	1	0
20 KPH	2	1
30 KPH	4	2
40 KPH	6	4
50 KPH	9	7
60 KPH	12	12
70 KPH	17	19
80 KPH	23	29
90 KPH	29	43
100 KPH	36	60

Fuente: apuntes del curso vías terrestres 1.

3.6.3.7. Ordenada media

Para determinar la elevación en el punto de inflexión vertical se utiliza la ecuación siguiente.

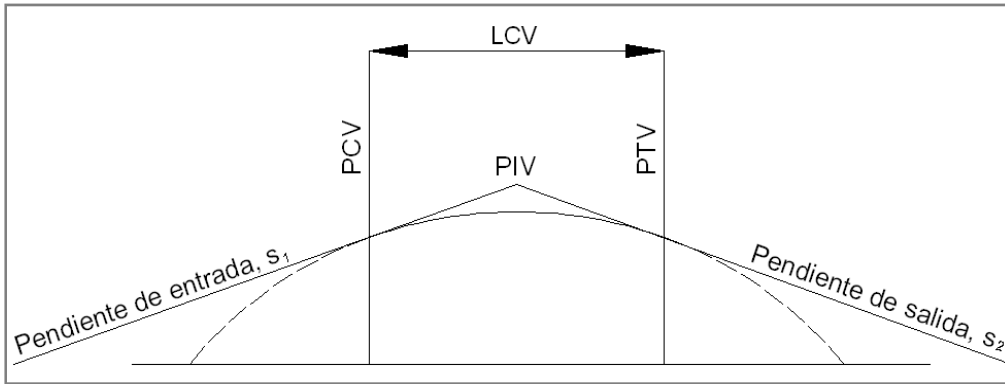
$(OM) = \Delta LCV / 800$; el valor de delta debe ser colocado en porcentaje, si el valor es colocado en decimales el valor del divisor debe ser cambiado por 8:

$$(OM) = \Delta LCV / 800$$

Para determinar el valor de la elevación en cualquier punto X dentro de la longitud de curva se utiliza la ecuación: $Y = (\Delta X^2) / (200 LCV)$

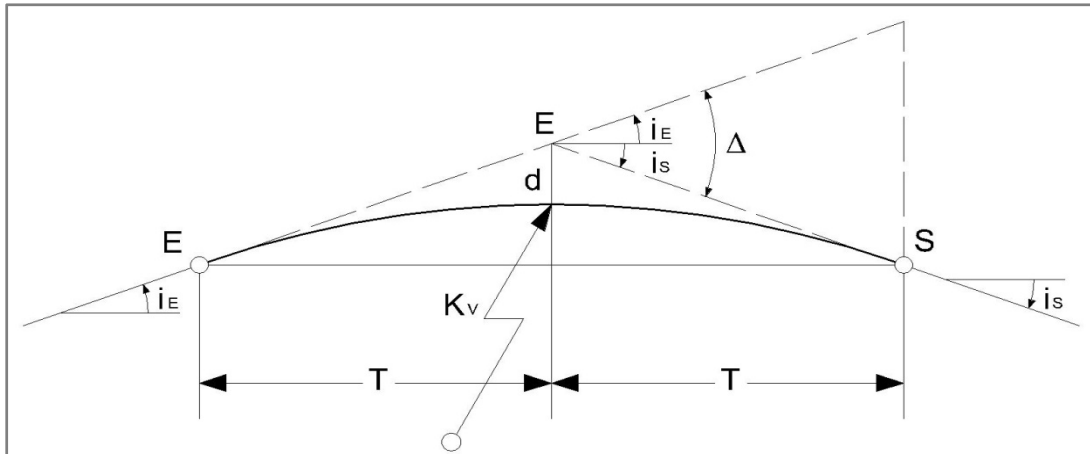
$$OM = (8,11\%)(40,00)/800 = 0,405$$

Figura 10. **Transición de pendientes por curvas verticales**



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Elementos de una curva vertical**



Fuente: elaboración propia.

Resumen de curva vertical No. 2

Pendiente de entrada= -2,95 %

Pendiente de salida = -11,05 %

Angulo de giro=	-8,10
Kv de prueba =	1
Longitud de curva=	40,00 m
Kv de diseño =	4,93

3.7. Sección transversal

La sección transversal de una carretera se concibe como la solución a los diferentes estudios de diversa índole realizados anteriormente, y que engloban aspectos relativos a la capacidad de la vía, a su seguridad y al costo económico.

Las condiciones ambientales, geológicas, topográficas y pluviométricas, influyen de manera notable en aspectos como la pendiente de los taludes, los anchos de carril, las dimensiones de las cunetas y ubicación de contra cunetas.

Una de las funciones que debe cumplir la sección transversal es la de drenar lateralmente el agua caída en la superficie, para asegurar mejores condiciones de seguridad en caso de lluvias. Para ello, se dispone una inclinación lateral en la plataforma llamada bombeo, de forma que las aguas pluviales evacuen hacia los lados, donde serán recogidas por el sistema de drenaje longitudinal, generalmente cunetas.

El valor de esta pendiente transversal oscila entre el 1 y el 4% según sea la calidad y acabado de la carpeta de rodadura. Un valor inferior al 1% ocasionaría problemas de desagüe, mientras que valores superiores al 4% exigirían un incomodo movimiento compensatorio por parte del conductor para evitar ser dirigido hacia el exterior de la calzada.

3.7.1. Sección típica en tangente

Se plotea la diferencia entre la sub rasante y el nivel, arriba o debajo de la sección transversal, según sea el caso de corte o relleno, se dibuja la mitad de la típica a ambos lados de la línea central, siendo la inclinación de la típica de 3% (bombeo normal) a ambos lados.

3.7.2. Sección típica en curva

Se plotea la diferencia entre la sub rasante y el nivel, colocándose a la izquierda o derecha de acuerdo con el valor del corrimiento de la curva. El peralte indica la inclinación de la sección típica; cuando el peralte es menor del 3% y la curva es hacia la izquierda, el lado izquierdo de la sección típica, permanece con el 3% y el lado derecho de la sección se suma o resta el peralte con el porcentaje calculado en esa estación para el lado hacia donde va la curva.

El sobre ancho se suma al ancho de la sección de adentro de la curva. Si el ancho de la típica se midió a partir de la línea central, restar el corrimiento del lado opuesto a la curva. Cuando la curva va hacia la derecha, el procedimiento es el mismo solo que a la inversa.

3.7.3. Carriles

Técnicamente se define carril como la banda longitudinal en que puede subdividirse la calzada, caracterizada por tener una anchura suficiente para permitir la circulación de una sola fila de vehículos.

3.7.4. Cunetas

La cuneta puede definirse como una zona longitudinal situada en el extremo de la calzada y que discurre paralela a la misma, cuya misión es la de recibir y canalizar las aguas pluviales procedentes de la propia calzada donde son evacuadas a través del bombeo- y de la escorrentía superficial del talud de desmonte si éste existe.

Además de esta función principal, las cunetas presentan otro tipo de funciones útiles para el correcto funcionamiento de la infraestructura viaria, como lo son:

- Control del nivel freático.
- Evacuación de las aguas infiltradas tanto en la carpeta de rodadura como en el terreno circundante.
- Servir de almacén eventual de deslaves o correntadas que se produzcan de deslaves de taludes.

Las cunetas pueden construirse de diferentes materiales en función de la velocidad de circulación del agua en su seno, magnitud que depende directamente de la inclinación longitudinal de la cuneta, que suele coincidir con la adoptada para la vía. Una velocidad superior a la tolerable por el material causaría arrastres y erosiones del mismo, reduciendo la funcionalidad de la cuneta. Así, para bajas velocidades no es necesario efectuar ningún revestimiento, mientras que si ésta supera los 4,50 m/s., es necesario revestir las paredes de concreto.

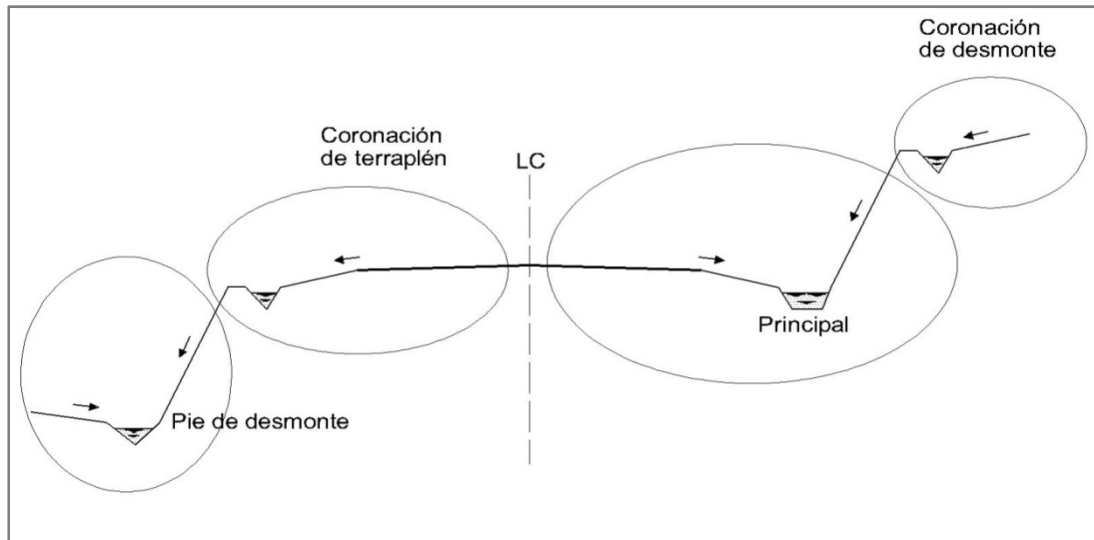
3.7.4.1. Ubicación de cunetas

Como ya se ha mencionado, las cunetas suelen ubicarse generalmente en los laterales de la calzada, aunque este no es el único lugar donde pueden encontrarse.

Otras disposiciones propias de las cunetas son:

- Cunetas de coronación de desmonte: se colocan en la parte más alta del desmonte para evitar la erosión y arrastre de materiales que conforman el talud, así como para aliviar parte del caudal que debería recoger la cuneta principal, interceptando la escorrentía de las laderas circundantes.
- Cuneta de coronación de terraplén: al igual que las anteriores, evitan que el agua recogida por la calzada penetre en el talud, lo que podría ocasionar arrastres e incluso el desmoronamiento parcial del terraplén. Son de menor tamaño, ya que únicamente deben evacuar el agua recogida por la sección transversal.
- Cuneta de pie de terraplén: su función es recoger las aguas que caen sobre el talud del terraplén y sobre el terreno circundante, sobre todo si su pendiente vierte hacia el propio relleno las aguas de lluvia, ya que podría llegar a erosionar gravemente la base del mismo.

Figura 12. **Ubicación de cunetas**



Fuente: elaboración propia.

3.7.4.2 Tipología de cunetas

Existen diversos tipos de secciones empleadas en la construcción de cunetas, si bien es cierto que existen algunas secciones hidráulicamente mejores que otras, no es éste el único cometido que debe procurar la geometría de una cuneta. Sus parámetros de diseño son los siguientes:

- Sección económica apropiada: para la evacuación del caudal máximo previsto para el correspondiente período de retorno, que normalmente se toma entre cinco y veinte años.
- Garantizar seguridad: debe garantizar la seguridad de los vehículos que accidentalmente abandonen la vía y penetren en la cuneta. A este efecto, deben evitarse secciones con pendientes abruptas y puntos angulosos, ya

que pueden provocar el vuelco del vehículo. Si no puede garantizarse este aspecto, deben protegerse mediante barreras de contención.

- **Durabilidad:** debe garantizar la durabilidad de la infraestructura, empleando materiales adecuados y procurando una cuidada ejecución, de forma que se mantenga operativa con los mínimos costos de mantenimiento y reparación.
- **Simplicidad:** para que su ejecución sea de forma rápida, barata y eficaz, debe tener simplicidad geométrica.

Actualmente, se emplean dos tipos de secciones: las triangulares o denominadas en V, y las trapezoidales, representadas simbólicamente con la letra T.

3.7.5. Dibujo de taludes

Consiste en el trazo de líneas inclinadas en los extremos de la sección de terracería, haciéndolas coincidir con la sección transversal típica.

La inclinación del talud de la carretera, está en función de las propiedades de los materiales. Sin embargo cuando no se tienen mayores datos y para fines de estimación de volúmenes de movimiento de tierras, es recomendable usar la siguiente tabla:

Tabla XII. **Valores de talud en función de la altura**

Talud en corte		Talud en relleno	
Altura	Relación H-V	Altura	Relación H-V
0 – 3	1 – 1	0 – 3	2 – 1
3 – 7	1 – 2	> 3	3 – 2
> 7	1 - 3		

Fuente: apuntes del curso vías terrestres 1.

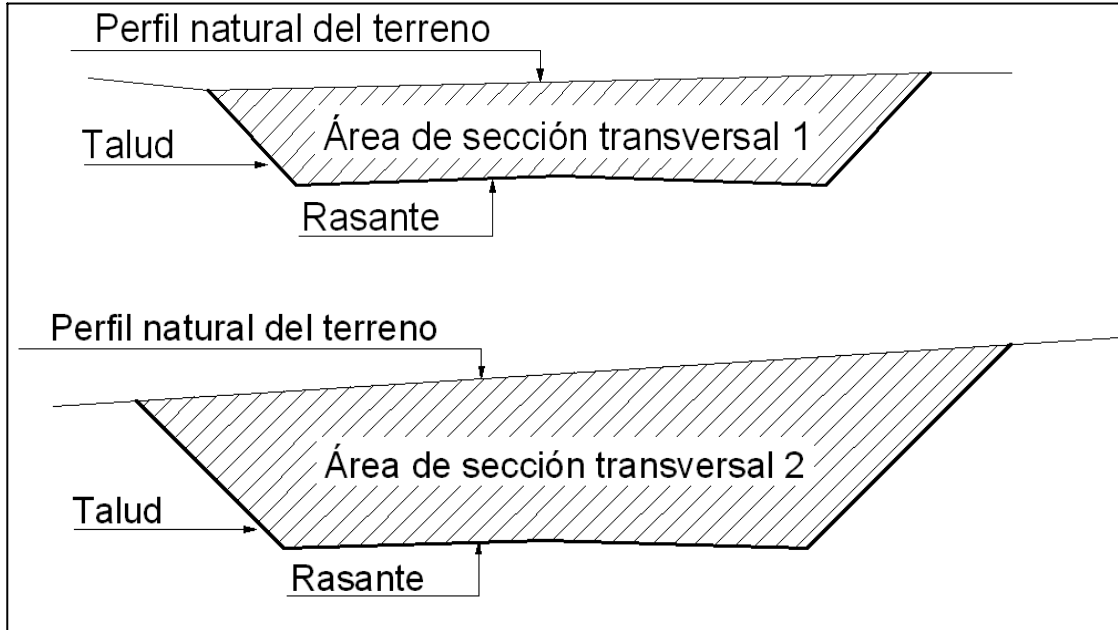
3.8. Cálculo del movimiento de tierra

Se debe determinar la cantidad de metros cúbicos de tierra que deben ser movidos, se puede emplear el método de áreas extremas o el método de distancias de paso, en este caso se emplea el segundo método mencionado.

3.8.1. Volumen de corte o relleno

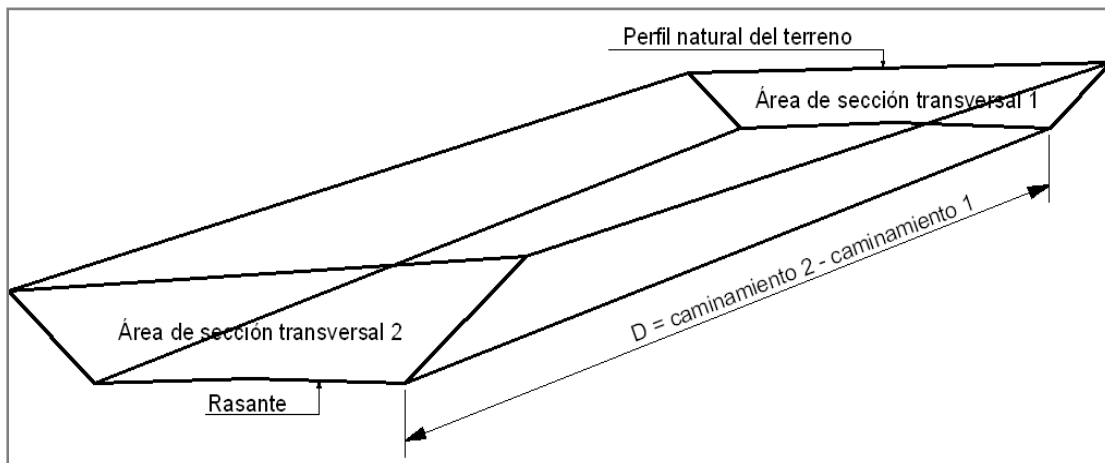
Se debe determinar el área de corte o relleno según sea el caso, una vez determinado las áreas de las secciones transversales se procede a realizar el cálculo; se asume que el camino esta formado por una serie de prismas de forma irregular, donde el área de sus bases esta formado por el área de la sección transversal de dos caminamientos o estaciones no mayores a 20,00 metros de distancia entre si, del promedio de las áreas y la distancia entre caminamientos se obtiene el volumen de tierra a mover.

Figura 13. Áreas para cálculo de volumen en corte



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Prisma para cálculo de volumen en corte



Fuente: elaboración propia.

El volumen del movimiento de tierra esta representado por un prismoide, del cual la ecuación que describe dicho volumen es:

$$\text{Volumen} = \frac{A1 + A2}{2} (D)$$

Donde:

A1: Área superior de la estación

A2: Área posterior de la estación

D: Distancia entre las dos áreas estaciones

Ejemplo:

En 0+240 le corresponde un área de corte de 4,40 m²

En 0+260 le corresponde un área de corte de 4,54m²

D: 20,00 m

$$\text{Volumen} = \frac{4,40 + 4,54}{2} (20,00) = 89,40 \text{ m}^3$$

3.8.2. Volumen en los puntos de transición

El punto donde se da el cambio de corte a relleno, conocido también como distancia de paso, el cual está en función de las áreas de corte y relleno, debe calcularse las distancias para área de corte como para área de relleno.

Ejemplo:

En 0+860 le corresponde un área de corte de 3,70m²

En 0+880 le corresponde un área de relleno de 2,15m²

D: 20,00 m

$$d_1 = \left(\frac{A_1}{A_1 + A_2} \right) * D$$

$$d_2 = \left(\frac{A_2}{A_1 + A_2} \right) * D$$

Donde:

A_1 : Área de corte; $A_1 = 3,70 \text{ m}^2$

A_2 : Área de relleno; $A_2 = 2,15 \text{ m}^2$

D: Distancia entre estaciones; $D=20,00 \text{ m}$

d_1 : Distancia de paso 1, (corte)

d_2 : Distancia de paso 2, (relleno)

V_C : Volumen de corte

V_R : Volumen de relleno

$$d_1 = \left(\frac{3,70 \text{ m}^2}{3,70 \text{ m}^2 + 2,15 \text{ m}^2} \right) * 20,00 \text{ m} \Rightarrow d_1 = 12,65 \text{ m}$$

$$d_2 = \left(\frac{2,15 \text{ m}^2}{3,70 \text{ m}^2 + 2,15 \text{ m}^2} \right) * 20,00 \text{ m} \Rightarrow d_2 = 7,35 \text{ m}$$

La suma de ambas distancias debe ser igual a la distancia entre estaciones en este caso igual a 20,00 m.

$$D = d_1 + d_2$$

$$D = 12,65 \text{ m} + 7,35 \text{ m} = 20,00 \text{ m}.$$

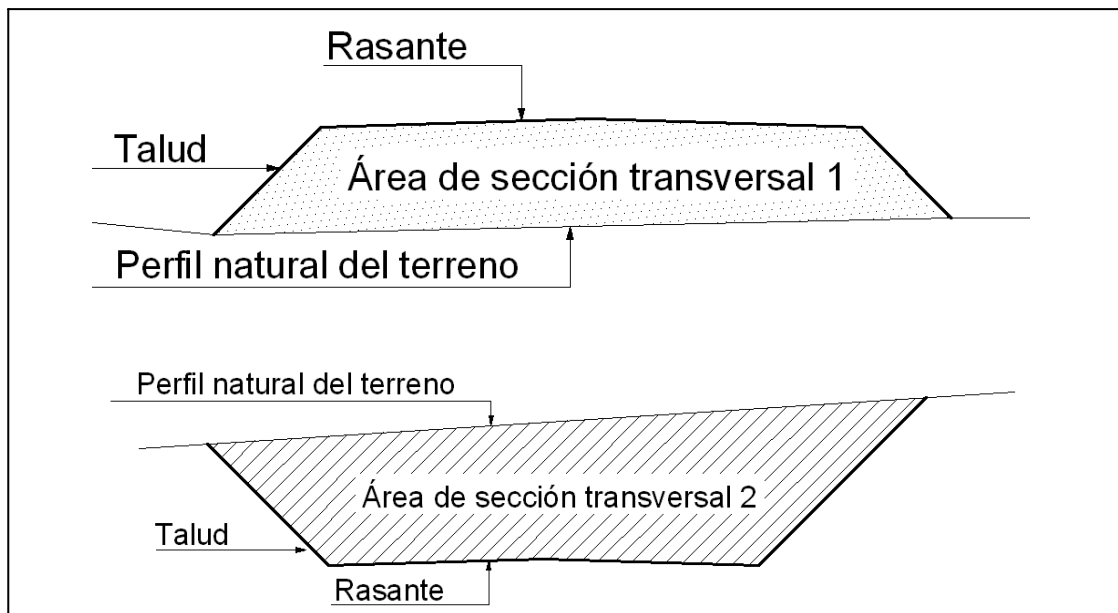
Al haber determinado el valor de las distancias de paso se procede a calcular los volúmenes de corte y relleno de la siguiente manera:

$$V_C = \left(\frac{A_1}{2}\right) * d_1 ; V_R = \left(\frac{A_2}{2}\right) * d_2$$

$$V_C = \left(\frac{3,70 \text{ m}^2}{2}\right) * 12,65 \text{ m} = 23,40 \text{ m}^3$$

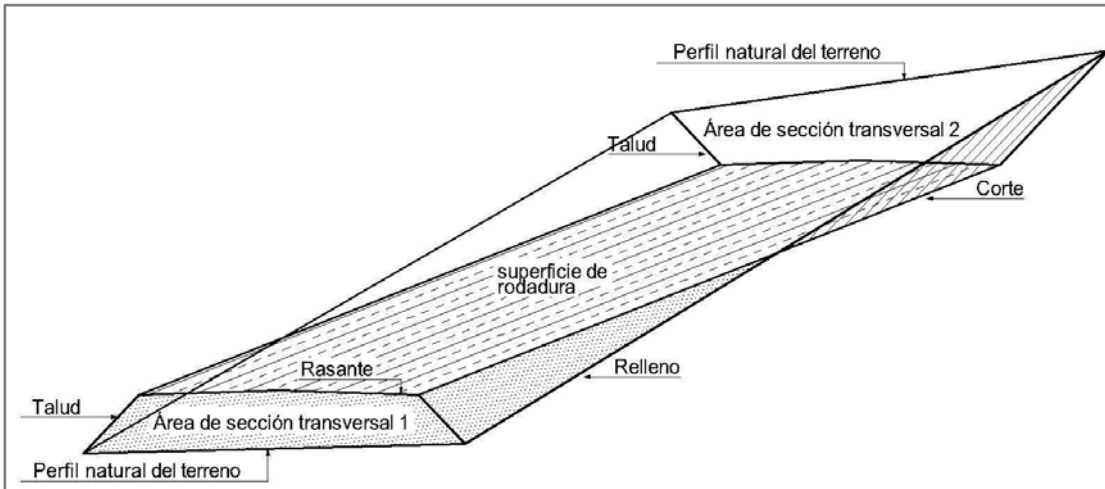
$$V_R = \left(\frac{2,15 \text{ m}^2}{2}\right) * 7,35 \text{ m} = 7,90 \text{ m}^3$$

Figura 15. **Áreas para cálculo de volumen en transición**



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Prisma para el cálculo de volumen en transición



Fuente: elaboración propia.

3.9. Carpeta de rodadura

Para este tipo de carretera de penetración se utilizara una carpeta de rodadura de material balasto, ya que el uso es con fines agrícolas y proveer acceso al menor costo, por lo tanto con un buen mantenimiento se mantendrá en aceptables condiciones.

El terreno en el que se construirá la carretera presenta suelo arenoso y limoso con presencia de esquisto, en lo que será necesario proteger la terracería mediante la aplicación de una capa de balasto, dicha capa debe tener 15 centímetros de espesor debidamente compactado.

El balasto es un material homogéneo que debe reunir las condiciones de granulometría y calidad, como tener uniformidad y estar exento de cualquier material perjudicial o extraño (material orgánico o arcilla).

Las piedras no excederán las dos terceras partes ($2/3$) del espesor de la carpeta de rodadura y en ningún caso serán mayores de 10,00 cm.

El peso unitario suelto debe de ser mayor a 1450 Kg/m³ (90lb/pie³), determinado por el método AASHTO T19, el material retenido en el tamiz No. 4 debe de estar comprendido entre 60 y 40 % en peso y el material que pasa el tamiz No. 200 no debe de exceder de 15% en peso, determinado por el método AASHTO T11.

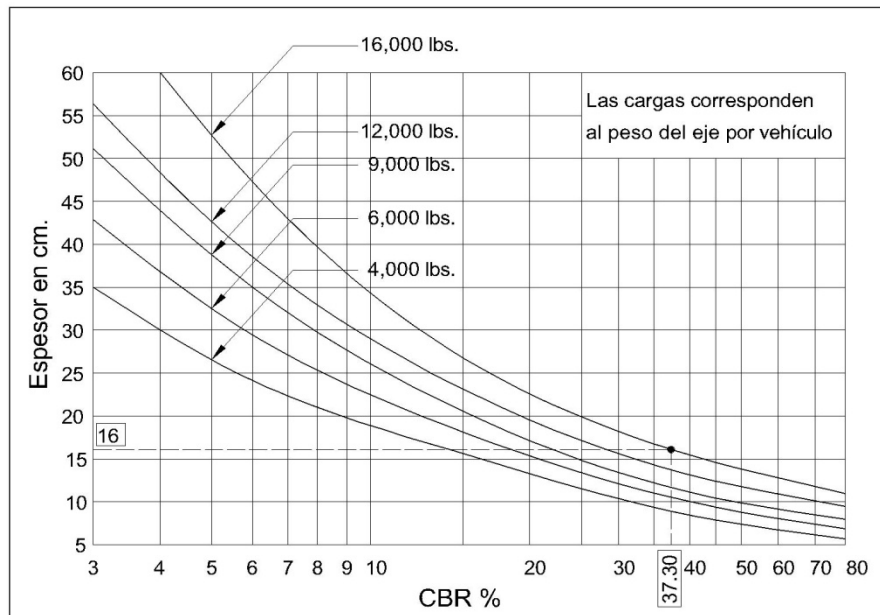
El límite líquido debe ser menor a 35% determinado por el método AASHTO T 89 y un índice de plasticidad entre 5 y 11% determinado por el método AASHTO T90.

El porcentaje de abrasión debe de ser menor de 60%, determinado por el método AASHTO T 96.

Para proyectar el espesor de la carpeta de rodadura haciendo uso del C.B.R. se puede emplear la siguiente curva la cual esta en función de la carga por eje del vehículo y del porcentaje del C.B.R.

Para el caso en particular que se analizando se realiza una interpolación para encontrar el espesor necesario si se utiliza la carga mayor que corresponde a 16 000 lbs. por eje y el C.B.R. correspondiente, el cual es de 37,30 %, ubicando los valores correspondientes en la figura 17, se observa que el espesor para la carga y el C.B.R. corresponde a 16,00 cm.

Figura 17. CBR% - Espesor en cm



Fuente: Vías de comunicación: Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos. p.214.

3.10. Drenajes

Su función consiste en la eliminación del agua o la humedad en la carretera, ya que es perjudicial para la misma, elevando costos de construcción y mantenimiento.

3.10.1. Ubicación de drenajes

Consiste en realizar un recorrido del tramo en estudio, determinando la siguiente información:

- Tipo y sentido de la corriente
- Vegetación de la cuenca

- Puntos de erosión
- Puntos de trasvase superficial de cuencas
- Condiciones de las tierras altas
- Condiciones del suelo, arenoso, pedregal, limoso, etc.

En este caso se colocaron drenajes transversales en los puntos más bajos de la carretera, así como en puntos intermedios donde el tramo era demasiado largo, también donde las pendientes son muy pronunciadas para evitar erosión de las cunetas.

3.10.2. Cálculo de áreas tributarias por el método racional

Para la determinación del caudal de la escorrentía superficial máxima que puede presentarse en una determinada zona, se usa el método racional. Este método consiste en considerar el caudal que se drenara en el momento de máxima intensidad de precipitación, este método se puede utilizar en secciones triangulares, rectangulares, trapezoidales, etc. Por lo cual es útil para el diseño de alcantarillado y cunetas.

La ecuación que expresa este principio es:

$$Q = CIA / 360$$

Donde:

Q = Caudal de diseño, en m³/s

C = Coeficiente de escorrentía

A = Área drenada por la cuneta, en hectáreas (Ha)

I = Intensidad de lluvia en milímetros por hora (mm/h)

Existen dos formas de obtener la intensidad que pueden afectar a determinada región de Guatemala: la primera es usando las curvas de intensidad versus tiempo, la cual tiene diversas curvas que dan a conocer la posible intensidad que puede en determinada frecuencia del año con relación a la duración de lluvia. En las mencionadas curvas se puede detectar que las precipitaciones más fuertes suceden en tiempos cortos; la segunda forma es usando la ecuación $I = A / (t+B)$, donde “a” y ”B” son constantes proporcionadas por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología e Hidrología de Guatemala (INSIVUMEH) y “t” es el tiempo de concentración del lugar analizado, que generalmente se considera en 12 minutos. En cuencas grandes debe hacerse un análisis más minucioso considerando la pendiente promedio de la cuenca y de la velocidad de la partícula de agua analizada.

Los rangos de coeficientes de escorrentía “C” más usados en carreteras se enumeran a continuación:

Tabla XIII. **Coefficiente de escorrentía**

Centro de la ciudad	0,70	0,95
Fuera del centro de la ciudad	0,50	0,70
Parques, cementerios	0,10	0,25
Áreas no urbanizadas	0,10	0,30
Asfalto	0,70	0,95
Concreto	0,80	0,85
Adoquín	0,70	0,85
Suelo arenoso	0,15	0,20
Suelo duro	0,25	0,30
Bosques	0,20	0,25

Fuente: www.encyclopedia.us.es/index.php/Coefficientedeescorrentía. Consulta: marzo de 2012.

3.10.2.1. Ejemplo de diseño de drenaje transversal

Área = 5 Ha

C = 0,2

I = 180 mm/h

La intensidad de lluvia se determina con la ecuación $I = \frac{A}{B+t}$; donde A y B son parámetros estadísticos proporcionados por el INSIVUMEH, para el caso específico que se analiza la intensidad fue obtenida a través de isolíneas proporcionado por atlas hidrológico de intensidades de lluvia del departamento de investigación y servicios hídricos del INSIVUMEH.

Para precipitaciones de 15 min. De duración y una frecuencia de 25 años, se usa la ecuación del método racional:

$$Q = \frac{CIA}{360}; \quad Q = \frac{0,20(180)(5,00)}{360}; \quad Q = 0,50 \text{ m}^3/\text{s}.$$

El diámetro de tubería propuesta es de 30" por lo que se debe realizar los cálculos correspondientes para demostrar que el diámetro propuesto es suficiente para drenar el caudal que correrá por el o si es necesario incrementar dicho diámetro.

Con una pendiente de tubería es del 1,00 % se determina el caudal a sección llena:

$$Q = \frac{1}{n} \left(\frac{\emptyset}{4}\right)^{2/3} S_o^{1/2} \frac{\pi}{4} \emptyset^2; \quad Q = \frac{1}{0,2} \left(\frac{0,762}{4}\right)^{2/3} 0,01^{1/2} \frac{\pi}{4} 0,762^2$$

V = 3,31 m/s

$$Q = 1,51 \text{ m}^3/\text{s}$$

La velocidad y el caudal obtenidos son a sección llena.

Determinando la velocidad del flujo dentro de la tubería.

$$\frac{q}{Q} = \frac{0,50}{1,51} = 0,331126; \text{ de relaciones hidráulicas se obtiene.}$$

$$\frac{v}{V} = 0,898821; v = (0,898821)(3,31 \text{ m/s}) = 2,98 \text{ m/s}$$

La velocidad esta en el rango aceptable que es de 0,40 m/s a 4,00 m/s

Ahora se determina el tirante hidráulico que debe estar comprendido entre 0,10d y 0,90d para que el diámetro sea aceptable.

$$\frac{d}{D} = 0,397$$

El tirante hidráulico esta comprendido entre el 0,10 y el 0,90 por lo cual el diámetro de tubería de 30" cumple con todas las requerimientos de diseño.

3.11. Evaluación de impacto ambiental

Durante el proceso del diseño geométrico de las carreteras, al igual que en todas las etapas de su desarrollo y puesta en operación, es importante identificar los potenciales impactos ambientales del proyecto y adoptar las disposiciones necesarias para evitar y mitigar sus efectos negativos, hasta donde ello sea posible.

Es muy bien sabido que por todos sus positivos efectos, las carreteras pueden generar también impactos negativos en las comunidades aledañas y en el ambiente natural.

Las personas pueden ser afectadas indirectamente por el proyecto, mediante la alteración de su modo de vida, la pérdida de los lazos comunitarios, el incremento del ruido, la contaminación y la mayor generación de accidentes viales. Las carreteras tienden a generar desarrollo donde previamente no existía, hecho valorado negativamente en tanto ocasiona alteraciones en ambientes sensitivos y modifica el régimen de vida de las poblaciones indígenas. Alteraciones en el ambiente natural puede incluir erosión del suelo, cambios en las corrientes de agua y en el nivel freático, modificaciones en la vida animal y vegetal. Como agentes de cambio, las carreteras alteran el balance existente entre la gente y su ambiente natural.

Para lograr un desarrollo sostenible durante el diseño de una carretera, hay que conciliar sus innegables aportes positivos con su costo sobre el ambiente. Esto involucra tres aspectos fundamentales.

- En primer lugar, está la identificación del abanico total de los impactos de la carretera sobre el ambiente natural y social dentro de su zona de influencia directa.
- En segundo lugar, está la cuantificación y medición de estos impactos, bajo procedimientos que en ciertos casos no están suficientemente desarrollados, como decir la medición del efecto sobre la salud de la contaminación del aire por las emisiones tóxicas de los vehículos.

- En tercer lugar, están los procedimientos a aplicar para evitar, mitigar y compensar por esos efectos negativos, que en balance deben ser minimizados frente a los beneficios de la apertura o el mejoramiento de una determinada obra vial.

El término de evaluación de impacto ambiental se aplica al riguroso análisis de los impactos de las alternativas de desarrollo de una carretera. La evaluación ambiental no es una actividad aislada a ejecutar en un momento del tiempo, debe verse antes bien como un proceso continuo que está integrado en el ciclo del proyecto durante la planificación, el diseño, la construcción, el mantenimiento y la operación de la carretera. Los costos de un estudio de impacto ambiental se estiman en el rango de 5 a 10 por ciento de los costos de preparación de los proyectos.

Un estudio más limitado o plan de acción para analizar determinados impactos se conoce como un plan de mitigación o plan de manejo ambiental. Mediante un proceso de tamizado, se identifica la magnitud potencial de los impactos y la profundidad de los estudios requeridos, mientras que el alcance considera el rango de impactos, el área afectada y la duración de los impactos, para establecer los límites o el rango de los factores ambientales a estudiar.

3.11.1. Identificación de impactos ambientales

Por ser una brecha existente, se considera que ya se generaron impactos, pero como consecuencia de la construcción, se generarán otros efectos económicos, sociales y ambientales de diversa índole y magnitud. La mayor cantidad de los impactos positivos esperados y de mayor importancia relativa, se deberá obtener durante la operación del proyecto; mientras que la mayor

cantidad de los posibles efectos negativos, puede ser generada particularmente durante la fase de construcción del mismo.

3.11.2. Impactos positivos esperados

- Beneficiar a las poblaciones ubicadas dentro del área de influencia
- Ahorro de tiempo de transporte al trasladarse de un lugar a otro
- Seguridad vial
- Disponibilidad de acceso en época de invierno
- Incremento de las relaciones comerciales entre las poblaciones
- Crecimiento y desarrollo de los sectores productivos de la zona
- Generación de empleo y demanda de productos
- Facilidad en el transporte de bienes y servicios
- Disminución de los índices de pobreza
- Mejora en la calidad de vida de los habitantes

3.11.3. Impactos negativos esperados

Por la ejecución y operación del proyecto los impactos relativos al ambiente, se darán mayormente en la fase de ejecución del proyecto; particularmente referida a las actividades de preparación y limpieza del terreno y construcción del tramo carretero, para lo cual será necesario el uso de maquinaria, el establecimiento de campamento, establecer puestos de espera en ruta y el manejo y disposición final de desechos.

Estas actividades impactarán específicamente en los componentes ambientales como lo son: agua (cauce), ambiente sonoro (ruido), suelo (extracción y/o arrastre de materiales y depósito de basuras), atmósfera (emisiones de polvo y gases de combustión) y socioeconómicos y de salud

(riesgo de accidentes laborales y en ruta) y en menor grado, asociados a impactos de flora (corte de árboles y vegetación silvestre). Los impactos negativos son en su mayoría temporales y que aplicando las medidas de mitigación pertinentes, el posible daño que puede ocasionarse, será limitado y poco significativo.

3.11.4. Valoración del impacto ambiental

Se tendrá un impacto ambiental poco significativo, siempre y cuando se dé especial atención al manejo y disposición adecuada de los desechos y a la restauración de sitios como campamentos y estabilización de taludes de corte y relleno.

Existen algunos impactos permanentes asociados con la modificación del relieve, dada la nivelación de ciertas partes del terreno, rellenos por la elevación de la rasante y variación del flujo superficial; también se espera que la emisión de gases a la atmósfera por la combustión de los motores.

Con relación a los impactos temporales, los de mayor relevancia, son los siguientes:

Actividades del proyecto

- Limpieza y desmonte
- Establecimiento de campamento
- Cortes y rellenos
- Acarreo de material
- Manejo y disposición final de desechos sólidos
- Manejo y disposición de desechos líquidos
- Mantenimiento preventivo y correctivo.

Factores ambientales impactados

- Agua superficial
- Ambiente sonoro
- Suelo
- Atmósfera
- Flora
- Paisaje

3.12. Impactos ambientales y medidas de mitigación

Tal como se indica en la División 100 de las Especificaciones Generales, la DGC deberá contar con la aprobación del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental –EIA–, que contenga las medidas de mitigación, para todas aquellas actividades que por sus características, puedan causar deterioro del ambiente y a los recursos naturales y culturales, antes de la ejecución de una obra

3.12.1. Limpieza y desmonte

Este trabajo consiste en el chapeo, tala, destronque, remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que están dentro de los límites del derecho de vía y en las áreas de bancos de préstamo.

3.12.1.1. Impacto

En la limpieza y eliminación de la vegetación y otro tipo de material dentro del derecho de vía de la carretera, área de campamentos y posibles bancos de material. El impacto podrá darse debido al escurrimiento del agua superficial arrastrando el material eliminado.

3.12.1.2. Medida de mitigación

El material vegetal se ubicará en áreas planas, que no exista posibilidad de arrastre debido al escurrimiento del agua superficial, éste constituye materia orgánica al sufrir descomposición lo que favorece al suelo. Otro tipo de material a parte de la vegetación debe ubicarse en áreas seleccionadas como son los botaderos.

3.12.2. Manejo y disposición final de desechos sólidos

El contratista es responsable durante la construcción, rehabilitación y mantenimiento de la red vial, de cumplir con todas las leyes y demás disposiciones referentes al Medio Ambiente y afines como lo establece la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

3.12.2.1. Impacto

Los desechos sólidos no deberán de arrojarse en áreas con pendientes debido que pueden llegar a los cuerpos de agua superficial y evitar asimismo la erosión del suelo y sedimentación en los cuerpos de agua.

3.12.2.2. Medida de mitigación

La vegetación y materia orgánica, como otros desechos sólidos deben transportarse hacia los sitios de botaderos propuestos, como son las áreas de explotación de los bancos. Las áreas deben reconfirmarse con suelo fértil mezclado con materia orgánica y luego revegetarse con especies de la zona de rápido crecimiento. Para los desechos sólidos que se generen de los

campamentos y talleres como llantas, baterías, filtros, chatarra y cualquier otro desperdicio sólidos enterrarlo en un sitio del taller.

3.12.3. Mantenimiento preventivo y correctivo

Para los tramos viales de reciente construcción se debe implementar un sistema de manejo preventivo para evitar el deterioro de las estructuras, para los tramos que tienen un mayor tiempo de funcionamiento se debe implementar un sistema correctivo para ampliar el tiempo de servicio de las estructuras.

3.12.3.1. Impacto

Consiste en la limpieza del derecho de vía, recuperación del balasto que se ha perdido y limpieza de alcantarillas el cual puede generar impactos al agua del drenaje superficial si los desechos sólidos y líquidos no son manejados adecuadamente.

3.12.3.2. Medida de mitigación

Los desechos sólidos deben depositarse fuera del derecho de vía de la ruta en las áreas recomendadas como botaderos.

3.12.4. Acciones generales para reducir el impacto ambiental

Dentro de los renglones de trabajo para la construcción de carreteras se encuentran los que por su naturaleza perjudican el medio ambiente por lo cual debe de realizarse de manera controlada, y existen renglones que favorecen el cuidado del medio ambiente por lo que se debe procurar hacer énfasis en su aplicación.

3.12.4.1. Debe procurarse

- Ajustar la rasante al terreno natural lo más posible esto minimiza el impacto y movimiento de tierra.
- Se debe conseguir la máxima reutilización del material excavado, esto minimiza la necesidad de préstamos o vertidos de tierra.
- Los taludes deben cumplir con la relación especificada, cuando son de poca altura deber ser taludes laterales suaves, similares a los existentes en el entorno.
- Se debe dar un tratamiento preventivo a los taludes con la re vegetación, esto los protege de erosión, derrumbes, y mejora su estabilidad.

3.12.5.2. Debe evitarse

- El trazado por zonas vírgenes de interés natural o que posean recursos naturales limitados o no renovables.
- Terraplenes prominentes que crucen valles o zonas bajas, esto provoca inundaciones.
- Trazados que alteren el sistema de drenaje natural de la zona; la carretera puede actuar como una pequeña presa.

Otros aspectos que no se puede perder de vista es una adecuada coordinación de trazados en planta y en perfil. Una geometría incorrecta crea no

solo problemas estéticos sino también produce una considerable merma en las condiciones de visibilidad y de comodidad en el conductor del vehículo.

3.13. Evaluación económica

Toda inversión económica representa un riesgo de pérdida o rentabilidad por lo cual es necesario un análisis previo para tener una proyección del comportamiento del proyecto a futuro.

3.13.1. Criterios básicos de la evaluación

Para la evaluación de proyectos, existen tres tipos, siendo estas: la evaluación financiera, económica y social, las cuales se efectúan conjuntamente, con lo que se puede llamar evaluación técnica del proyecto, que consiste en cerciorarse de la factibilidad técnica del mismo. La evaluación económica presupone una adecuada formulación y evaluación administrativa, que se tenga una organización propicia y una gerencia capacitada, como una adecuada formulación y evaluación institucional y legal.

3.13.2. Evaluación financiera

El análisis de la evaluación financiera se obtiene del flujo de fondos del proyecto a precios de mercado, y para computar estos valores el dato fundamental es la sucesión de valores anuales de ingresos y gastos cuyas diferencias constituyen el ingreso neto anual positivo o negativo, ya sea por los valores tomados año a año de los valores acumulados, lo que permite obtener la tasa interna de retorno (TIR), el valor presente neto (VPN).

3.13.3. Valor presente neto

Una inversión es rentable solo si el valor presente neto del flujo de ingresos es mayor que el valor presente de costos, cuando estos se actualizan haciendo uso de la tasa de interés pertinente, en este caso el 12%. La inversión es rentable, solo si la cantidad de dinero que se debe aportar hoy para hacer frente a los gastos de inversión es menor que la cantidad de dinero que se debe tener hoy para obtener un flujo de ingresos comparable al que genera el proyecto, en términos numéricos, la inversión es deseable si el valor presente de los beneficios netos es mayor que cero.

Inversión inicial = (Q8 984 952,84)

Costo anual de mantenimiento = (Q 20 000,00)

$$VPN = (Co + CA * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i^2 (1+i)^n} \right])$$

Donde:

VPN: Valor presente neto

Co : Inversión inicial

CA : Costo anual de mantenimiento

$$VPN = (Q8\,984\,952,84 + Q20\,000,00 * \left[\frac{(1+0,12)^{21} - 1}{(0,12)^2 (1+0,12)^{21}} \right]) = (Q10\,245\,286,71)$$

3.13.4. Tasa interna de retorno (TIR)

Ésta es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno atractiva.

Costo = VPN

Costo = (Q8 984952,84+Q1260333,87)= (Q 10245286,71)

Debido a que el valor del VPN es negativo se establece que la tasa interna de retorno no existe.

3.14. Mantenimiento del camino

Con el propósito de proporcionarle una vida útil a la carretera, es necesario que el comité encargado de cada proyecto, coordine con la municipalidad, al principio y al final de cada invierno, para financiar, organizar, dirigir y ejecutar los trabajos que favorezcan las buenas condiciones de la carretera.

3.14.1. Mantenimiento rutinario

Comprende todas aquellas actividades requeridas para conservar una vía de regular a buen estado, las cuales se repiten una o más veces al año. Incluye labores de reparación vial destinadas a recuperar elementos menores dañados, deteriorados o destruidos, tal como los de estructuras de bóveda, obras de drenaje menor, muros de retención y actividades afines. Este permite lograr que el deterioro de la capa de rodadura se desarrolle dentro del periodo de diseño, proporcionando servicio y prolongando su vida. Esta orientado a tratar daños localizados con un índice de servicio aceptable.

3.14.2. Mantenimiento preventivo

Consiste en actividades y obras de mantenimiento destinadas a prevenir fallas en la vía antes de que ocurran (capa de rodadura, estructuras entre otros).

3.14.3. Mantenimiento de emergencia

Son las actividades y las intervenciones aplicadas en forma urgente que se realizan como consecuencia de fuerza mayor, tal como el caso de desastres naturales, con el propósito de habilitar la vía permitiendo así el paso vehicular.

3.14.4. Operación y mantenimiento

Esta actividad dependerá de la capacitación que se les pueda proporcionar a los beneficiarios, en el caso de los trabajos menores. Se recomienda que, haya un comité específico; Comité Promejoramiento de Camino o Comité de Mantenimiento de Camino.

Los trabajos mayores se ejecutarán con la colaboración de la municipalidad u otra institución gubernamental o no gubernamental, los que consistirán en la dotación temporal de maquinaria pesada con sus respectivos operadores y supervisada por un profesional o técnico especializado.

Después de la construcción surge la presencia de daños que evolucionan en forma gradual, afectando la integridad de la capa de rodadura, para lo cual es necesario adoptar medidas correctivas. Por lo que, el mantenimiento se deberá iniciar después de terminada la obra.

Tabla XIV. Presupuesto de camino rural

Proyecto: Diseño de ampliación y mejoramiento de camino rural

Ubicación: Caserío Tuiladrillo

Municipio: Ixchiguán

Departamento: San Marcos.

PRESUPUESTO POR RENGLONES DE TRABAJO.					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P/ unitario	Total
202,03	Limpia, chapeo y destronque	Ha	6,00	43 100,00	258 600,00
203,04 (b)	Excavación no clasificada	m3	3 353,00	55,80	187 097,40
203,04 (c)	Excavación no clasificada de material de desperdicio	m3	10 447,00	52,30	546 378,10
203,04 (h)	Excavación de contracunetas	m3	1 896,00	164,00	310 944,00
205,06	Excavación estructural para alcantarillas	m3	2 205,00	178,00	392 490,00
205,12	Relleno estructural para alcantarillas	m3	1 764,00	235,00	414 540,00
208,02	Acarreo	m3/Km	124 200,00	6,10	757 620,00
209,03	Balasto	m3	6 069,00	80,00	485 520,00
301,03 (d)	Escarificación, Tendido y Conformación de Sub-rasante	m2	37 927,20	70,00	2654 904,00
603 ,01	Alcantarillas de metal corrugado 30"	ml	294,00	1 814,00	533 316,00
607	Cajas y cabezales para alcantarillas	m3	84,00	2 500,00	210 000,00
704,03 (b)	Dispositivo de señalización informativa, tableros	u	12,00	2 920,00	35 040,00
TOTAL					6 786 449,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Cronograma de avance físico y financiero

CRONOGRAMA DE AVANCE FÍSICO Y FINANCIERO										
Item	REGLON	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	COSTO POR		%	
							REGLON			
202,03	Limpia, chapeo y destronque							258 600,00	3,81%	
203,04 (b)	Excavación no clasificada							187 097,40	2,76%	
203,04 (c)	Excavación no clasificada de material de desperdicio							546 378,10	8,05%	
203,04 (h)	Excavación de contracunetas							310 944,00	4,58%	
205,06	Excavación estructural para alcantarillas							392 490,00	5,78%	
205,12	Relleno estructural para alcantarillas							414 540,00	6,11%	
208,02	Acarreo							757 620,00	11,16%	
209,03	Balasto							485 520,00	7,15%	
301,03 (d)	Escarificación, Tendido y Conformación de Sub-rasante							2 654 904,00	39,12%	
603,01	Alcantarillas de metal corrugado 30"							533 316,00	7,86%	
607	Cajas y cabezales para alcantarillas							210 000,00	3,09%	
704,03 (b)	Dispositivo de señalización informativa, tableros							35 040,00	0,52%	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO.								6 786 449,50	100,00%	

INVERSION MENSUAL EN Q	Q 1 357 289,90	Q 1 357 289,90	Q 1 357 289,90	Q 1 357 289,90	Q 1 357 289,90	Q 1 357 289,90
INVERSION MENSUAL ACUMULADA EN Q	Q 1 357 289,90	Q 2 714 579,80	Q 4 071 869,70	Q 5 429 159,60	Q 6 786 449,50	Q 6 786 449,50
INVERSION MENSUAL EN %	20%	20%	20%	20%	20%	20%
INVERSION MENSUAL ACUMULADA EN %	20%	40%	60%	80%	100%	100%

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Con la realización del estudio diagnóstico del caserío Tuiladrillo se determinó que los factores que impiden el desarrollo económico, político, social y cultural del pueblo es la falta de vías de acceso en buenas condiciones y la necesidad de contar con un sistema de alcantarillado sanitario, por lo cual se desarrollaron las planificaciones que buscan dar solución a esta problemática.
2. La población ha tomado conciencia de los daños que causa al medio ambiente y a la salud del ser humano la disposición de los desechos cloacales a flor de tierra, y de los beneficios que conlleva una adecuada disposición de las excretas y de las aguas residuales, para la que la salud sea abordada en forma de prevención y no solamente en solución.
3. Con la realización de los dos proyectos, se tendrá más beneficios en el municipio, colaborando con el desarrollo socioeconómico del lugar, generando empleo para los habitantes del caserío.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar mano de obra local para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, como un aporte de la comunidad de esta forma se reducirán los costos y los pobladores del sector tomarán conciencia en el buen uso y mantenimiento del sistema.
2. Solicitar la cooperación de un ingeniero con especialidad en Ingeniería Sanitaria, para el diseño de una planta de tratamiento, esta planta debe contar con un tratamiento de tipo primario y secundario, si existieran las posibilidades económicas y físicas debe darse un tratamiento terciario a las aguas servidas.
3. Garantizar la supervisión técnica durante la ejecución del balastado, para que se cumplan con todas las normas y especificaciones establecidas en el estudio y diseño, en beneficio directo de las comunidades.

BIBLIOGRAFÍA

1. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Vías de comunicación*. México D.F.: Limusa, 2007. 715 p.
2. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*. Guatemala: Ingenieros Consultores de Centroamérica, 2000. 807 p.
3. *Manual centroamericano de especificaciones para la construcción de carreteras y puentes regionales*. 2ª ed. Guatemala: SIECA, 2004. 450 p.
4. MCGHEE, Terence J. *Abastecimiento de agua y alcantarillados*. Bogotá: McGraw-Hill, 2000. 602 p.
5. Oficina Municipal de Planificación. *Plan de desarrollo municipal*. Municipio de Ixchiguán, San Marcos: OMP, 2007. 98 p.
6. VIDES TOBAR, Amado J. *Construcción de carreteras*. 2ª ed. Guatemala: Piedra Santa, 1981. 605 p.
7. WAGNER, Edmund G. *Evacuación de excretas en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades*. Ginebra: OMS, 1960. 200 p.

APÉNDICES

Apéndice A. **Parámetros de diseño**

Apéndice B. **Cálculo hidráulico**

Apéndice C. **Cálculo geométrico de curvas horizontales, eje central**

Apéndice D. **Cálculo geométrico de curvas horizontales, tramo No. 1**

Apéndice E. **Cálculo geométrico de curvas horizontales, tramo No. 2**

Apéndice F. **Cálculo geométrico de curvas horizontales, tramo No. 3**

Apéndice G. **Cálculo geométrico de curvas horizontales, tramo No. 4**

Apéndice H. **Cálculo geométrico de curvas horizontales, tramo No. 5**

Apéndice I. **Cálculo geométrico de curvas horizontales, tramo No. 6**

Apéndice A. Parámetros de diseño

		Actual	Futuro
Población actual =	864 hab.		
Tasa de crecimiento =	2,98 %	Caudal domiciliar = 0,96 lts/seg.	1,78 lts/seg.
Periodo de Diseño =	21 Años	Caudal comercial = 0,035 lts/seg.	0,07 lts/seg.
Población futura =	1601 hab.	Caudal industrial = 0,069 lts/seg.	0,10 lts/seg.
Dotación =	120 lts/hab/día	Caudal conexiones ilícitas.	
Factor de Retorno =	0,80	Area de techos = 1,15 hectareas	2,14 hectareas
No. Casas actual =	144	Area de patios = 0,72 hectareas	1,34 hectareas
No. Casas futuro =	267	Coef. Escorrentía = 0,57	0,57
Dotación Comercial =	1000,00 lts/com/día	Caudal = 3,84 lts/seg.	7,12 lts/seg.
Dotación Industrial =	3000,00 lts/ind/día	Caudal medio = 4,90 lts/seg.	
No. Comercios =	2,00 por cada 100 casas	f.q.m. = 0,0057	0,0057
No. Industrias =	1,00 por cada 100 casas	f.q.m. A usar = 0,005	0,005
Conexión domiciliar =	6,00 m/casa	F.H. = 3,84	3,66
Densidad de vivienda =	6 Hab/casa	Q. Diseño = 18,83 lts/seg.	33,20 lts/seg.
Coef. De escorrentía =	0,80 Techos		
Coef. De escorrentía =	0,20 patios		
Area de Techos =	80 M ² /casa		
Area de patios =	50 M ² /casa		
Duración de lluvias =	50,00 Min.		
Intensidad de lluvia =	129,73 mm/hora		
Conexiones ilícitas	1 % de casas		
Factor de infiltración =	14000 Lts/km-día		
Coef. De rugosidad =	0,01 m/m		
Tipo de tubería a usar =	PVC.		

Fuente: Elaboración propia

Apéndice B. Cálculo hidráulico

P.V. De	D.H.	S % Terreno	No. Hab.	F.H.	q de Diseño	Ø plg.	S % Tubería	Sección llena		q/Q	v/V	Vel. De Diseño	d/D	Cotas Invert		H de Pozo
								V	Q					Salida	Entrada	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	10,00	-13,90	22	4,37	0,48	6	-13,90	4,22	77,00	0,0062	0,2797	1,18	0,057	999,10	997,71	0,90
3	10,00	-14,00	33	4,35	0,72	6	-13,00	4,08	74,47	0,0096	0,3165	1,29	0,069	997,61	996,31	1,00
4	20,00	-14,70	44	4,33	0,95	6	-11,70	3,87	70,65	0,0135	0,3424	1,33	0,078	995,71	993,37	1,50
5	20,00	-14,70	67	4,29	1,44	6	-11,70	3,87	70,65	0,0203	0,3986	1,54	0,099	992,77	990,43	1,50
6	20,00	-14,00	67	4,29	1,44	6	-11,00	3,76	68,50	0,0210	0,4012	1,51	0,100	989,83	987,63	1,50
7	25,00	-12,00	78	4,27	1,67	6	-7,60	3,12	56,94	0,0293	0,4429	1,38	0,117	986,53	984,63	2,00
8	23,90	-11,97	89	4,26	1,89	6	-7,36	3,07	56,05	0,0338	0,4639	1,43	0,126	983,53	981,77	2,00
9	26,00	-13,65	100	4,24	2,12	6	-5,58	2,67	48,77	0,0435	0,4996	1,34	0,142	979,67	978,22	3,00
10	27,70	-13,79	100	4,24	2,12	6	-6,21	2,82	51,47	0,0412	0,4931	1,39	0,139	976,12	974,40	3,00
11	45,16	-1,99	145	4,20	3,04	6	-1,77	1,51	27,49	0,1107	0,6575	0,99	0,224	974,30	973,50	1,00
12	50,64	-3,16	211	4,14	4,37	6	-2,17	1,67	30,44	0,1435	0,7102	1,19	0,256	972,40	971,30	2,00
13	21,60	-15,05	222	4,13	4,59	6	-7,64	3,13	57,08	0,0803	0,6003	1,88	0,192	970,30	968,65	2,50
14	17,00	-15,00	222	4,13	4,59	6	-5,59	2,68	48,82	0,0939	0,6277	1,68	0,207	967,05	966,10	2,50
15	23,00	-9,04	233	4,12	4,80	6	-4,26	2,34	42,63	0,1127	0,6610	1,54	0,226	965,00	964,02	2,00
16	18,40	-8,59	267	4,10	5,47	6	-5,87	2,74	50,04	0,1094	0,6558	1,80	0,223	962,92	961,84	2,00
17	33,40	-8,11	311	4,07	6,33	6	-3,32	2,06	37,65	0,1682	0,7441	1,54	0,278	960,84	959,73	2,50
18	32,40	-11,48	333	4,06	6,76	6	-6,54	2,90	52,83	0,1279	0,6861	1,99	0,241	958,13	956,01	2,50
19	18,30	-12,62	356	4,05	7,20	6	-6,61	2,91	53,11	0,1356	0,6991	2,04	0,249	954,91	953,70	2,00
20	18,30	-12,62	367	4,04	7,41	6	-6,61	2,91	53,11	0,1396	0,7039	2,05	0,252	952,60	951,39	2,00
21	25,00	-7,40	367	4,04	7,41	6	-3,00	1,96	35,77	0,2072	0,7888	1,55	0,309	950,29	949,54	2,00
22	25,00	-8,64	389	4,03	7,83	6	-4,24	2,33	42,53	0,1842	0,7632	1,78	0,291	948,44	947,38	2,00
23	27,60	-10,91	411	4,02	8,25	6	-6,92	2,98	54,33	0,1519	0,7212	2,15	0,263	946,28	944,37	2,00
24	17,50	-23,77	445	4,00	8,90	6	-1,77	3,88	70,86	0,1256	0,6828	2,65	0,239	942,27	940,21	3,00
25	17,68	-23,70	456	3,99	9,11	6	-1,82	3,89	71,01	0,1283	0,6877	2,68	0,242	938,11	936,02	3,00
26	18,82	0,00	456	3,99	9,11	6	-5,31	2,61	47,61	0,1913	0,7704	2,01	0,296	935,92	934,92	1,00
27	33,10	-11,75	500	3,97	9,94	6	-8,73	3,35	61,03	0,1628	0,7365	2,46	0,273	934,42	931,53	2,50
28	27,95	-12,45	522	3,96	10,35	6	-8,52	3,30	60,27	0,1717	0,7471	2,47	0,280	931,03	928,65	2,00
29	27,95	-12,88	545	3,95	10,78	6	-8,94	3,39	61,77	0,1745	0,7515	2,54	0,283	927,55	925,05	2,00
30	27,95	-15,13	567	3,95	11,19	6	-9,41	3,47	63,36	0,1766	0,7530	2,62	0,284	923,45	920,82	2,50
31	27,95	-15,13	578	3,94	11,39	8	-9,41	4,21	136,44	0,0835	0,6059	2,55	0,195	919,22	916,59	2,50
32	27,70	-17,44	589	3,94	11,59	8	-11,66	4,68	151,89	0,0763	0,5909	2,77	0,187	914,99	911,76	2,50

Continuación apéndice B. Cálculo hidráulico

P.V.	D.H.	S %	No. Hab.	F.H.	q de	Ø	S %	Sección llena		q/Q	v/V	Vel. De	d/D	Cotas Invert		H de
								V	Q					Salida	Entrada	
De	A															
32	33	10,00	589	3,94	11,59	8	-10,10	4,36	141,36	0,0820	0,6040	2,63	0,194	910,16	909,15	2,50
33	34	9,37	589	3,94	11,59	8	-8,96	4,11	133,18	0,0871	0,6151	2,53	0,200	907,55	906,71	2,50
34	35	23,23	600	3,93	11,80	8	-4,18	2,80	90,89	0,1298	0,6893	1,93	0,243	906,61	905,64	1,00
35	36	15,20	623	3,92	12,22	8	-9,41	4,21	136,43	0,0896	0,6187	2,60	0,202	904,04	902,61	2,50
36	37	14,80	645	3,91	12,63	8	-5,74	3,29	106,60	0,1184	0,6711	2,21	0,232	901,01	900,16	2,50
37	38	14,80	667	3,91	13,03	8	-6,69	3,55	115,04	0,1132	0,6627	2,35	0,227	898,56	897,57	2,50
38	39	13,80	689	3,90	13,43	8	-7,39	3,73	120,93	0,1111	0,6593	2,46	0,225	895,97	894,95	2,50
39	40	13,80	711	3,89	13,83	8	-7,39	3,73	120,93	0,1144	0,6644	2,48	0,228	893,35	892,33	2,50
40	41	15,50	723	3,89	14,05	8	-8,45	3,99	129,31	0,1086	0,6541	2,61	0,222	891,23	889,92	2,00
41	42	13,30	734	3,88	14,25	8	-6,47	3,49	113,11	0,1260	0,6828	2,38	0,239	889,82	888,96	1,00
42	43	29,70	734	3,88	14,25	8	-1,68	1,78	57,71	0,2469	0,8277	1,47	0,338	888,86	888,36	1,00
43	44	29,70	756	3,88	14,65	8	-3,84	2,69	87,14	0,1681	0,7441	2,00	0,278	888,26	887,12	1,30
44	45	25,00	756	3,88	14,65	8	-7,60	3,78	122,62	0,1195	0,6728	2,54	0,233	885,52	883,62	2,50
45	46	25,00	778	3,87	15,05	8	-7,56	3,77	122,30	0,1230	0,6795	2,56	0,237	882,02	880,13	2,50
46	47	25,10	789	3,86	15,24	8	-4,78	3,00	97,26	0,1567	0,7274	2,18	0,267	878,53	877,33	2,50
47	48	42,20	823	3,85	15,85	8	-0,78	1,21	39,33	0,4031	0,9465	1,15	0,442	877,23	876,90	1,00
48	49	42,20	878	3,84	16,84	8	-0,76	1,19	38,73	0,4347	0,9650	1,15	0,461	876,80	876,48	1,00
49	50	42,20	900	3,83	17,23	8	-0,40	0,87	28,23	0,6103	1,0499	0,91	0,565	876,38	876,21	1,00
50	51	43,15	923	3,82	17,64	8	-0,28	0,72	23,46	0,7520	1,0979	0,79	0,647	876,16	876,04	1,20
51	52	53,15	945	3,82	18,03	8	-0,23	0,65	21,14	0,8530	1,1231	0,73	0,335	875,99	875,87	4,20
52	53	26,90	967	3,81	18,42	8	-2,08	1,98	64,18	0,2870	0,8639	1,71	0,367	875,82	875,26	4,45
53	54	18,50	967	3,81	18,42	8	-6,59	3,52	114,22	0,1612	0,7350	2,59	0,272	873,66	872,44	2,50
54	55	29,80	978	3,81	18,61	8	-1,07	1,42	46,09	0,4038	0,9465	1,35	0,442	872,34	872,02	1,00
55	56	38,60	989	3,80	18,81	8	-1,81	1,85	59,90	0,3140	0,8840	1,63	0,384	871,92	871,22	2,50
56	57	30,00	1023	3,79	19,40	8	-4,50	2,91	94,36	0,2056	0,7874	2,29	0,308	870,12	868,77	2,00
57	58	30,00	1034	3,79	19,60	8	-4,83	3,02	97,79	0,2004	0,7818	2,36	0,304	867,67	866,22	2,00
58	59	30,55	1045	3,79	19,79	8	-4,26	2,83	91,76	0,2157	0,7970	2,26	0,315	865,12	863,82	2,00
59	60	49,45	1101	3,77	20,77	8	-4,77	3,00	97,17	0,2137	0,7957	2,38	0,314	863,72	861,36	1,00
60	61	50,45	1156	3,76	21,72	8	-4,94	3,05	98,82	0,2198	0,8011	2,44	0,318	861,26	858,77	1,00
61	62	42,00	1245	3,74	23,26	8	-6,31	3,45	111,73	0,2082	0,7902	2,72	0,310	858,67	856,02	1,00
62	63	42,00	1323	3,72	24,60	8	-5,86	3,32	107,65	0,2285	0,8106	2,69	0,325	855,92	853,46	1,00
63	64	34,00	1323	3,72	24,60	8	-4,15	2,79	90,58	0,2715	0,8505	2,38	0,356	853,36	851,95	1,00

Continuación apéndice B. Cálculo hidráulico

P.V.	De	A	D.H.	S %	No. Hab.	F.H.	q de Diseño	Ø plg.	S % Tubería	Sección llena		q/Q	v/V	Vel. De Diseño	d/D	Cotas Invert		H.de Pozo
										V	Q					Salida	Entrada	
64	65	34,00	-12,85	1334	3,72	24,78	8	-9,62	4,25	137,94	0,1797	0,7574	3,22	0,287	850,85	847,58	2,00	
65	66	6,00	-37,33	1345	3,71	24,97	8	-10,67	4,48	145,27	0,1719	0,7471	3,35	0,280	845,98	845,34	2,50	
66	67	6,00	-37,33	1367	3,71	25,35	8	-10,67	4,48	145,27	0,1745	0,7515	3,37	0,283	843,74	843,10	2,50	
67	68	5,55	-37,30	1390	3,70	25,74	8	-8,47	3,99	129,44	0,1988	0,7790	3,11	0,227	841,50	841,03	2,50	
68	69	6,75	-18,96	1401	3,70	25,92	8	-5,63	3,25	105,54	0,2456	0,8264	2,69	0,337	840,13	839,75	1,80	
69	70	20,00	-16,45	1401	3,70	25,92	8	-8,45	3,99	129,30	0,2005	0,7818	3,12	0,304	838,15	836,46	2,50	
70	71	16,00	-20,88	1401	3,70	25,92	8	-10,25	4,39	142,41	0,1820	0,7603	3,34	0,289	834,76	833,12	2,60	
71	72	16,00	-20,88	1412	3,70	26,11	8	-10,25	4,39	142,41	0,1834	0,7618	3,35	0,290	831,42	829,78	2,60	
72	73	16,00	-20,81	1412	3,70	26,11	8	-10,19	4,38	141,97	0,1839	0,7632	3,34	0,291	828,08	826,45	2,60	
73	74	16,00	-20,81	1423	3,70	26,30	8	-10,19	4,38	141,97	0,1852	0,7647	3,35	0,292	824,75	823,12	2,60	
74	75	16,00	-20,13	1434	3,69	26,48	8	-9,50	4,23	137,10	0,1932	0,7733	3,27	0,298	821,42	819,90	2,60	
75	76	22,00	-0,27	1434	3,69	26,48	8	-1,64	1,75	56,90	0,4654	0,9825	1,72	0,480	819,80	819,44	1,00	
76	77	17,40	-6,44	1445	3,69	26,67	8	-2,99	2,37	76,89	0,3468	0,9088	2,15	0,406	819,24	818,72	1,50	
77	78	10,00	-20,80	1456	3,69	26,85	8	-4,80	3,01	97,45	0,2756	0,8542	2,57	0,359	817,12	816,64	2,50	
78	79	10,00	-19,70	1467	3,69	27,04	8	-3,70	2,64	85,56	0,3160	0,8875	2,34	0,387	815,04	814,67	2,50	
79	80	13,85	-18,27	1467	3,69	27,04	8	-6,71	3,55	115,26	0,2346	0,8159	2,90	0,329	813,07	812,14	2,50	
80	81	12,45	-16,55	1478	3,68	27,23	8	-7,71	3,81	123,51	0,2204	0,8025	3,06	0,319	811,04	810,08	2,00	
81	82	11,00	-14,36	1478	3,68	27,23	8	-4,36	2,87	92,92	0,2930	0,8663	2,48	0,369	808,98	808,50	2,00	
82	83	11,00	-14,36	1478	3,68	27,23	8	-4,36	2,87	92,92	0,2930	0,8663	2,48	0,369	807,40	806,92	2,00	
83	84	11,00	-18,73	1478	3,68	27,23	8	-4,18	2,80	90,96	0,2993	0,8735	2,45	0,375	805,32	804,86	2,50	
84	85	13,05	-23,22	1478	3,68	27,23	8	-10,19	4,38	142,00	0,1917	0,7719	3,38	0,297	803,16	801,83	2,60	
85	86	13,05	-21,69	1478	3,68	27,23	8	-8,66	4,04	130,89	0,2080	0,7902	3,19	0,310	800,13	799,00	2,60	
86	87	9,80	-19,80	1478	3,68	27,23	8	-6,53	3,51	113,67	0,2395	0,8225	2,88	0,334	797,70	797,06	2,20	
87	88	9,80	-20,10	1478	3,68	27,23	8	-6,84	3,59	116,30	0,2341	0,8159	2,93	0,329	795,76	795,09	2,20	
88	89	12,00	-20,42	1478	3,68	27,23	8	-7,08	3,65	118,38	0,2300	0,8119	2,96	0,326	793,49	792,64	2,50	
89	90	12,00	-20,33	1490	3,68	27,43	8	-7,00	3,63	117,68	0,2331	0,8159	2,96	0,329	791,04	790,20	2,50	
90	91	14,50	-16,21	1501	3,68	27,61	8	-6,55	3,51	113,85	0,2425	0,8238	2,89	0,335	788,80	787,85	2,30	
91	92	22,70	-11,54	1501	3,68	27,61	8	-4,05	2,76	89,55	0,3084	0,8805	2,43	0,381	786,15	785,23	2,60	
92	93	7,65	-31,24	1501	3,68	27,61	8	-11,63	4,68	151,72	0,1820	0,7603	3,56	0,289	783,73	782,84	2,40	
93	94	7,60	-31,18	1501	3,68	27,61	8	-11,45	4,64	150,49	0,1835	0,7618	3,54	0,290	781,34	780,47	2,40	
94	95	7,56	-23,54	1501	3,68	27,61	8	-10,32	4,41	142,87	0,1933	0,7733	3,41	0,298	779,47	778,69	1,90	
95	96	11,90	-21,60	1501	3,68	27,61	8	-8,15	3,92	126,99	0,2174	0,7998	3,13	0,317	777,09	776,12	2,50	

Continuación apéndice B. Cálculo hidráulico

P.V.	D.H.	S %	No. Hab.	F.H.	q de	Ø	S % Tubería	Sección llena		q/Q	v/V	Vel. De	d/D	Cotas Invert		H de
								V	Q					Salida	Entrada	
96	11,90	-21,60	1501	3,68	27,61	8	-8,15	3,92	126,99	0,2174	0,7998	3,13	0,317	774,52	773,55	2,50
97	11,99	-18,35	1501	3,68	27,61	8	-7,51	3,76	121,86	0,2266	0,8092	3,04	0,324	772,25	771,35	2,20
98	16,00	-14,56	1501	3,68	27,61	8	-5,81	3,31	107,24	0,2575	0,8379	2,77	0,346	769,95	769,02	2,30
99	16,00	-14,56	1501	3,68	27,61	8	-5,81	3,31	107,24	0,2575	0,8379	2,77	0,346	767,62	766,69	2,30
100	16,00	-20,81	1501	3,68	27,61	8	-7,13	3,66	118,73	0,2326	0,8146	2,98	0,328	761,75	760,32	2,80
101	16,00	-20,81	1501	3,68	27,61	8	-8,94	4,10	132,98	0,2077	0,7888	3,23	0,309	761,75	760,32	2,80
102	16,00	-19,00	1501	3,68	27,61	8	-7,13	3,66	118,73	0,2326	0,8146	2,98	0,328	758,42	757,28	2,80
103	16,10	-15,65	1501	3,68	27,61	8	-5,71	3,28	106,33	0,2597	0,8405	2,76	0,348	755,68	754,76	2,50
104	15,90	-15,60	1501	3,68	27,61	8	-6,16	3,41	110,43	0,2501	0,8315	2,83	0,341	753,26	752,28	2,40
105	15,90	-17,42	1501	3,68	27,61	8	-7,36	3,72	120,66	0,2289	0,8106	3,02	0,325	750,68	749,51	2,50
106	15,90	-21,32	1512	3,68	27,80	8	-9,37	4,20	136,16	0,2042	0,7860	3,30	0,307	747,61	746,12	2,80
107	15,90	-21,38	1512	3,68	27,80	8	-9,43	4,21	136,62	0,2035	0,7846	3,31	0,306	744,22	742,72	2,80
108	15,90	-20,38	1512	3,68	27,80	8	-8,43	3,98	129,13	0,2153	0,7970	3,17	0,315	740,82	739,48	2,80
109	13,45	-18,44	1523	3,67	27,98	8	-6,54	3,51	113,77	0,2460	0,8277	2,90	0,338	737,88	737,00	2,50
110	13,50	-18,44	1556	3,67	28,54	8	-6,59	3,52	114,21	0,2499	0,8315	2,93	0,341	735,40	734,51	2,50
111	15,55	-13,70	1579	3,66	28,92	8	-5,98	3,35	108,78	0,2659	0,8455	2,84	0,352	733,31	732,38	2,10
112	24,50	-11,84	1579	3,66	28,92	8	-4,49	2,91	94,25	0,3069	0,8794	2,56	0,380	730,58	729,48	2,70
113	24,50	-11,80	1579	3,66	28,92	8	-5,27	3,15	102,06	0,2834	0,8603	2,71	0,364	727,88	726,59	2,50
114	24,60	-14,11	1579	3,66	28,92	8	-6,79	3,57	115,89	0,2496	0,8315	2,97	0,341	724,79	723,12	2,70
115	10,00	-22,20	1579	3,66	28,92	8	-7,20	3,68	119,35	0,2423	0,8238	3,03	0,335	721,62	720,90	2,40
116	10,00	-22,10	1601	3,66	29,29	8	-7,10	3,65	118,52	0,2471	0,8290	3,03	0,339	719,40	718,69	2,40
117	10,00	-22,20	1601	3,66	29,29	8	-7,20	3,68	119,35	0,2454	0,8264	3,04	0,337	717,19	716,47	2,40
118	10,10	-26,24	1601	3,66	29,29	8	-11,39	4,63	150,09	0,1951	0,7761	3,59	0,300	714,97	713,82	2,40
119	9,65	-29,53	1601	3,66	29,29	8	-9,33	4,19	135,84	0,2156	0,7970	3,34	0,315	711,87	710,97	2,85
120	9,60	-29,58	1601	3,66	29,29	8	-9,27	4,18	135,43	0,2163	0,7984	3,33	0,316	709,02	708,13	2,85
121	10,00	-29,60	1601	3,66	29,29	8	-9,60	4,25	137,82	0,2125	0,7943	3,38	0,313	706,13	705,17	2,90
122	10,00	-29,00	1601	3,66	29,29	8	-9,00	4,11	133,44	0,2195	0,8011	3,30	0,318	703,17	702,27	2,90
123	14,75	-5,02	1601	3,66	29,29	8	-4,34	2,86	92,65	0,3161	0,8863	2,53	0,386	702,17	701,53	1,00
124	36,20	-7,43	1601	3,66	29,29	8	-4,39	2,87	93,22	0,3142	0,8852	2,54	0,385	700,43	698,84	2,00
125	40,00	-7,25	1601	3,66	29,29	8	-5,00	3,07	99,46	0,2945	0,8699	2,67	0,372	697,94	695,94	1,80
126	40,00	-9,40	1601	3,66	29,29	8	-5,40	3,19	103,36	0,2834	0,8603	2,74	0,364	694,34	692,18	2,50
127	47,80	-5,90	1601	3,66	29,29	8	-5,69	3,27	106,10	0,2760	0,8542	2,79	0,359	692,08	689,36	1,00

Continuación apéndice B. Cálculo hidráulico

P.V.	D.H.	S %	No. Hab.	F.H.	q de Diseño	Ø plg.	S % Tubería	Sección llena		q/Q	v/V	Vel. De Diseño	d/D	Cotas Invert		H de Pozo	
								V	Q					Salida	Entrada		
128	A	47,80	-7,99	1601	3,66	29,29	8	-6,74	3,56	115,45	0,2537	0,8341	2,97	0,343	688,76	685,54	1,50
129	130	30,00	-13,07	1601	3,66	29,29	8	-8,40	3,98	128,92	0,2272	0,8092	3,22	0,324	684,14	681,62	2,30
130	131	10,50	-24,29	1601	3,66	29,29	8	-8,57	4,02	130,22	0,2249	0,8065	3,24	0,322	679,97	679,07	2,55
131	132	5,00	-54,80	1601	3,66	29,29	8	-12,80	4,91	159,14	0,1841	0,7632	3,75	0,291	676,97	676,33	3,00
132	133	5,00	-54,60	1601	3,66	29,29	8	-12,60	4,87	157,89	0,1855	0,7647	3,72	0,292	674,23	673,60	3,00
133	134	5,00	-54,60	1601	3,66	29,29	8	-12,60	4,87	157,89	0,1855	0,7647	3,72	0,292	671,50	670,87	3,00
134	135	5,00	-54,80	1601	3,66	29,29	8	-12,80	4,91	159,14	0,1841	0,7632	3,75	0,291	668,77	668,13	3,00
135	136	5,00	-54,60	1601	3,66	29,29	8	-12,60	4,87	157,89	0,1855	0,7647	3,72	0,292	666,03	665,40	3,00
136	137	5,00	-54,60	1601	3,66	29,29	8	-12,60	4,87	157,89	0,1855	0,7647	3,72	0,292	663,30	662,67	3,00
137	138	5,00	-54,60	1601	3,66	29,29	8	-12,60	4,87	157,89	0,1855	0,7647	3,72	0,292	660,57	659,94	3,00
138	139	5,00	-54,80	1601	3,66	29,29	8	-12,80	4,91	159,14	0,1841	0,7632	3,75	0,291	657,84	657,20	3,00
139	140	5,00	-54,60	1601	3,66	29,29	8	-12,60	4,87	157,89	0,1855	0,7647	3,72	0,292	655,10	654,47	3,00
140	141	5,00	-54,60	1601	3,66	29,29	8	-12,60	4,87	157,89	0,1855	0,7647	3,72	0,292	652,37	651,74	3,00
141	142	5,00	-54,60	1601	3,66	29,29	8	-12,60	4,87	157,89	0,1855	0,7647	3,72	0,292	649,64	649,01	3,00
142	143	5,00	-54,80	1601	3,66	29,29	8	-12,80	4,91	159,14	0,1841	0,7632	3,75	0,291	646,91	646,27	3,00
143	144	5,00	-54,60	1601	3,66	29,29	8	-12,60	4,87	157,89	0,1855	0,7647	3,72	0,292	644,17	643,54	3,00
144	Zanjón	3,10	-43,23	1601	3,66	29,29	8	-10,97	4,54	147,31	0,1988	0,7790	3,54	0,302	643,44	643,10	1,00

Fuente: Elaboración propia

Apéndice C. Cálculo geométrico de curvas horizontales, eje central

Curva No.	DH	Inflexión		Grado de curvatura			Radio R	Sub Tang. S-T	Cuerda Maxima CM	Long. Curva LC	Ord. Media OM	External EX	Princ. Curva PC	principio de tang. PT	Sombreado ancho Sa
		GRADOS Δ	MIN	GRAD	MIN	SEG									
1	55,70	25	30	18	53	24	60,66	13,73	26,78	27,00	1,50	1,53	42,20	69,20	1,38
2	94,75	21	30	17	12	60	66,62	12,65	24,85	25,00	1,17	1,19	137,95	162,95	1,27
3	95,80	54	32	28	42	6	39,92	20,58	36,58	38,00	4,44	4,99	227,25	265,25	1,99
4	38,60	50	0	27	2	37	30,00	13,99	25,36	26,18	2,81	3,10	271,76	297,94	2,58
5	101,05	58	45	30	8	42	30,00	16,89	29,43	30,76	3,86	4,43	370,52	401,28	2,58
6	42,98	43	43	24	59	51	45,87	18,40	34,16	35,00	3,30	3,55	411,38	446,38	1,76
7	147,38	39	29	23	17	6	49,21	17,66	33,25	33,91	2,89	3,07	559,30	593,22	1,66
8	151,10	97	9	97	9	0	30,00	34,00	44,99	50,87	10,15	15,34	701,93	752,79	2,58
9	80,33	83	10	37	48	11	30,31	26,90	40,24	44,00	7,64	10,21	785,69	829,69	2,56
10	96,50	94	57	94	57	60	25,00	27,26	36,85	41,43	8,10	11,99	883,48	924,90	3,06
11	80,83	63	24	30	56	37	30,00	18,53	31,53	33,20	4,48	5,26	968,42	1 001,62	2,58
12	664,08	25	51	19	9	53	59,84	13,73	26,77	27,00	1,52	1,56	1 635,60	1 662,60	1,40
13	68,00	73	15	34	53	51	32,85	24,42	39,20	42,00	6,49	8,08	1 696,10	1 738,10	2,38
14	30,75	33	21	20	51	37	35,00	10,48	20,09	20,37	1,47	1,54	1 737,66	1 758,04	2,24
15	24,04	101	9	54	41	32	20,00	24,33	30,90	35,31	7,30	11,49	1 754,24	1 789,54	3,80
16	116,97	81	28	37	2	49	30,95	26,65	40,39	44,00	7,50	9,89	1 866,86	1 910,86	2,51
17	45,85	25	49	19	7	24	59,92	13,73	26,77	27,00	1,51	1,55	1 921,21	1 948,21	1,39
18	40,39	55	7	28	16	54	30,00	15,66	27,76	28,86	3,40	3,84	1 960,67	1 989,53	2,58
19	80,10	112	31	112	31	60	30,00	44,91	49,89	58,91	13,34	24,01	2 025,74	2 084,66	2,58
20	79,80	71	28	34	2	54	25,00	17,99	29,20	31,18	4,71	5,80	2 119,41	2 150,59	3,06
21	80,00	35	16	22	2	30	52,00	16,53	31,50	32,01	2,44	2,56	2 199,00	2 231,00	1,58
22	95,60	40	40	23	55	18	47,90	17,75	33,29	34,00	2,98	3,18	2 293,60	2 327,60	1,70
23	40,50	18	41	16	15	47	70,53	11,60	22,90	23,00	0,94	0,95	2 339,60	2 362,60	1,21
24	113,65	19	52	15	40	30	73,18	12,82	25,25	25,38	1,10	1,11	2 452,06	2 477,44	1,17

Fuente: Elaboración propia

Apéndice D. **Cálculo geométrico de curvas horizontales, tramo No. 1**

Curva No.	DH	Inflexión		Grado de curvatura			Radio	Sub Tang.	Cuerda Maxima	Long. Curva	Ord. Media	External	Princ. Curva	Princ. De tangente	Sobre ancho
		GRAD	MIN	GRAD	MIN	SEG									
		Δ					R	S-T	CM	LC	OM	EX	PC	PT	Sa
1	35,70	49	0	41	48	34	27,42	12,50	22,74	23,45	2,47	2,71	23,98	47,42	2,81
2	82,20	25	0	32	47	13	34,95	7,75	15,13	15,25	0,83	0,85	110,27	125,53	2,25
3	74,00	33	0	29	58	31	38,25	11,33	21,73	22,03	1,58	1,64	180,88	202,92	2,07
4	76,80	25	0	32	47	13	34,95	7,75	15,13	15,25	0,83	0,85	261,07	276,33	2,25
5	74,50	23	0	30	10	50	37,99	7,73	15,15	15,25	0,76	0,78	335,57	350,83	2,08

Fuente: Elaboración propia

Apéndice E. Cálculo geométrico de curvas horizontales, tramo No. 2

Curva No.	DH	Inflexión			Grado de curvatura			Radio	Sub Tang. S-T	Cuerda Maxima CM	Long. Curva LC	Ord. Media OM	External EX	Princ. Curva PC	Punto de Tang. PT	Sobre ancho Sa
		GRAD	MIN	GRAD	MIN	SEG										
		Δ														
30	49,50	12	0	12	38	54	90,72	9,53	18,97	19,00	0,50	0,50	40,00	59,00	0,98	
31	30,70	30	0	20	0	0	57,30	15,35	29,66	30,00	1,95	2,02	65,20	95,20	1,45	
32	73,00	17	40	15	22	44	74,59	11,59	22,91	23,00	0,88	0,90	141,70	164,70	1,15	
33	66,00	19	40	15	44	60	72,83	12,62	24,88	25,00	1,07	1,09	206,70	231,70	1,18	
34	241,86	56	5	28	46	38	39,84	21,22	37,46	39,00	4,68	5,30	441,56	480,56	2,00	
35	83,98	55	19	28	22	3	40,40	21,17	37,50	39,00	4,62	5,21	525,54	564,54	1,97	
36	130,70	13	26	13	26	0	85,30	10,05	19,95	20,00	0,59	0,59	665,74	685,74	1,03	
37	226,02	90	32	90	32	0	25,00	25,23	35,52	39,50	7,40	10,52	882,01	921,51	3,06	
38	92,23	36	49	23	1	37	49,80	16,57	31,45	32,00	2,55	2,69	977,99	1 009,99	1,64	
39	32,50	18	42	16	16	39	70,47	11,60	22,90	23,00	0,94	0,95	21,00	44,00	1,21	

Fuente: Elaboración propia

Apéndice F. Cálculo geométrico de curvas horizontales, tramo No. 3

Curva No.	DH	Inflexión			Grado de curvatura			Radio	Sub Tang.	Cuerda Maxima	Long. Curva	Ord. Media	External	Princ. Curva	Punto de Tang. PT	Sobre ancho Sa
		GRAD	MIN	MIN	GRAD	MIN	SEG									
		Δ					R	S-T	CM	LC	OM	EX	PC			
40	92,43	10	54	12	49	25	89,36	8,53	16,97	17,00	0,40	0,41	83,93	100,93	0,99	
41	32,36	13	9	13	9	60	87,14	10,04	19,96	20,00	0,57	0,58	114,79	134,79	1,01	
42	84,10	45	4	25	2	13	45,77	18,99	35,08	36,00	3,49	3,78	190,89	226,89	1,77	
43	117,70	27	17	18	49	58	60,90	14,78	28,73	29,00	1,72	1,77	312,09	341,09	1,37	
44	52,83	98	28	98	28	60	20,00	23,20	30,30	34,37	6,94	10,63	362,23	396,60	3,80	
45	80,65	47	21	25	36	41	44,77	19,63	35,96	37,00	3,77	4,11	441,57	478,57	1,80	
46	64,55	32	53	20	33	7	55,76	16,45	31,56	32,00	2,28	2,38	508,62	540,62	1,48	
47	44,40	29	27	19	38	0	58,37	15,34	29,67	30,00	1,92	1,98	554,02	584,02	1,43	
48	42,38	43	33	24	53	9	46,05	18,39	34,16	35,00	3,29	3,54	593,90	628,90	1,76	
49	32,50	108	53	108	53	0	20,00	27,98	32,54	38,01	8,37	14,39	13,50	51,50	3,80	

Fuente: Elaboración propia

Apéndice G. **Cálculo geométrico de curvas horizontales, tramo No. 4**

Curva No.	DH	Inflexión		Grado de curvatura			Radio	Sub Tang.	Cuerda Maxima	Long. Curva	Ord. Media	External	Princ. Curva	Princ. De Tangente	Sobre ancho
		GRAD	MIN	GRAD	MIN	SEG									
	156,70														
50	130,27	11	40	12	17	4	93,28	9,53	18,97	19,00	0,48	0,49	120,77	139,77	0,96
51	61,06	16	17	14	48	11	77,41	11,07	21,93	22,00	0,78	0,79	180,33	202,33	1,12
52	58,10	15	20	13	56	22	82,21	11,07	21,93	22,00	0,73	0,74	238,43	260,43	1,06
53	71,80	13	50	13	50	60	82,84	10,05	19,95	20,00	0,60	0,61	311,23	331,23	1,06
54	66,80	16	3	13	57	23	82,11	11,58	22,92	23,00	0,80	0,81	376,53	399,53	1,06
55	53,50	24	41	18	17	2	62,67	13,71	26,79	27,00	1,45	1,48	428,03	455,03	1,34
56	70,49	29	44	19	49	20	57,81	15,35	29,66	30,00	1,94	2,00	497,02	527,02	1,44
57	105,07	56	18	28	51	17	39,71	21,25	37,47	39,02	4,70	5,33	597,58	636,60	2,00
58	51,60	25	18	18	44	27	61,15	13,72	26,78	27,00	1,48	1,52	655,19	682,19	1,37

Fuente: Elaboración propia

Apéndice H. Cálculo geométrico de curvas horizontales, tramo No. 5

Curva No.	DH	Inflexión			Grado de curvatura			Radio	Sub Tang.	Cuerda Maxima	Long. Curva	Ord. Media	External	Princ. Curva	Princ. De Tangente	Sobre ancho
		GRAD	MIN	GRAD	MIN	SEG	R									
			Δ													
	112,18															
59	81,35	31	14	20	49	28	55,03	15,38	29,63	30,00	2,03	2,11	66,35	96,35	1,50	
60	143,33	64	22	31	23	57	36,51	22,98	38,90	41,02	5,61	6,63	204,17	245,19	2,16	
61	77,33	20	48	16	38	24	68,87	12,64	24,86	25,00	1,13	1,15	289,51	314,51	1,24	
62	43,76	22	40	17	26	9	65,72	13,17	25,83	26,00	1,28	1,31	332,77	358,77	1,29	

Fuente: Elaboración propia

Apéndice I. **Cálculo geométrico de curvas horizontales, tramo No. 6**

Curva No.	DH	Inflexión			Grado de curvatura			Radio	Sub Tang. S-T	Cuerda Maxima CM	Long. Curva LC	Ord. Media OM	External	Princ. Curva PC	Princ. De Tangente PT	Sobre ancho Sa
		GRAD	MIN	MIN	GRAD	MIN	SEG									
	37,53															
63	80,93	30	0	20	0	0	57,30	15,35	29,66	30,00	1,95	2,02	65,93	95,93	1,45	
64	77,76	82	31	37	30	27	30,55	26,80	40,29	44,00	7,58	10,09	136,69	180,69	2,54	
65	56,24	85	39	85	39	60	30,00	27,80	40,79	44,85	8,00	10,90	192,51	237,35	2,58	
66	62,04	47	38	25	45	52	44,51	19,64	35,94	37,00	3,79	4,14	258,47	295,47	1,81	
	37,53															
67	80,93	29	60	19	60	60	18,00	4,82	9,32	40,53	0,61	0,63	60,67	101,20	4,21	
68	56,87	26	42	18	25	50	62,23	14,77	28,74	29,00	1,68	1,73	42,37	71,37	1,35	
69	85,16	22	42	17	28	42	65,63	13,17	25,83	26,00	1,28	1,31	129,03	155,03	1,29	
70	90,10	39	43	23	25	22	48,92	17,67	33,24	33,91	2,91	3,09	215,17	249,09	1,66	

Fuente: Elaboración propia

ANEXOS

Anexo A. **Ensayo de compactación**

Anexo B. **Ensayo de razón soporte California**

Anexo C. **Análisis granulométrico**

Anexo D. **Ensayo de límites de Atterberg**

Anexo A. Ensayo de compactación

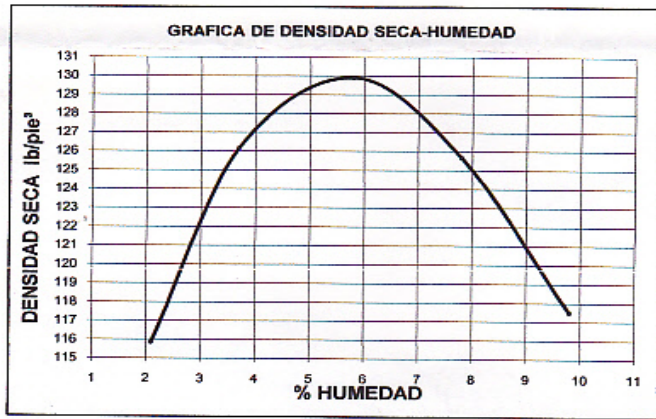


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 19148

INFORME No. 0171 S.S. O.T. No.: 28,235
 Interesado: David Natividad Pérez De León
 Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: () Norma:
 Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180
 Proyecto: EPS-Ampliación y mejoramiento de camino rural del Caserío Tuiledrillo, Municipio de Ixchiguán,
 Departamento de San Marcos.
 Ubicación: Municipio de Ixchiguán, San Marcos.
 Fecha: 20 de mayo de 2011



Muestra No.: 1
 Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limosa color café.
 Densidad seca máxima γ_d : 2,083 Kg/m³ 130 lb/pe³
 Humedad óptima Hop.: 5.7 %
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Teima Maricela Canto Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



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

Anexo B. Ensayo de razón soporte California



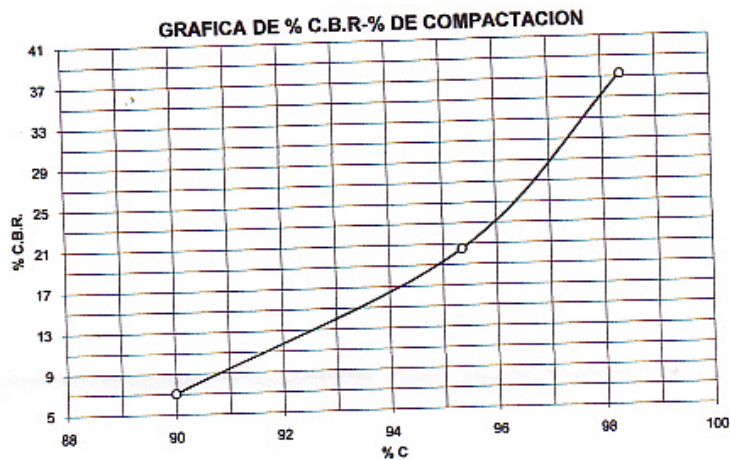
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19149

INFORME No.: 0172 S.S. O.T. No.: 28,235
 Interesado: David Natividad Pérez De León
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O.T-193
 Proyecto: EPS-Ampliación y mejoramiento de camino rural del Caserío Tuiladrillo, Municipio de Ixchiguan,
 Departamento de San Marcos.
 Ubicación: Municipio de Ixchiguan, San Marcos.
 Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limosa color café.
 Muestra No.: 1
 Fecha: 20 de mayo de 2011

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d b/ple ³			
1	10	5.50	117.0	90.0	0.00	7.1
2	30	5.50	124.0	95.4	0.00	20.5
3	65	5.50	127.9	98.4	0.00	37.3



Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CI/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



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

Anexo C. Análisis granulométrico



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



Nº 19150

INFORME No. 0173 S.S.

O.T. No. 28,235

Interesado: David Natividad Pérez De León

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11

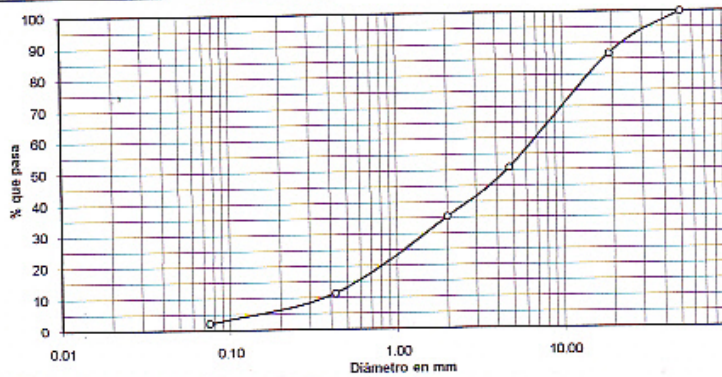
Proyecto: EPS-Ampliación y mejoramiento de camino rural del Caserío Tuiladrillo, Municipio de Ixchiguán, Departamento de San Marcos.

Ubicación: Municipio de Ixchiguán, San Marcos.

Fecha: 20 de mayo de 2011

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.80	100.00
3/4"	19	86.67
4	4.75	50.88
10	2	35.47
40	0.425	11.48
200	0.075	2.16

% de Grava: 49.12
% de Arena: 48.72
% de finos: 2.16



Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limosa color café.
Clasificación: S.C.U.: GP P.R.A.: A-1-a
Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,
Vo. Bo. 
Inga. Telma Marcela Cano Morales
DIRECTORA CIUSAC




Ing. Oñar Enrique Meckano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Ext. 88208 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Anexo D. Ensayo de límites de Atterberg



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



Nº 19151

INFORME No. 0174 S.S. O.T.: 28,235

Interesado: David Natividad Pérez De León
Proyecto: EPS-Ampliación y mejoramiento de camino rural del Caserío Tuitadrillo, Municipio de Ixchigán,
Departamento de San Marcos.
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90
Ubicación: Municipio de Ixchigán, San Marcos.
FECHA: 20 de mayo de 2011

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION*	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	0.0	0.0	SM	Fragmentos de roca con arena limosa color café.

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

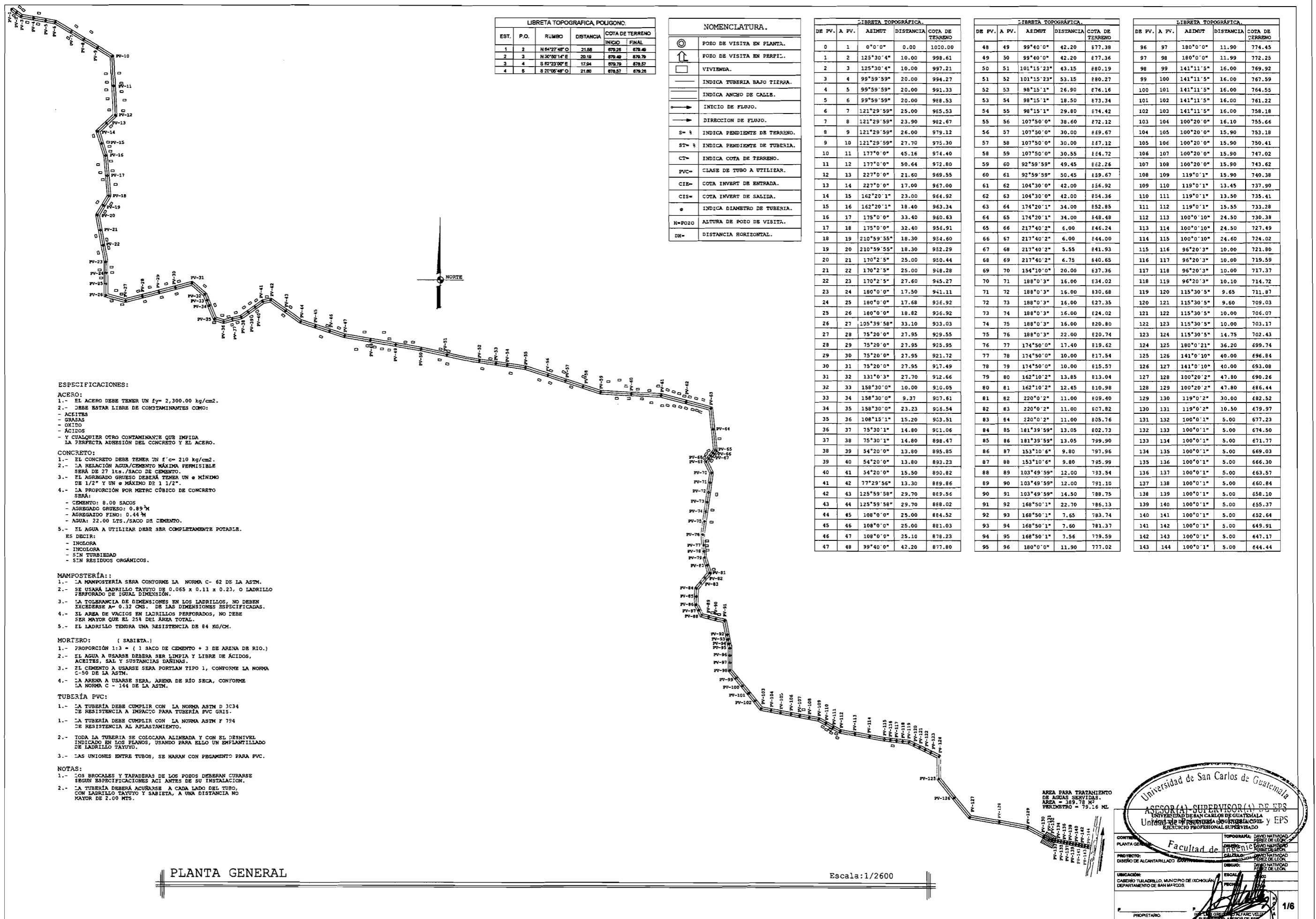
Vo. Bo.

Inga. Telma Marcela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medina Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





LIBRETA TOPOGRAFICA POLIGONO.					
EST.	P.O.	RUMBO	DISTANCIA	COTA DE TERRENO	
			INICIO	FINAL	
1	2	N 64°27'48" O	21.58	879.25	879.48
2	3	N 30°50'14" E	20.18	879.48	879.79
3	4	S 89°23'00" E	17.94	879.79	879.57
4	5	S 70°06'48" O	21.80	879.57	879.25

NOMENCLATURA.	
	POZO DE VISITA EN PLANTA.
	POZO DE VISITA EN PERFIL.
	VIVIENDA.
	INDICA TUBERIA BAJO TIERRA.
	INDICA ANCHO DE CALLE.
	INICIO DE FLUJO.
	DIRECCION DE FLUJO.
$S = \%$	INDICA PENDIENTE DE TERRENO.
$ST = \%$	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA.
CT =	INDICA COTA DE TERRENO.
PVC =	CLASE DE TUBO A UTILIZAR.
CIE =	COTA INVERT DE ENTRADA.
CIS =	COTA INVERT DE SALIDA.
ϕ	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA.
H = POZO	ALTURA DE POZO DE VISITA.
DH =	DISTANCIA HORIZONTAL.

LIBRETA TOPOGRAFICA.				
DE PV.	A PV.	ASIMUT	DISTANCIA	COTA DE TERRENO
0	1	0°0'0"	0.00	1020.00
1	2	125°30'4"	10.00	998.61
2	3	125°30'4"	10.00	997.21
3	4	99°59'59"	20.00	994.27
4	5	99°59'59"	20.00	991.33
5	6	99°59'59"	20.00	988.53
6	7	121°29'59"	25.00	985.53
7	8	121°29'59"	23.90	982.67
8	9	121°29'59"	26.00	979.12
9	10	121°29'59"	27.70	975.30
10	11	177°0'0"	45.16	974.40
11	12	177°0'0"	50.64	972.80
12	13	227°0'0"	21.60	969.55
13	14	227°0'0"	17.00	967.00
14	15	162°20'1"	23.00	964.92
15	16	162°20'1"	18.40	963.34
16	17	175°0'0"	33.40	960.63
17	18	175°0'0"	32.40	956.91
18	19	210°59'55"	18.30	954.60
19	20	210°59'55"	18.30	952.29
20	21	170°2'5"	25.00	950.44
21	22	170°2'5"	25.00	948.28
22	23	170°2'5"	27.60	945.27
23	24	180°0'0"	17.50	941.11
24	25	180°0'0"	17.68	936.92
25	26	180°0'0"	18.82	936.92
26	27	105°39'58"	33.10	933.03
27	28	75°20'0"	27.95	929.55
28	29	75°20'0"	27.95	925.95
29	30	75°20'0"	27.95	921.72
30	31	75°20'0"	27.95	917.49
31	32	131°0'3"	27.70	912.66
32	33	158°30'0"	10.00	910.05
33	34	158°30'0"	9.37	907.61
34	35	158°30'0"	23.23	905.54
35	36	108°15'1"	15.20	903.51
36	37	75°30'1"	14.80	901.06
37	38	75°30'1"	14.80	898.47
38	39	54°20'0"	13.80	895.85
39	40	54°20'0"	13.80	893.23
40	41	54°20'0"	15.50	890.82
41	42	77°29'56"	13.30	889.86
42	43	125°59'58"	29.70	889.56
43	44	125°59'58"	29.70	888.02
44	45	108°0'0"	25.00	884.52
45	46	108°0'0"	25.00	881.03
46	47	108°0'0"	25.10	878.23
47	48	99°40'0"	42.20	877.80

LIBRETA TOPOGRAFICA.				
DE PV.	A PV.	ASIMUT	DISTANCIA	COTA DE TERRENO
48	49	99°40'0"	42.20	877.38
49	50	99°40'0"	42.20	877.36
50	51	101°15'23"	43.15	880.19
51	52	101°15'23"	53.15	880.27
52	53	98°15'1"	26.90	876.16
53	54	98°15'1"	18.50	873.34
54	55	98°15'1"	29.80	874.42
55	56	107°50'0"	38.60	872.12
56	57	107°50'0"	30.00	869.67
57	58	107°50'0"	30.00	867.12
58	59	107°50'0"	30.55	864.72
59	60	92°59'59"	49.45	862.26
60	61	92°59'59"	50.45	859.67
61	62	104°30'0"	42.00	856.92
62	63	104°30'0"	42.00	854.36
63	64	174°20'1"	34.00	852.85
64	65	174°20'1"	34.00	848.48
65	66	217°40'2"	6.00	846.24
66	67	217°40'2"	6.00	844.00
67	68	217°40'2"	5.55	841.93
68	69	217°40'2"	6.75	840.65
69	70	154°10'0"	20.00	837.36
70	71	188°0'3"	16.00	834.02
71	72	188°0'3"	16.00	830.68
72	73	188°0'3"	16.00	827.35
73	74	188°0'3"	16.00	824.02
74	75	188°0'3"	16.00	820.80
75	76	188°0'3"	22.00	820.74
76	77	174°50'0"	17.40	819.62
77	78	174°50'0"	10.00	817.54
78	79	174°50'0"	10.00	815.57
79	80	162°10'2"	13.85	813.04
80	81	162°10'2"	12.45	810.98
81	82	220°0'2"	11.00	809.40
82	83	220°0'2"	11.00	807.82
83	84	220°0'2"	11.00	805.76
84	85	181°39'59"	13.05	802.73
85	86	181°39'59"	13.05	799.90
86	87	153°10'6"	9.80	797.96
87	88	153°10'6"	9.80	795.99
88	89	103°49'59"	12.00	793.54
89	90	103°49'59"	12.00	791.10
90	91	103°49'59"	14.50	788.75
91	92	168°50'1"	22.70	786.13
92	93	168°50'1"	7.65	783.74
93	94	168°50'1"	7.60	781.37
94	95	168°50'1"	7.56	779.59
95	96	180°0'0"	11.90	777.02

LIBRETA TOPOGRAFICA.				
DE PV.	A PV.	ASIMUT	DISTANCIA	COTA DE TERRENO
96	97	180°0'0"	11.90	774.45
97	98	180°0'0"	11.99	772.25
98	99	141°11'5"	16.00	769.92
99	100	141°11'5"	16.00	767.59
100	101	141°11'5"	16.00	764.55
101	102	141°11'5"	16.00	761.22
102	103	141°11'5"	16.00	758.18
103	104	100°20'0"	16.10	755.66
104	105	100°20'0"	15.90	753.18
105	106	100°20'0"	15.90	750.41
106	107	100°20'0"	15.90	747.02
107	108	100°20'0"	15.90	743.62
108	109	119°0'1"	15.90	740.38
109	110	119°0'1"	13.45	737.90
110	111	119°0'1"	13.50	735.41
111	112	119°0'1"	15.55	733.28
112	113	100°0'10"	24.50	730.38
113	114	100°0'10"	24.50	727.49
114	115	100°0'10"	24.60	724.02
115	116	96°20'3"	10.00	721.80
116	117	96°20'3"	10.00	719.59
117	118	96°20'3"	10.00	717.37
118	119	96°20'3"	10.10	714.72
119	120	115°30'5"	9.65	711.87
120	121	115°30'5"	9.60	709.03
121	122	115°30'5"	10.00	706.07
122	123	115°30'5"	10.00	703.17
123	124	115°30'5"	14.75	702.43
124	125	180°0'21"	36.20	699.74
125	126	141°0'10"	40.00	696.84
126	127	141°0'10"	40.00	693.08
127	128	100°20'2"	47.80	690.26
128	129	100°20'2"	47.80	686.44
129	130	119°0'2"	30.00	682.52
130	131	119°0'2"	10.50	679.97
131	132	100°0'1"	5.00	677.23
132	133	100°0'1"	5.00	674.50
133	134	100°0'1"	5.00	671.77
134	135	100°0'1"	5.00	669.03
135	136	100°0'1"	5.00	666.30
136	137	100°0'1"	5.00	663.57
137	138	100°0'1"	5.00	660.84
138	139	100°0'1"	5.00	658.10
139	140	100°0'1"	5.00	655.37
140	141	100°0'1"	5.00	652.64
141	142	100°0'1"	5.00	649.91
142	143	100°0'1"	5.00	647.17
143	144	100°0'1"	5.00	644.44

- ESPECIFICACIONES:**
- ACERO:**
- EL ACERO DEBE TENER UN $f_y = 2,300.00 \text{ kg/cm}^2$.
 - DEBE ESTAR LIBRE DE CONTAMINANTES COMO:
 - ACEITES
 - GRASAS
 - OXIDO
 - ACIDOS
 - Y CUALQUIER OTRO CONTAMINANTE QUE IMPIDA LA PERFECTA ADRESION DEL CONCRETO Y EL ACERO.
- CONCRETO:**
- EL CONCRETO DEBE TENER UN $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
 - LA RELACION AGUA/CEMENTO MÁXIMA PERMISIBLE SERÁ DE 27 Lts./SACO DE CEMENTO.
 - EL AGRGADO GRUESO DEBERÁ TENER UN ϕ MÍNIMO DE 1/2" Y UN ϕ MÁXIMO DE 1 1/2".
 - LA PROPORCION POR METRO CÚBICO DE CONCRETO SERÁ:
 - CEMENTO: 8.00 SACOS
 - AGREGADO GRUESO: 0.89 M³
 - AGREGADO FINO: 0.44 M³
 - AGUA: 22.00 LITS./SACO DE CEMENTO.
 - EL AGUA A UTILIZAR DEBE SER COMPLETAMENTE POTABLE.
- ES DECIR:
- INGLORA
 - INCOLORA
 - SIN TURBIDIDAD
 - SIN RESIDUOS ORGANICOS.
- MAMPOSTERIA:**
- LA MAMPOSTERIA SERA CONFORME LA NORMA C- 62 DE LA ASTM.
 - SE USARÁ LADRILLO TAYUO DE 0.065 x 0.11 x 0.23, O LADRILLO PERFORADO DE IGUAL DIMENSION.
 - LA TOLERANCIA DE DIMENSIONES EN LOS LADRILLOS, NO DEBEN EXCEDERSE A 0.32 CMS. DE LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS.
 - EL AREA DE VACIOS EN LADRILLOS PERFORADOS, NO DEBE SER MAYOR QUE EL 25% DEL AREA TOTAL.
 - EL LADRILLO TENDRA UNA RESISTENCIA DE 84 KG/CM.
- MORTERO:** (SABIETA.)
- PROPORCIÓN 1:3 = (1 SACO DE CEMENTO + 3 DE ARENA DE RIO.)
 - EL AGUA A USARSE DEBERA SER LIMPIA Y LIBRE DE ACIDOS, ACEITES, SAL Y SUSTANCIAS DAÑINAS.
 - EL CEMENTO A USARSE SERA PORTLAN TIPO 1, CONFORME LA NORMA C-50 DE LA ASTM.
 - LA ARENA A USARSE SERA, ARENA DE RIO SECA, CONFORME LA NORMA C - 144 DE LA ASTM.
- TUBERIA PVC:**
- LA TUBERIA DEBE CUMPLIR CON LA NORMA ASTM D 3034 DE RESISTENCIA A IMPACTO PARA TUBERIA PVC GRIS.
 - LA TUBERIA DEBE CUMPLIR CON LA NORMA ASTM F 794 DE RESISTENCIA AL APLAZAMIENTO.
 - TODA LA TUBERIA SE COLOCARA ALINEADA Y CON EL DESNIVEL INDICADO EN LOS PLANOS, USANDO PARA ELLO UN ENPLANTILLADO DE LADRILLO TAYUO.
 - LAS UNIONES ENTRE TUBOS, SE HARAN CON PEGAMENTO PARA PVC.
- NOTAS:**
- LOS BROCALES Y TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN CURARSE SEGUN ESPECIFICACIONES ACI ANTES DE SU INSTALACION.
 - LA TUBERIA DEBERA ACURARSE A CADA LADO DEL TUBO, CON LADRILLO TAYUO Y SABIETA, A UNA DISTANCIA NO MAYOR DE 2.00 MTS.

PLANTA GENERAL

Escala: 1/2600

AREA PARA TRAZAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS.
AREA = 389.78 M²
PERIMETRO = 79.16 ML.

Universidad de San Carlos de Guatemala

ASCCOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS

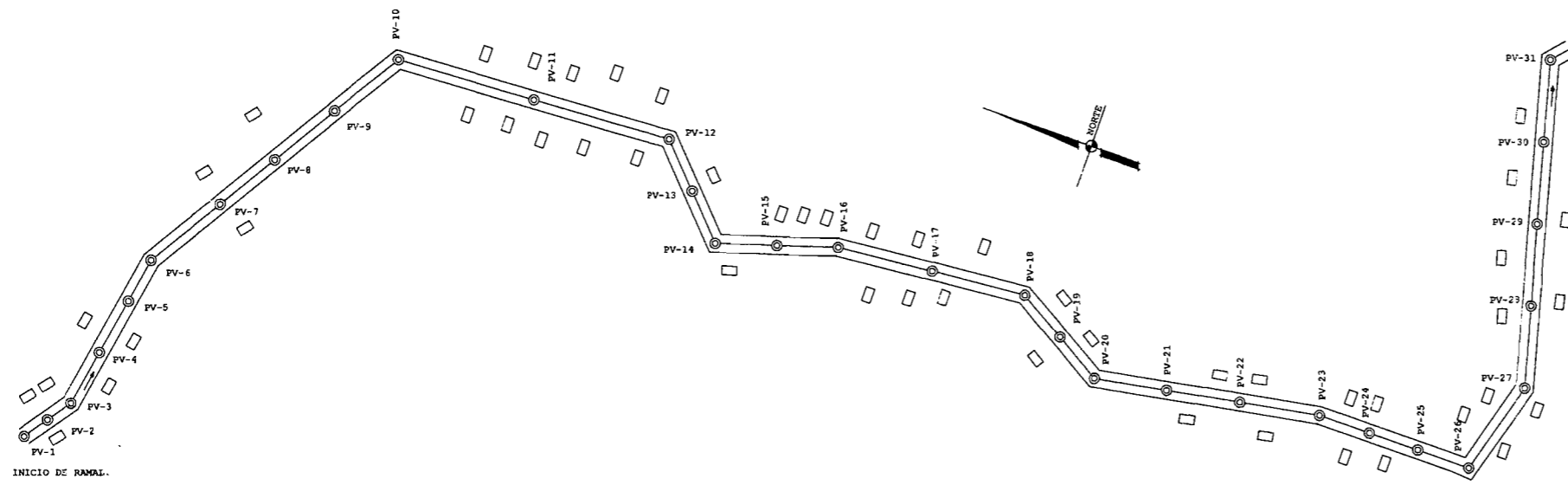
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería y EPS

PROYECTO: DISEÑO DE ALICANTILLADO PARA EL CAMBIO DE LADRILLO MANIPULO DE INCHOLLA DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

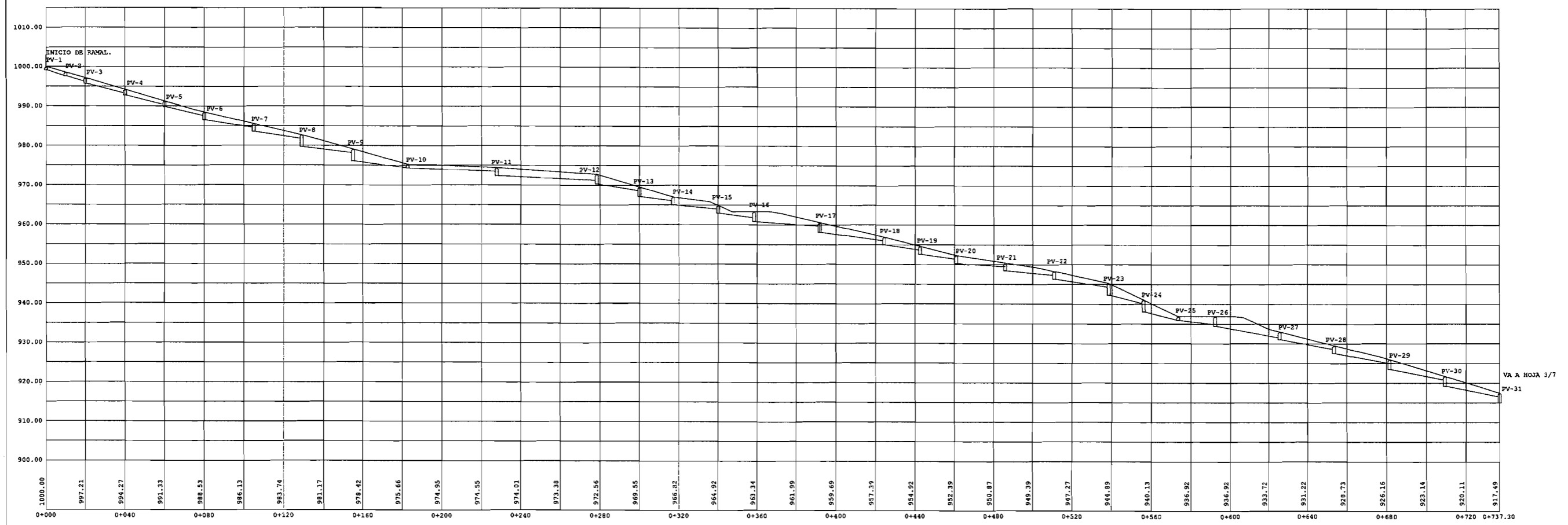
ESCALA: 1/2600

PROPIETARIO: INGENIERO CARLOS VESTI



VA A HOJA 3/7

DATOS DE POZOS DE VISITA										
DE PV.	A PV.	COTA DE TERRENO	H. POZO	CIE	CIS	S †	ST †	L (m)	e TUBERIA	No. TUBOS
0	1	1000.00	0.95	0.00	999.10	0.00	0.00	0.00	0"	0.00
1	2	998.61	1.05	997.71	997.61	-13.90	-13.90	10.00	6"	2.00
2	3	997.21	1.55	995.31	995.71	-14.00	-13.00	10.00	6"	2.00
3	4	994.27	1.55	993.37	992.77	-14.70	-11.70	20.00	6"	4.00
4	5	991.33	1.55	990.43	989.83	-14.70	-11.70	20.00	6"	4.00
5	6	988.53	2.05	987.63	986.53	-14.00	-11.00	20.00	6"	4.00
6	7	985.53	2.05	984.63	983.53	-12.00	-7.60	25.00	6"	5.00
7	8	982.67	3.05	981.77	979.67	-11.97	-7.36	23.96	6"	4.00
8	9	979.12	3.05	978.22	976.12	-13.65	-5.58	26.05	6"	5.00
9	10	975.30	1.05	974.40	974.30	-13.79	-6.21	27.70	6"	5.00
10	11	974.40	2.05	973.50	972.40	-1.99	-1.77	45.16	6"	8.00
11	12	972.80	2.55	971.30	970.30	-3.16	-2.17	50.64	6"	9.00
12	13	969.55	2.55	968.65	967.05	-13.05	-7.64	21.60	6"	4.00
13	14	967.00	2.05	966.10	965.00	-15.00	-5.59	17.05	6"	3.00
14	15	964.92	2.05	964.02	962.92	-9.04	-4.26	23.00	6"	4.00
15	16	963.34	2.55	961.84	960.84	-8.59	-5.87	18.40	6"	4.00
16	17	960.63	2.55	959.73	958.13	-8.11	-3.32	33.40	6"	6.00
17	18	956.91	2.05	956.01	954.91	-11.48	-6.54	32.40	6"	5.00
18	19	954.60	2.05	953.70	952.60	-12.62	-6.61	19.30	6"	4.00
19	20	952.29	2.05	951.39	950.29	-12.62	-6.61	18.30	6"	4.00
20	21	950.44	2.05	949.54	948.44	-7.40	-3.00	25.00	6"	5.00
21	22	948.28	2.05	947.38	946.28	-8.64	-4.24	25.00	6"	5.00
22	23	945.27	3.05	944.37	942.27	-10.91	-6.92	27.60	6"	5.00
23	24	942.11	3.05	940.21	938.11	-23.77	-11.77	17.50	6"	3.00
24	25	936.92	1.05	936.02	935.92	-23.70	-11.82	17.69	6"	3.00
25	26	936.92	2.55	934.92	934.42	0.00	-5.31	18.82	6"	4.00
26	27	933.03	2.05	931.53	931.03	-11.75	-8.73	33.10	6"	6.00
27	28	929.55	2.05	928.65	927.55	-12.45	-8.52	27.95	6"	5.00
28	29	925.95	2.55	925.05	923.45	-12.88	-8.94	27.95	6"	5.00
29	30	921.72	2.55	920.82	919.22	-15.13	-9.41	27.95	6"	5.00
30	31	917.49	2.55	916.59	914.99	-15.13	-9.41	27.95	8"	5.00



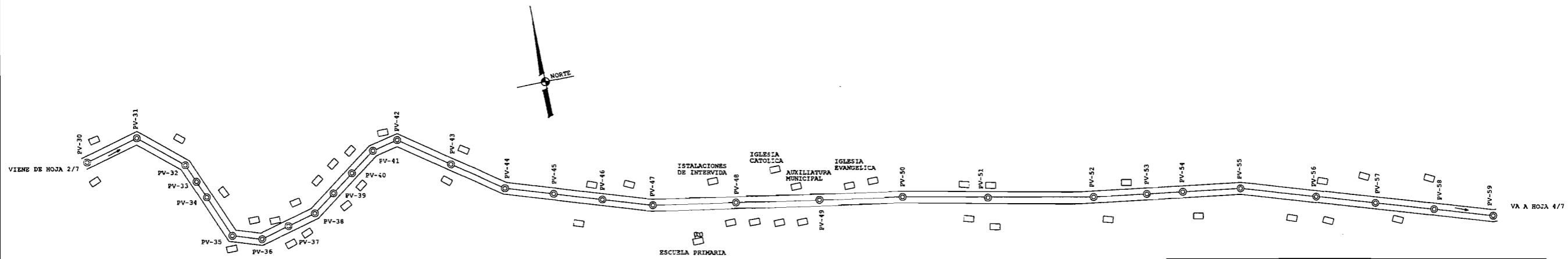
PLANTA PERFIL
DE PV-1 A PV-31

Escala:
Horizontal= 1/1000
Vertical= 1/500

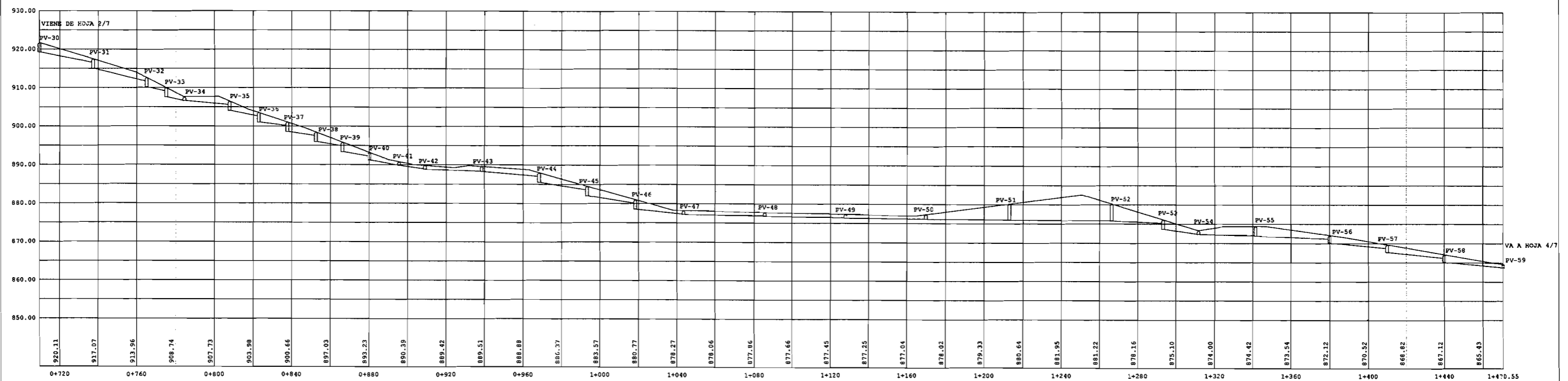
Universidad de San Carlos de Guatemala
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA - INGENIERIA CIVIL
 ASesor(A) SUPERVISOR(A)
 Unidad de Prácticas de Ingeniería

PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTALLADO SANITARIO
 CÁLCULO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
 DIBUJO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
 FECHA: 21/05/2024
 ESCALA: 1/500

PROPIETARIO:



DATOS DE POZOS DE VISITA										
DE PV.	A PV.	COTA DE TUBERIA	H. POZO	CIE	CIS	S %	ST #	L (m)	Ø TUBERIA	No. TUBOS
29	30	921.72	2.55	920.82	919.22	-15.13	-9.41	27.95	6"	5.00
30	31	917.49	2.55	916.58	914.88	-15.13	-9.41	27.85	8"	5.00
31	32	912.66	2.55	911.76	910.16	-17.44	-11.66	27.70	8"	5.00
32	33	910.05	2.55	909.15	907.55	-26.10	-10.10	10.00	8"	2.00
33	34	907.41	1.05	906.71	906.61	-26.04	-8.96	9.37	8"	2.00
34	35	906.54	2.55	905.64	904.04	-4.61	-4.18	23.23	8"	4.00
35	36	903.51	2.55	902.61	901.11	-19.93	-9.41	15.29	8"	3.00
36	37	901.06	2.55	900.16	898.56	-16.55	-5.74	14.89	8"	3.00
37	38	898.47	2.55	897.57	895.97	-17.50	-6.69	14.80	8"	3.00
38	39	895.85	2.55	894.95	893.35	-18.99	-7.39	13.89	8"	3.00
39	40	893.23	2.05	892.33	891.23	-18.99	-7.39	13.89	8"	3.00
40	41	890.82	1.05	889.92	889.12	-15.55	-8.45	15.30	8"	3.00
41	42	889.86	1.05	888.96	888.56	-7.22	-6.47	13.39	8"	3.00
42	43	889.56	1.35	888.36	888.26	-1.01	-1.68	29.70	8"	5.00
43	44	889.02	2.55	887.12	885.32	-5.19	-3.84	29.70	8"	5.00
44	45	884.52	2.55	882.62	882.02	-14.00	-7.60	25.00	8"	5.00
45	46	881.03	2.55	880.13	878.53	-13.96	-7.56	25.00	8"	5.00
46	47	878.23	1.05	877.33	877.23	-11.16	-4.78	25.19	8"	5.00
47	48	877.80	1.05	876.90	876.80	-1.02	-0.78	42.20	8"	8.00
48	49	877.38	1.05	876.48	876.38	-1.00	-0.76	42.20	8"	8.00
49	50	877.35	1.25	876.21	876.16	-0.05	-0.40	42.20	8"	8.00
50	51	880.19	4.23	876.04	875.99	6.56	-0.28	43.15	8"	8.00
51	52	880.27	4.50	875.87	875.82	0.15	-0.23	53.15	8"	9.00
52	53	876.16	2.55	875.26	873.66	-15.28	-2.08	26.90	8"	5.00
53	54	873.34	1.05	872.44	872.34	-15.24	-6.59	18.50	8"	4.00
54	55	874.42	2.55	872.02	871.92	3.62	-1.07	29.89	8"	5.00
55	56	872.12	2.05	871.22	870.12	-5.96	-1.81	38.89	8"	7.00
56	57	869.67	2.05	868.77	867.67	-8.17	-4.50	39.00	8"	5.00
57	58	867.12	2.05	866.22	865.12	-8.50	-4.83	30.00	8"	5.00
58	59	864.72	1.05	863.82	863.72	-7.86	-4.26	30.55	8"	6.00



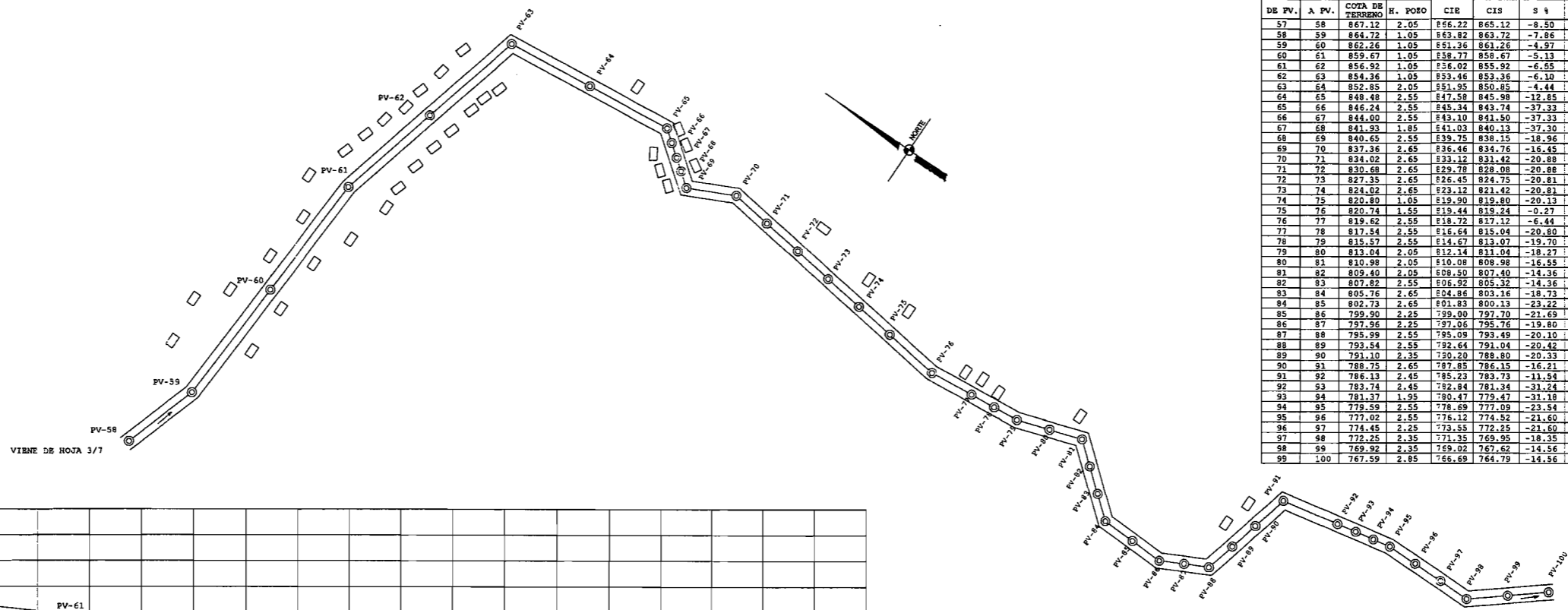
PLANTA PERFIL
DE PV-30 A PV-59

Escala:
Horizontal= 1/1000
Vertical= 1/500

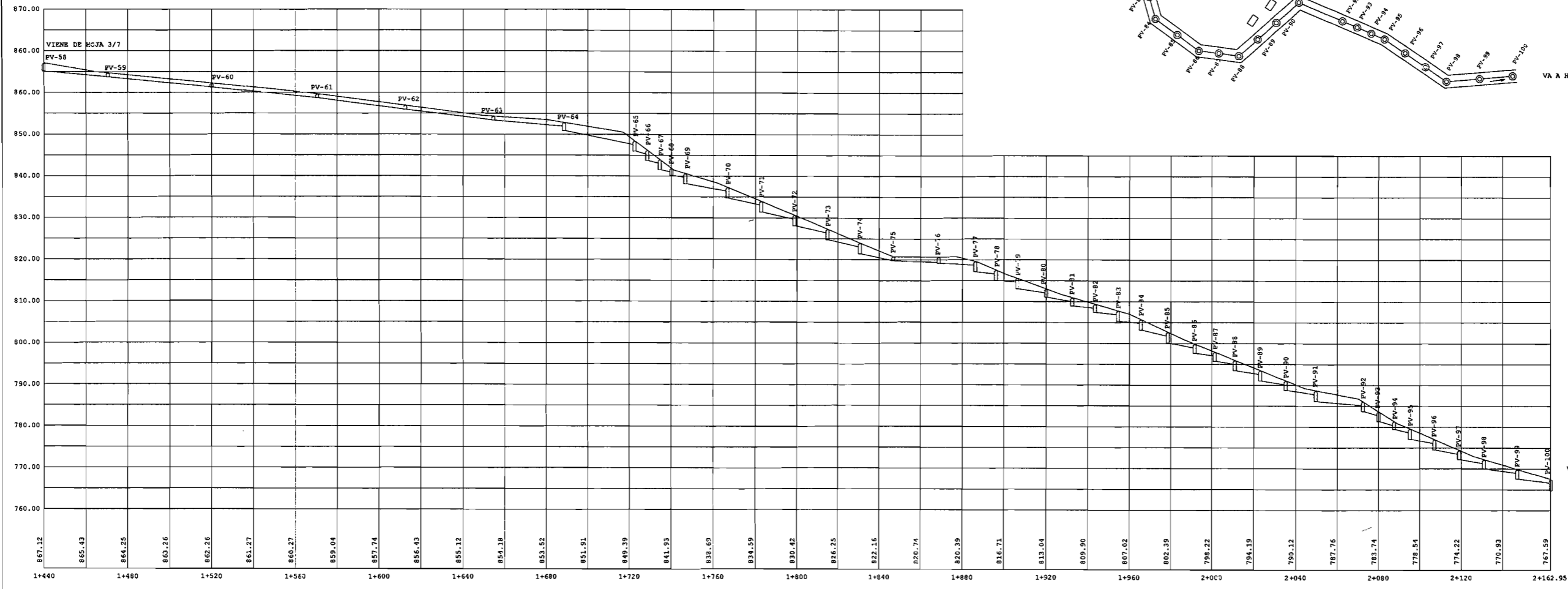
Universidad de San Carlos de Guatemala
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA - INGENIERIA CIVIL
 ASESOR(A) SUPERVISOR(A)
 CONTINENTE: GUATEMALA TOPOGRAFIA: DAVID NATHAN PÉREZ DE LEÓN
 PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO CÁLCULO: DAVID NATHAN PÉREZ DE LEÓN
 DISEÑO: DAVID NATHAN PÉREZ DE LEÓN
 DISEÑO: DAVID NATHAN PÉREZ DE LEÓN
 DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS
 FECHA: 2011

PROPIETARIO:

3/6



DATOS DE POZOS DE VISITA										
DE PV.	A PV.	COZA DE TERRENO	H. POZO	CIR	CIS	S %	ST %	L (m)	TUBERIA	No. TUBOS
57	58	867.12	2.05	866.22	865.12	-8.50	-4.83	30.00	8"	5.00
58	59	864.72	1.05	863.82	863.72	-7.86	-4.26	30.55	8"	6.00
59	60	862.26	1.05	861.36	861.26	-4.97	-4.77	49.45	8"	9.00
60	61	859.67	1.05	858.77	858.67	-5.13	-4.94	50.45	8"	9.00
61	62	856.92	1.05	856.02	855.92	-6.55	-6.31	42.00	8"	7.00
62	63	854.36	1.05	853.46	853.36	-6.10	-5.86	42.00	8"	7.00
63	64	852.85	2.05	851.95	850.85	-4.44	-4.15	34.00	8"	6.00
64	65	848.48	2.55	847.58	845.98	-12.85	-9.62	34.00	8"	6.00
65	66	846.24	2.55	845.34	843.74	-37.33	-10.67	6.00	8"	1.00
66	67	844.00	2.55	843.10	841.50	-37.33	-10.67	6.00	8"	1.00
67	68	841.93	1.85	841.03	840.13	-37.30	-8.47	5.55	8"	1.00
68	69	840.63	2.55	839.73	838.15	-18.26	-5.63	6.75	8"	2.00
69	70	837.36	2.65	836.46	834.76	-16.45	-8.45	20.00	8"	4.00
70	71	834.02	2.65	833.12	831.42	-20.88	-10.25	16.00	8"	3.00
71	72	830.68	2.65	829.78	828.08	-20.88	-10.25	16.00	8"	3.00
72	73	827.35	2.65	826.45	824.75	-20.81	-10.19	16.00	8"	3.00
73	74	824.02	2.65	823.12	821.42	-20.81	-10.19	16.00	8"	3.00
74	75	820.80	1.05	819.90	819.24	-9.50	-9.50	16.00	8"	3.00
75	76	820.74	1.55	819.44	819.24	-0.27	-1.64	22.00	8"	4.00
76	77	819.62	2.55	818.72	817.12	-6.44	-2.99	17.40	8"	3.00
77	78	817.54	2.55	816.64	815.04	-20.80	-4.80	10.00	8"	2.00
78	79	815.57	2.55	814.67	813.07	-19.70	-3.70	10.00	8"	2.00
79	80	813.04	2.05	812.14	811.04	-18.27	-6.71	13.85	8"	3.00
80	81	810.98	2.05	810.08	808.98	-16.55	-7.73	12.45	8"	3.00
81	82	809.40	2.05	808.50	807.40	-14.36	-4.36	11.00	8"	2.00
82	83	807.82	2.55	806.92	805.32	-14.36	-4.36	11.00	8"	2.00
83	84	805.76	2.65	804.86	803.16	-18.73	-4.18	11.00	8"	2.00
84	85	802.73	2.65	801.83	800.13	-23.22	-10.19	13.05	8"	3.00
85	86	799.50	2.25	798.00	797.70	-21.69	-8.66	13.05	8"	3.00
86	87	797.96	2.25	797.05	795.76	-19.80	-6.53	9.80	8"	2.00
87	88	795.99	2.55	795.09	793.49	-20.10	-6.84	9.80	8"	2.00
88	89	793.54	2.55	792.64	791.04	-20.42	-7.08	12.00	8"	2.00
89	90	791.10	2.35	790.20	788.80	-20.33	-7.00	12.00	8"	2.00
90	91	788.75	2.65	787.85	786.15	-16.21	-6.55	14.50	8"	3.00
91	92	786.13	2.45	785.23	783.73	-11.54	-4.05	22.70	8"	4.00
92	93	783.74	2.45	782.84	781.34	-31.24	-13.63	7.65	8"	2.00
93	94	781.37	1.95	780.47	779.47	-31.18	-11.45	7.60	8"	2.00
94	95	779.59	2.55	778.69	777.09	-23.54	-10.32	7.56	8"	2.00
95	96	777.02	2.55	776.12	774.52	-21.60	-8.15	11.90	8"	2.00
96	97	774.45	2.25	773.55	772.25	-20.60	-8.15	11.90	8"	2.00
97	98	772.25	2.35	771.35	769.95	-18.35	-7.51	11.99	8"	2.00
98	99	769.92	2.35	769.02	767.62	-14.56	-5.81	16.00	8"	3.00
99	100	767.59	2.85	766.69	764.79	-14.56	-5.81	16.00	8"	3.00

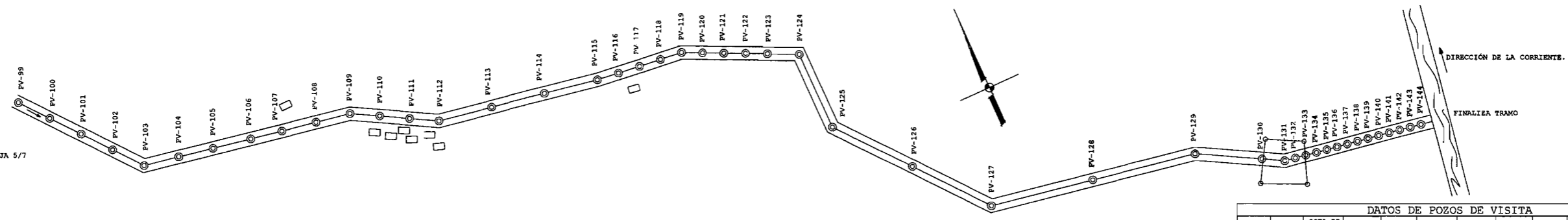


PLANTA PERFIL
DE PV-58 A PV-100

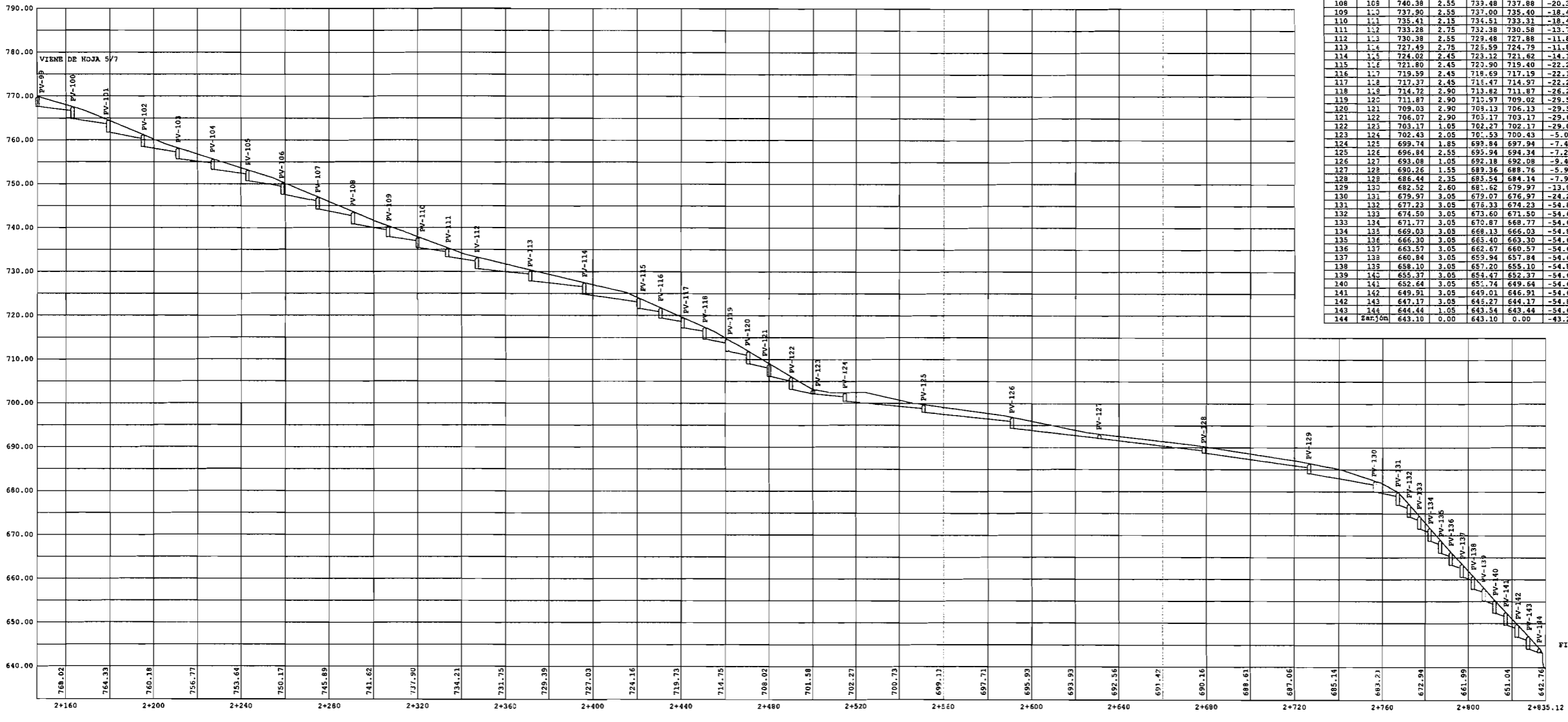
Escala:
Horizontal= 1/1000
Vertical= 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA - INGENIERIA CIVIL
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISOR (A)
 INGENIERO(A) SUPERVISOR (A)
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO
 CÁLCULO: DAVID NÚÑEZ
 DISEÑO: DAVID NÚÑEZ
 DEPARTAMENTO DE SANITARIO

VIENE DE HOJA 5/7



DATOS DE POZOS DE VISITA										
DE PV.	A PV.	COTA DE TERRENO	H. POZO	CIS	CIS	S %	ST %	L (m)	Ø TUBERIA	No. TUBOS
98	99	769.92	2.35	763.02	767.62	-14.56	-5.81	16.00	8"	3.00
99	100	767.89	2.85	763.68	764.79	-14.56	-5.81	16.00	8"	3.00
100	101	764.55	2.85	763.65	761.75	-19.00	-7.13	16.00	8"	3.00
101	102	761.22	2.85	760.32	758.42	-20.81	-8.94	16.00	8"	3.00
102	103	758.18	2.55	757.28	755.68	-19.00	-7.13	16.00	8"	3.00
103	104	755.66	2.45	754.76	753.26	-15.65	-5.71	16.10	8"	3.00
104	105	753.18	2.55	751.28	750.68	-15.60	-5.16	15.90	8"	3.00
105	106	750.41	2.85	749.51	747.61	-17.42	-7.36	15.90	8"	3.00
106	107	747.02	2.85	746.12	744.22	-21.32	-9.37	15.90	8"	3.00
107	108	743.62	2.85	742.72	740.82	-21.38	-9.43	15.90	8"	3.00
108	109	740.38	2.55	739.48	737.88	-20.38	-8.43	15.90	8"	3.00
109	110	737.90	2.55	737.00	735.40	-18.44	-6.54	13.45	8"	3.00
110	111	735.41	2.15	734.51	733.31	-18.44	-6.59	13.50	8"	3.00
111	112	733.28	2.75	732.38	730.58	-13.70	-5.98	15.55	8"	3.00
112	113	730.38	2.55	729.48	727.88	-11.84	-4.49	24.50	8"	5.00
113	114	727.49	2.75	725.59	724.79	-11.80	-5.27	24.50	8"	5.00
114	115	724.92	2.45	723.92	721.82	-14.11	-6.79	24.60	8"	5.00
115	116	721.80	2.45	720.90	719.40	-22.20	-7.20	10.00	8"	2.00
116	117	719.59	2.45	718.69	717.19	-22.10	-7.10	10.00	8"	2.00
117	118	717.37	2.45	716.47	714.97	-22.20	-7.20	10.00	8"	2.00
118	119	714.72	2.90	713.82	711.87	-26.24	-11.39	10.10	8"	2.00
119	120	711.87	2.90	710.97	709.02	-29.53	-9.33	9.65	8"	2.00
120	121	709.03	2.90	708.13	706.13	-29.58	-9.27	9.50	8"	2.00
121	122	706.07	2.90	705.17	703.17	-29.60	-9.60	10.00	8"	2.00
122	123	703.17	1.05	702.27	702.17	-29.00	-9.00	10.00	8"	2.00
123	124	702.43	2.05	701.53	700.43	-5.02	-4.34	14.75	8"	3.00
124	125	699.74	1.85	699.84	697.94	-7.43	-4.39	36.20	8"	7.00
125	126	696.94	2.55	695.94	694.34	-17.25	-5.00	40.00	8"	7.00
126	127	693.08	1.05	692.18	692.08	-9.40	-5.40	40.00	8"	7.00
127	128	690.26	1.55	689.36	688.76	-5.90	-5.69	47.80	8"	8.00
128	129	686.44	2.35	685.54	684.14	-7.99	-6.74	47.80	8"	8.00
129	130	682.52	2.60	681.62	679.97	-13.07	-8.40	30.00	8"	5.00
130	131	679.97	3.05	679.07	676.97	-24.29	-8.57	10.50	8"	2.00
131	132	677.23	3.05	676.33	674.23	-24.80	-12.80	5.00	8"	1.00
132	133	674.50	3.05	673.60	671.50	-24.60	-12.60	5.00	8"	1.00
133	134	671.77	3.05	670.87	668.77	-24.60	-12.60	5.00	8"	1.00
134	135	669.03	3.05	668.13	666.03	-24.60	-12.60	5.00	8"	1.00
135	136	666.30	3.05	665.40	663.30	-24.60	-12.60	5.00	8"	1.00
136	137	663.57	3.05	662.67	660.57	-24.60	-12.60	5.00	8"	1.00
137	138	660.84	3.05	659.94	657.84	-24.60	-12.60	5.00	8"	1.00
138	139	658.10	3.05	657.20	655.10	-24.60	-12.60	5.00	8"	1.00
139	140	655.37	3.05	654.47	652.37	-24.60	-12.60	5.00	8"	1.00
140	141	652.64	3.05	651.74	649.64	-24.60	-12.60	5.00	8"	1.00
141	142	649.91	3.05	649.01	646.91	-24.60	-12.60	5.00	8"	1.00
142	143	647.17	3.05	646.27	644.17	-24.60	-12.60	5.00	8"	1.00
143	144	644.44	1.05	643.54	643.44	-24.60	-12.60	5.00	8"	1.00
144	Zanjon	643.10	0.00	643.10	0.00	-43.23	-10.97	3.10	8"	1.00



PLANTA PERFIL DE PV-99 A PV-144

Escala: Horizontal= 1/1000 Vertical= 1/500

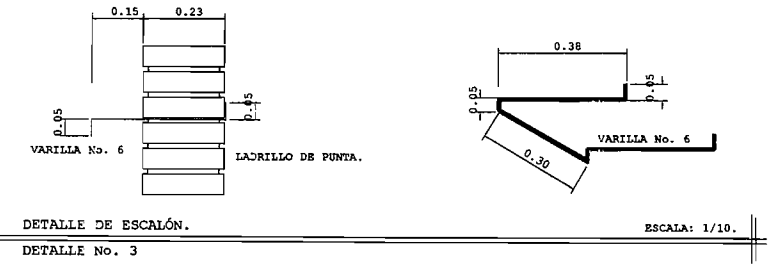
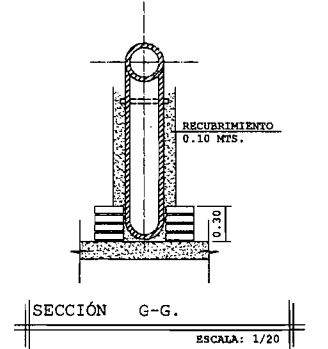
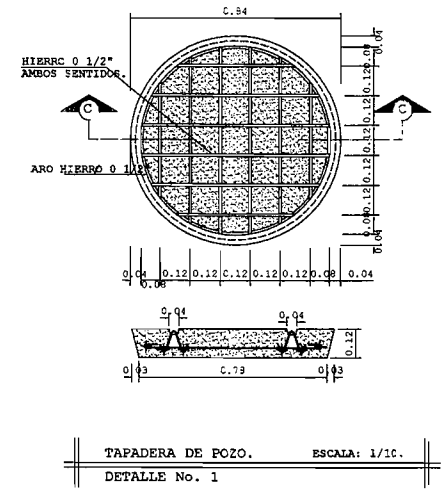
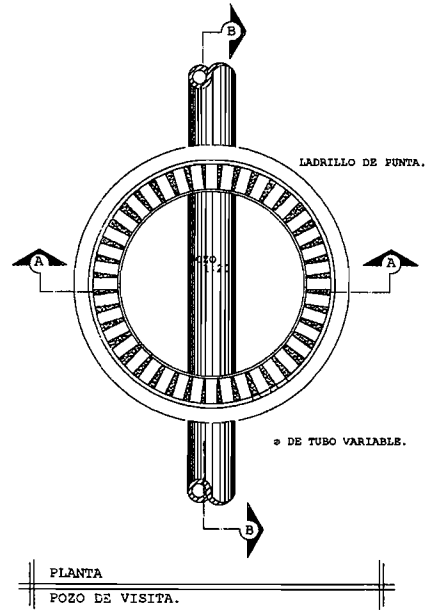
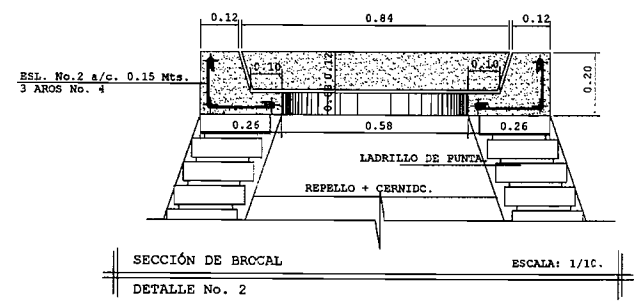
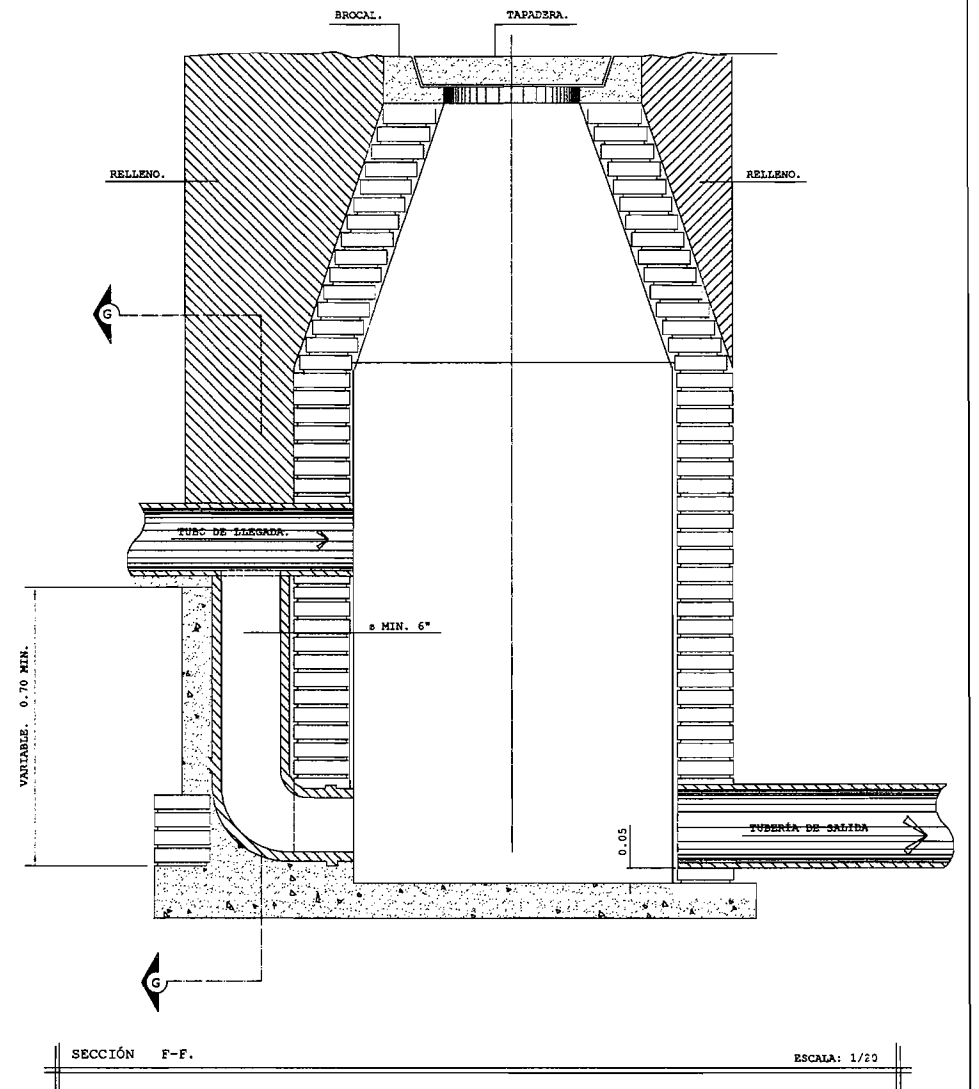
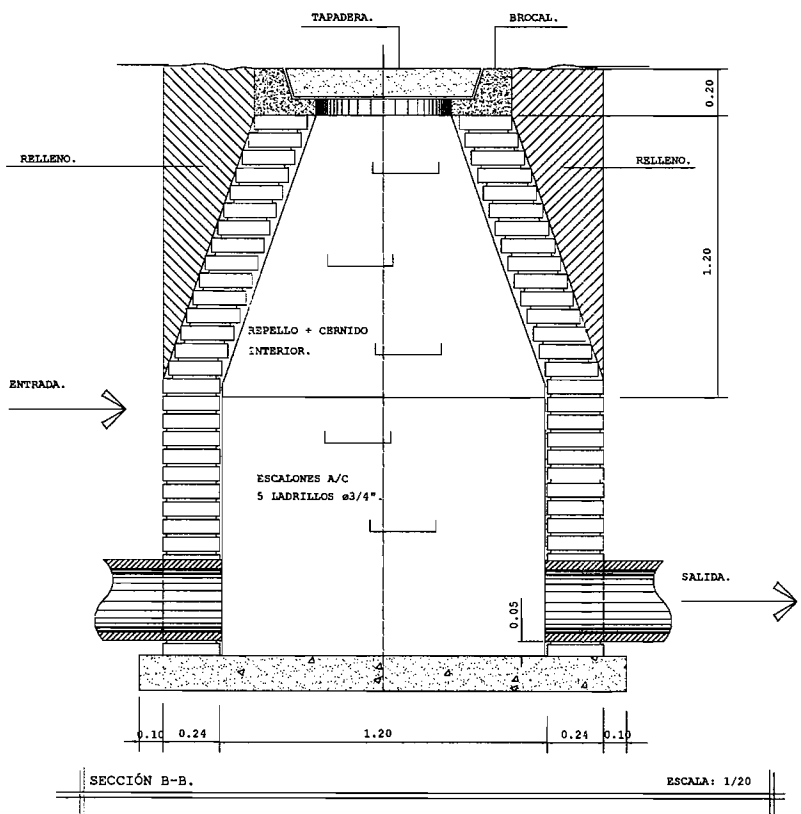
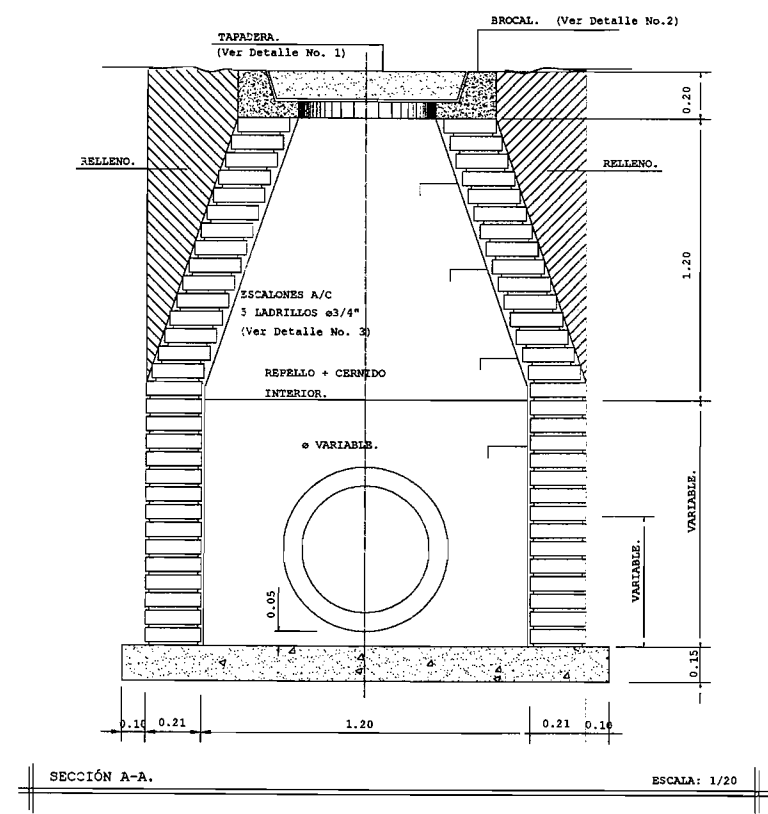
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA - INGENIERIA CIVIL
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISIVO

PROFESOR: DAVID NEPOMUCENO
 ASISTENTE: DAVID NEPOMUCENO
 ALUMNO: DAVID NEPOMUCENO

PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

FECHA: 10/05/2020

PROPIETARIO: [Signature]



Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERIA - INGENIERIA CIVIL
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISOR
 CONFESIONARIO: DAVID NATIVIDAD
 DETALLE No. 3
 DISEÑO DE ALCANTRILLADO SANITARIO
 PROYECTO: Unidad de Prácticas de Ingeniería
 CALIFICADO: DAVID NATIVIDAD
 DISEÑO: DAVID NATIVIDAD
 ESCALA: 1/10
 PROPIETARIO: [Signature]

NOMENCLATURA	
S	DIRECCIÓN DE PENDIENTE
E	NÚMERO DE ESTACIÓN
E-X	ESTACIÓN AUXILIAR
H	ESCALA HORIZONTAL
V	ESCALA VERTICAL
	INDICA CORTE DE TERRENO
	INDICA RELLENO DE TERRENO
	PERFIL NATURAL
	COTA RASANTE DISEÑADA
	INDICA TRANSVERSAL (ENTRADA)
	INDICA TRANSVERSAL (SALIDA)
	INDICA TRANSVERSAL (PERFIL)

PARÁMETROS DE DISEÑO:
 - Reglamento de diseño Manual Centroamericano
 - Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales
 - Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes
 - Ministerio de comunicaciones infraestructura y vivienda
 - República de Guatemala.
 - Tráfico promedio diario anual (TPDA): 10 a 100
 - Sección típica: F
 - Región: Montaña
 - Velocidad de diseño: 30 KPH
 - Radio mínimo: 18.00 m.
 - Pendiente máxima: 15%
 - Cargas de diseño: HS-16, HS-20, HS-25
 - Vehículo de diseño: T3-S2-R4

ESPECIFICACIONES TÉCNICA:

205.12 RELLENO ESTRUCTURAL PARA ALCANTARILLAS. En general, las zanjas y las excavaciones se deben rellenar inmediatamente después que el mortero de la junta haya endurecido lo suficiente para no ocasionar ningún daño y hasta una altura no menor de 600 milímetros sobre la corona de la alcantarilla o hasta la altura del terreno natural, según el caso.

El material de relleno que se coloque hasta el nivel de la corona de la alcantarilla, debe cumplir con lo indicado en 205.03. Si el material resultante de la excavación no cumple con estos requisitos, el Delegado Residente puede ordenar que el material utilizado para el relleno sea obtenido de una fuente completamente diferente al de la excavación, en cuyo caso se pagará de conformidad con lo indicado en la Sección 206.

El material de relleno se debe compactar en capas que no excedan de 150 milímetros de espesor, debiendo ser colocadas simultáneamente a ambos lados de la alcantarilla para que no se produzcan presiones desiguales.

La compactación se puede hacer por medio de compactadoras mecánicas, o de mano, apropiadas.

No se permitirá que se opere equipo pesado sobre una alcantarilla, sino hasta que haya sido hecho correctamente el relleno y ésta se haya cubierto, a partir de la corona, con material de por lo menos 600 milímetros de altura.

Cuando se use arena de río como material de relleno y el Delegado Residente autorice el uso de agua para la consolidación del relleno, el contratista será responsable de no hacer flotar la alcantarilla.

La compactación debe llenar todos los requisitos especificados en 205.11.

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes; Dirección General de Caminos, diciembre de 2,000; división 200, sección 205, página 205-6, 205-7.

603.07 INSTALACION. Las alcantarillas de metal corrugado deben ser colocadas conforme se indica en los planos, en estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

(e) Alcantarilla Anidable. Las uniones transversales de las secciones de la parte superior e inferior de la alcantarilla anidable deben ser alternas. Para obtener extremos terminados en un plano vertical, se proveerán medias secciones para el principio y el final.

(1) Tubo Circular Anidables. Las alcantarillas circulares anidables, deben ser fabricadas en secciones normales semicirculares y provistas de pestañas salientes en un borde y de agujeros para los pernos, en ambos bordes. Las secciones de la parte superior y del fondo, deben ser intercambiables.

(2) Tubo de Arco Anidables. Las secciones de la parte superior y del fondo de las alcantarillas anidables no deben ser de diferente forma. Las secciones de la parte superior deben ser de forma semicircular. La mitad del fondo debe ser substancialmente plana y el riñón debe tener un radio mínimo de 100 milímetros. Ambos bordes deben estar provistos de pestañas salientes y de agujeros para los pernos.

(3) Tubos Circulares e Elípticos, Tubos de Arco y Arcos de Planchas Estructurales. Los tubos circulares e elípticos, tubos de arco y arcos de planchas estructurales, deben ser hechos de planchas estructurales con las corugaciones normales al eje de la sección.

Los agujeros para pernos en los bordes de las planchas que formarán las juntas longitudinales, deben ser hechos en forma alternada (en zigzag) en hilera a 50 mm de separación una de la otra con una hilera en el valle y otra en la cresta de la corugación. Los agujeros a lo largo de los bordes de planchas que formarán las juntas transversales, deben estar separados a no más de 300 mm. La distancia de los centros de los agujeros al borde de las planchas, no debe ser menor de 1/4 del diámetro del perno. El diámetro de los agujeros a lo largo de las juntas longitudinales, debe ser (3.2 mm 1/8") mayor que el diámetro de los pernos.

(c) Colocación. Antes de colocar las alcantarillas de metal corrugado, el Delegado Residente debe comprobar que las zanjas hayan sido excavadas de acuerdo con los requisitos de la Sección 205 y los lechos o superficies de cimentación conformados y terminados como se indica en los planos. La colocación de las alcantarillas se debe principiar en el extremo de aguas abajo, cuidando que las pestañas exteriores circunferenciales y las longitudinales de los costados se coloquen frente a la dirección aguas arriba. Las alcantarillas con recubrimiento en el invert, deben ser colocadas con dicho recubrimiento en la parte inferior.

(d) Apuntalamiento. Cuando se pida apuntalamiento en los planos, éste se debe hacer alargando el diámetro vertical en el porcentaje que indiquen los planos y manteniendo dicho alargamiento con puntales, tramos de compresión y amarras horizontales. El apuntalamiento se debe hacer progresivamente de un extremo de la alcantarilla al otro. Los amarras y puntales se deben dejar en sus lugares, hasta que el relleno esté terminado y consolidado e menos que los planos lo indiquen en otra forma.

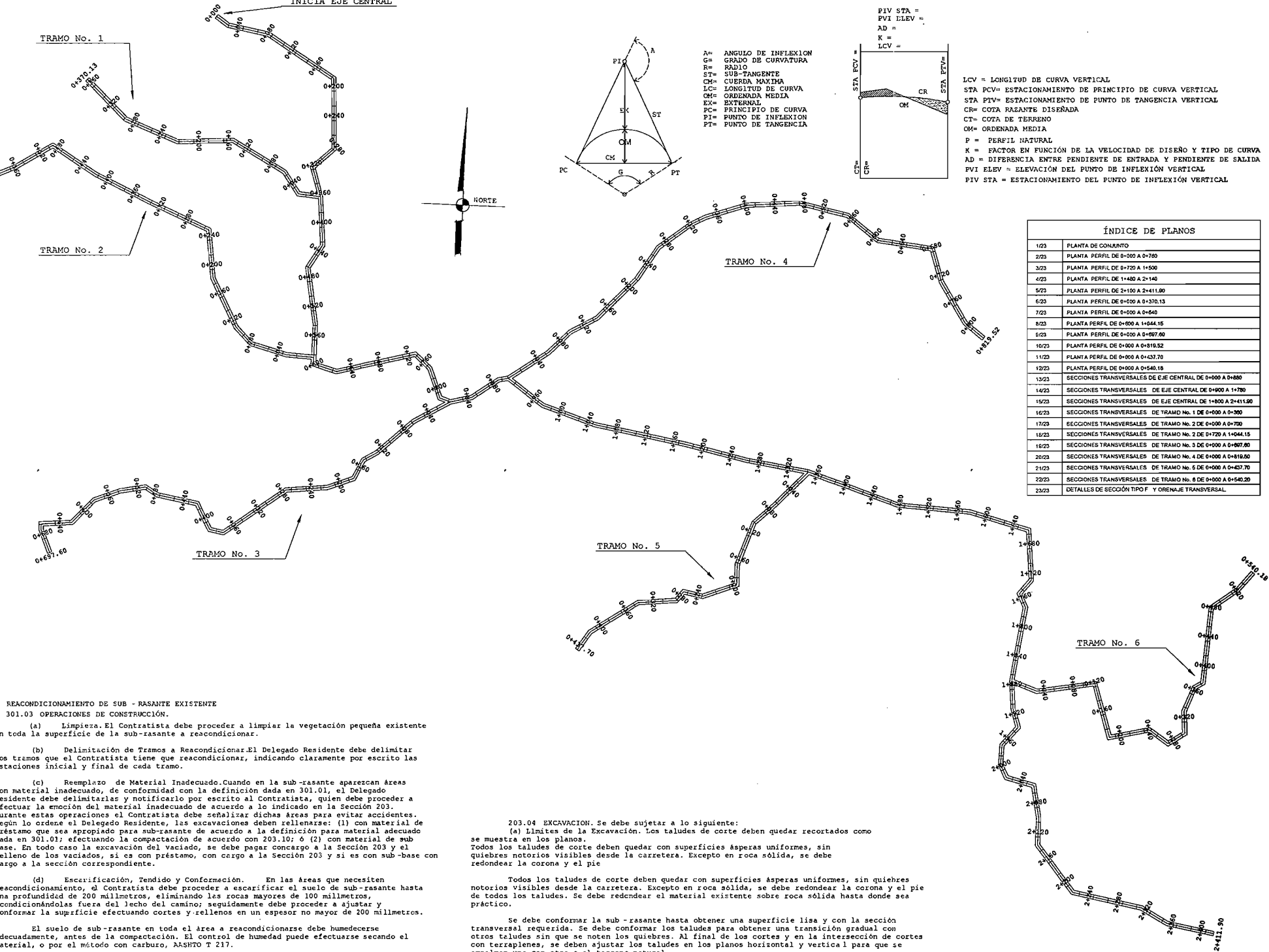
No se debe hacer apuntalamiento en las alcantarillas de arco o en los arcos.

(e) Relleno. El relleno se debe hacer como se indica en la sección 205.

(f) Instalación de estructuras de planchas estructurales. El Contratista debe suministrar una copia de las instrucciones de montaje antes de iniciar el ensamble. Las instrucciones deberán indicar la posición de cada plancha y el orden de montaje.

Las planchas estructurales deben ser instaladas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se deberá tener mucho cuidado con el uso de las brocas y de las barras para apalancar con el objeto de evitar dañar la plancha y el revestimiento. Las planchas deberán ser ensambladas adecuadamente.

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes; Dirección General de Caminos, diciembre de 2,000; división 600, sección 603, página 603-3, 603-4, 603-5.



RECONDICIONAMIENTO DE SUB -RASANTE EXISTENTE
 301.03 OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN.

(a) Limpieza. El Contratista debe proceder a limpiar la vegetación pequeña existente en toda la superficie de la sub-rasante a recondicionar.

(b) Delimitación de Tramos a Recondicionar. El Delegado Residente debe delimitar los tramos que el Contratista tiene que recondicionar, indicando claramente por escrito las estaciones inicial y final de cada tramo.

(c) Remplazo de Material Inadecuado. Cuando en la sub-rasante aparezcan áreas con material inadecuado, de conformidad con la definición dada en 301.01, el Delegado Residente debe delimitarlas y notificarlo por escrito al Contratista, quien debe proceder a efectuar la remoción del material inadecuado de acuerdo a lo indicado en la Sección 203. Durante estas operaciones el Contratista debe señalizar dichas áreas para evitar accidentes. Según lo ordene el Delegado Residente, las excavaciones deben rellenarse: (1) con material de préstamo que sea apropiado para sub-rasante de acuerdo a la definición para material adecuado dada en 301.01; efectuando la compactación de acuerdo con 203.10; ó (2) con material de sub base. En todo caso la excavación del vaciado, se debe pagar con cargo a la Sección 203 y el relleno de los vaciados, si es con préstamo, con cargo a la Sección 203 y si es con sub-base con cargo a la sección correspondiente.

(d) Escarificación, Tendido y Conformación. En las áreas que necesiten recondicionamiento, el Contratista debe proceder a escarificar el suelo de sub-rasante hasta una profundidad de 200 milímetros, eliminando las rocas mayores de 100 milímetros, acondicionándolas fuera del lecho del camino; seguidamente debe proceder a ajustar y conformar la superficie efectuando cortes y rellenos en un espesor no mayor de 200 milímetros.

El suelo de sub-rasante en toda el área a recondicionarse debe humedecerse adecuadamente, antes de la compactación. El control de humedad puede efectuarse secando el material, o por el método con carburo, AASHTO T 217.

(e) Cortes mayores de 200 mm. Si con los cortes y rellenos de 200 milímetros, la superficie recondicionada no se ajusta a los niveles indicados en los planos, el Delegado Residente podrá ordenar cortes más profundos o completar los rellenos con material de préstamo apropiado, que cumpla con los requisitos de material adecuado indicados en 301.01. En ambos casos, los cortes mayores de 200 milímetros y el préstamo necesario serán pagados con cargo a la Sección 203.

(f) Compactación. La sub-rasante recondicionada debe ser compactada en su totalidad con un contenido de humedad dentro de ± 3 por ciento de la humedad óptima, hasta lograr el 95 por ciento de compactación respecto a la densidad máxima, AASHTO T 160. La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia según AASHTO T 191; con la aprobación escrita del ingeniero, se pueden usar otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos. Para el caso de subrasantes arcillosas con un límite líquido superior al 45 por ciento y un índice plástico superior al 15 por ciento, se requerirá su compactación a una densidad del 90 por ciento respecto a la densidad máxima, AASHTO T 180 y con un contenido de humedad mayor, por lo menos en un 3 por ciento, que su correspondiente humedad óptima siempre que no exceda en más de un 4 por ciento al valor correspondiente a su límite plástico.

(g) Deflexión. Se establece una deflexión máxima para la capa de sub-rasante recondicionada de 3.0 milímetros. El Delegado Residente deberá ordenar los vaciados que sean necesarios y su remplazo con material de préstamo o de sub-base y, en caso necesario, complementar estos trabajos con la construcción de sub-drenajes adecuados.

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes; Dirección General de Caminos, diciembre de 2,000; división 300, sección 301, página 301-2, 302-3.

203.04 EXCAVACION. Se debe sujetar a lo siguiente:

(a) Límites de la Excavación. Los taludes de corte deben quedar recortados como se muestra en los planos.

Todos los taludes de corte deben quedar con superficies ásperas uniformes, sin quiebres notorios visibles desde la carretera. Excepto en roca sólida, se debe redondear la corona y el pie.

Todos los taludes de corte deben quedar con superficies ásperas uniformes, sin quiebres notorios visibles desde la carretera. Excepto en roca sólida, se debe redondear la corona y el pie de todos los taludes. Se debe redondear el material existente sobre roca sólida hasta donde sea práctico.

Se debe conformar la sub-rasante hasta obtener una superficie lisa y con la sección transversal requerida. Se debe conformar los taludes para obtener una transición gradual con otros taludes sin que se noten los quiebres. Al final de los cortes y en la intersección de cortes con terraplenes, se deben ajustar los taludes en los planos horizontal y vertical para que se empalmen uno con otro o al terreno natural.

Las cunetas que drenen el agua de los cortes a los terraplenes, se deben construir en tal forma, que se evite cualquier daño a dichos terraplenes, debido a la erosión y darle una pendiente adecuada, removiendo todas las raíces, rocas o materias similares salientes que obstruyan el libre corrimiento de las aguas, para evitar el rebalse de la misma sobre el terraplén. Todo el material excavado de las cunetas se debe depositar fuera de los límites de la carretera, salvo que se indique de otra manera en los planos o lo autorice por escrito el Delegado Residente; y no se debe dejar apilado en montones que tengan mal aspecto, sino que se debe esparcir en capas uniformemente conformadas.

Se debe remover todo el material mayor de 150 milímetros de los 150 milímetros superiores del lecho de la carretera. Se debe remover el material inadecuado del lecho de la carretera y reemplazarlo con material adecuado. Se debe dejar el nivel de la sub-rasante de la carretera dentro de ± 15 milímetros y los niveles de roca dentro de ± 30 milímetros de la alineación y rasante especificada.

Todas las excavaciones se deben efectuar en tal forma, que drenen apropiadamente para evitar estancamientos de agua. Durante la construcción, pueden ampliarse los cortes o variarse la pendiente de los taludes, si las necesidades del trabajo o la estabilidad del material así lo requiere, o si es necesario garantizar la obtención de material adicional, siempre que específicamente lo autorice por escrito el Delegado Residente.

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes; Dirección General de Caminos, diciembre de 2,000; división 200, sección 203, página 203-2, 203-3.

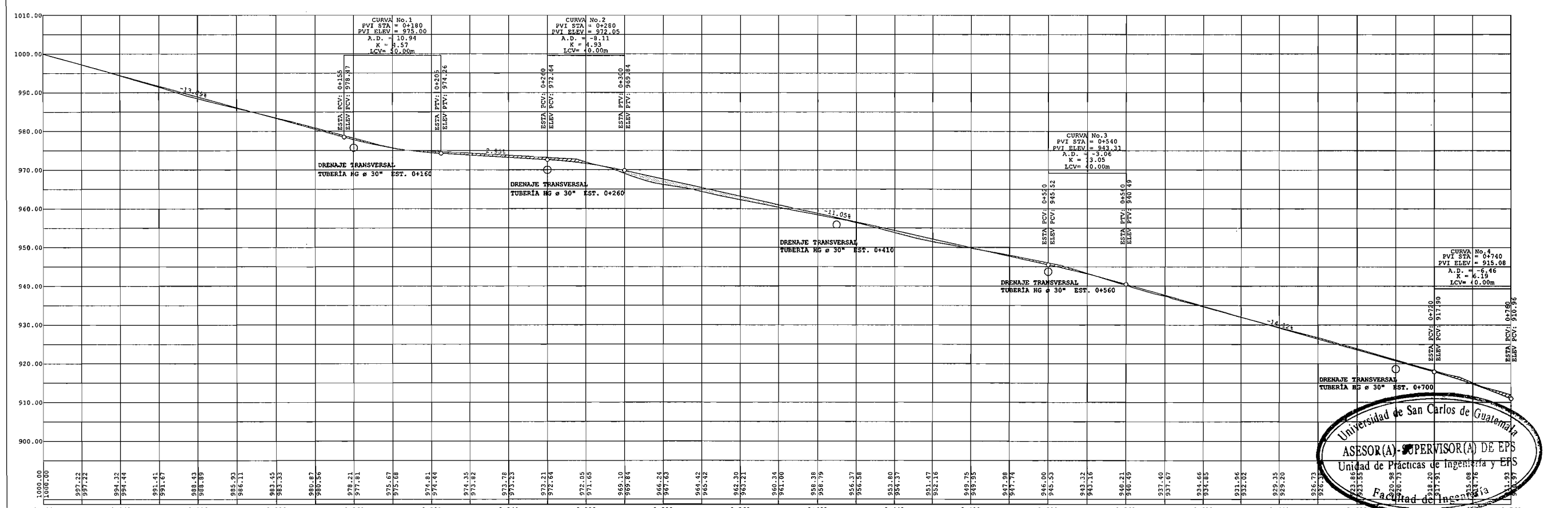
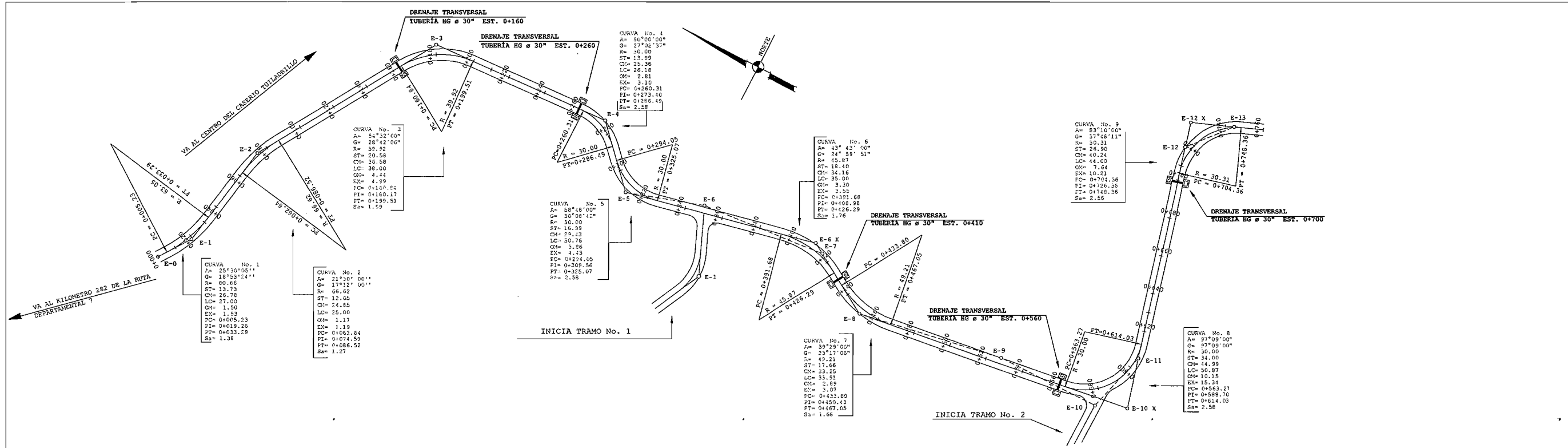
ÍNDICE DE PLANOS	
1/23	PLANTA DE CONJUNTO
2/23	PLANTA PERFIL DE 0+000 A 0+750
3/23	PLANTA PERFIL DE 0+750 A 1+500
4/23	PLANTA PERFIL DE 1+500 A 2+140
5/23	PLANTA PERFIL DE 2+150 A 2+411.90
6/23	PLANTA PERFIL DE 0+000 A 0+376.13
7/23	PLANTA PERFIL DE 0+000 A 0+640
8/23	PLANTA PERFIL DE 0+000 A 1+044.15
9/23	PLANTA PERFIL DE 0+000 A 0+997.00
10/23	PLANTA PERFIL DE 0+000 A 0+818.52
11/23	PLANTA PERFIL DE 0+000 A 0+437.70
12/23	PLANTA PERFIL DE 0+000 A 0+540.18
13/23	SECCIONES TRANSVERSALES DE EJE CENTRAL DE 0+000 A 0+880
14/23	SECCIONES TRANSVERSALES DE EJE CENTRAL DE 0+000 A 1+780
15/23	SECCIONES TRANSVERSALES DE EJE CENTRAL DE 1+000 A 2+411.90
16/23	SECCIONES TRANSVERSALES DE TRAMO No. 1 DE 0+000 A 0+300
17/23	SECCIONES TRANSVERSALES DE TRAMO No. 2 DE 0+000 A 0+700
18/23	SECCIONES TRANSVERSALES DE TRAMO No. 2 DE 0+720 A 1+044.15
19/23	SECCIONES TRANSVERSALES DE TRAMO No. 3 DE 0+000 A 0+997.00
20/23	SECCIONES TRANSVERSALES DE TRAMO No. 4 DE 0+000 A 0+818.50
21/23	SECCIONES TRANSVERSALES DE TRAMO No. 5 DE 0+000 A 0+437.70
22/23	SECCIONES TRANSVERSALES DE TRAMO No. 6 DE 0+000 A 0+540.20
23/23	DETALLES DE SECCIÓN TIPO Y ORDENAJE TRANSVERSAL

PLANTA DE CONJUNTO

Escala: 1/300



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL - EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE:	TOPOGRAFÍA: DAVID MATIJAD PÉREZ DE LEÓN
PLANTA DE CONJUNTO	DISEÑO: DAVID MATIJAD PÉREZ DE LEÓN
PROYECTO:	CÁLCULO: DAVID MATIJAD PÉREZ DE LEÓN
DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	DEBILLO: DAVID MATIJAD PÉREZ DE LEÓN
UBICACIÓN:	ESCALA: 1/300
CASERIO TULADORILLO, MUNICIPIO DE RICHMOND DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	FECHA:
F. PROPIETARIO	F. SUPERVISOR DE EPS.



PLANTA PERFIL
DE 0+000 A 0+760

Escala:
Horizontal= 1/1000
Vertical= 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA -INGENIERÍA CIVIL- EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTENIDO:	TOPOGRAFÍA: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
PLANTA: PERFIL DE 0+000 A 0+760	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	CÁLCULO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
UBICACIÓN: CASERIO TULADORILLO, MUNICIPIO DE IXCHQUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	DIBUJO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
Escala: 1/1000	
Fecha: 2011	
Folio: 2/23	
PROPIETARIO:	INGENIERO REGISTRO DE INGENIEROS SUPERVISOR(S) DE EPS.

CURVA No. 9
 $\Delta = 82^{\circ}10'00''$
 $G = 37^{\circ}48'11''$
 $R = 30.31$
 $ST = 26.90$
 $CM = 40.24$
 $LC = 44.00$
 $CS = 7.64$
 $EX = 10.21$
 $PC = 0+764.36$
 $PI = 0+776.36$
 $PT = 0+749.36$
 $Sa = 2.56$

DRENAJE TRANSVERSAL
 TUBERIA HG # 30" EST. 0+760

INICIA TRAMO No. 3

CURVA No. 10
 $\Delta = 94^{\circ}58'00''$
 $G = 84^{\circ}58'00''$
 $R = 25.00$
 $ST = 21.26$
 $CM = 36.65$
 $LC = 41.43$
 $CS = 8.10$
 $EX = 11.99$
 $PC = 0+774.10$
 $PI = 0+784.82$
 $PT = 0+815.93$
 $Sa = 3.06$

CURVA No. 11
 $\Delta = 63^{\circ}24'00''$
 $G = 30^{\circ}56'37''$
 $R = 30.00$
 $ST = 18.53$
 $CM = 31.53$
 $LC = 33.50$
 $CS = 4.28$
 $EX = 5.26$
 $PC = 0+866.22$
 $PI = 0+882.82$
 $PT = 0+899.39$
 $Sa = 2.56$

CURVA No. 12
 $\Delta = 25^{\circ}51'00''$
 $G = 19^{\circ}09'53''$
 $R = 59.84$
 $ST = 13.73$
 $CM = 26.77$
 $LC = 27.00$
 $CS = 1.52$
 $EX = 3.56$
 $PC = 0+948.49$
 $PI = 0+961.99$
 $PT = 0+974.50$
 $Sa = 1.40$

INICIA TRAMO No. 4

DRENAJE TRANSVERSAL
 TUBERIA HG # 30" EST. 0+810

DRENAJE TRANSVERSAL
 TUBERIA HG # 30" EST. 0+920

DRENAJE TRANSVERSAL
 TUBERIA HG # 30" EST. 1+100

DRENAJE TRANSVERSAL
 TUBERIA HG # 30" EST. 1+340

INICIA TRAMO No. 5

CURVA No. 4
 $\Delta = 115.08$
 $A.D. = -6.46$
 $K = 6.19$
 $LCV = 40.00m$

CURVA No. 5
 $\Delta = 906.85$
 $A.D. = 6.93$
 $K = 5.77$
 $LCV = 40.00m$

CURVA No. 6
 $\Delta = 901.39$
 $A.D. = -8.21$
 $K = 4.87$
 $LCV = 40.00m$

CURVA No. 7
 $\Delta = 892.64$
 $A.D. = 13.41$
 $K = 2.98$
 $LCV = 40.00m$

CURVA No. 8
 $\Delta = 889.26$
 $A.D. = 7.28$
 $K = 5.49$
 $LCV = 40.00m$

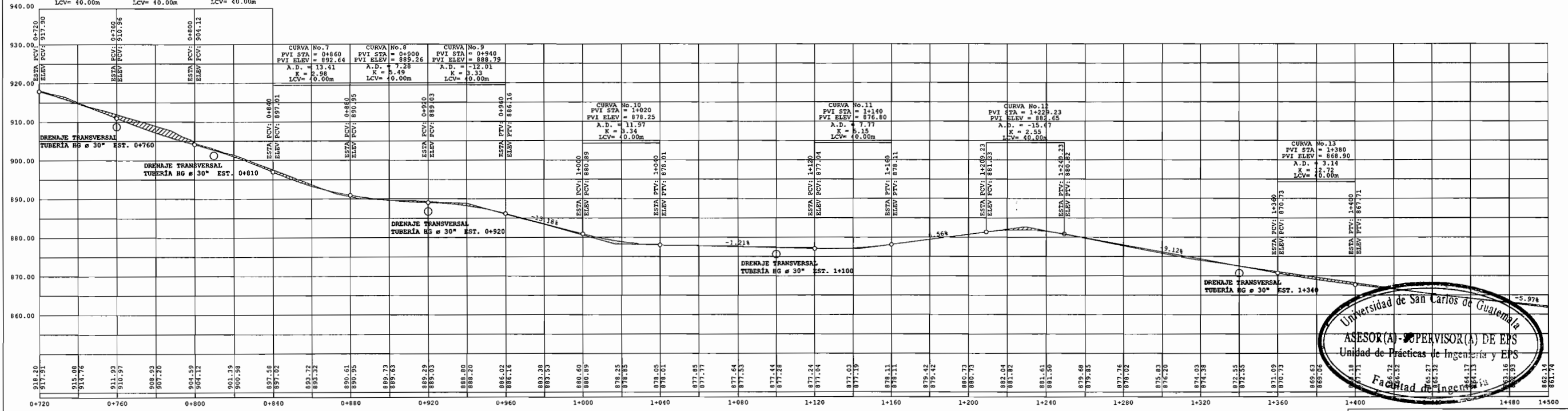
CURVA No. 9
 $\Delta = 888.79$
 $A.D. = -12.01$
 $K = 3.33$
 $LCV = 40.00m$

CURVA No. 10
 $\Delta = 878.25$
 $A.D. = 11.97$
 $K = 3.34$
 $LCV = 40.00m$

CURVA No. 11
 $\Delta = 876.80$
 $A.D. = 7.77$
 $K = 5.15$
 $LCV = 40.00m$

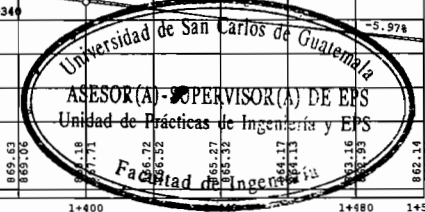
CURVA No. 12
 $\Delta = 882.65$
 $A.D. = -15.47$
 $K = 2.55$
 $LCV = 40.00m$

CURVA No. 13
 $\Delta = 868.90$
 $A.D. = 3.14$
 $K = 12.72$
 $LCV = 40.00m$

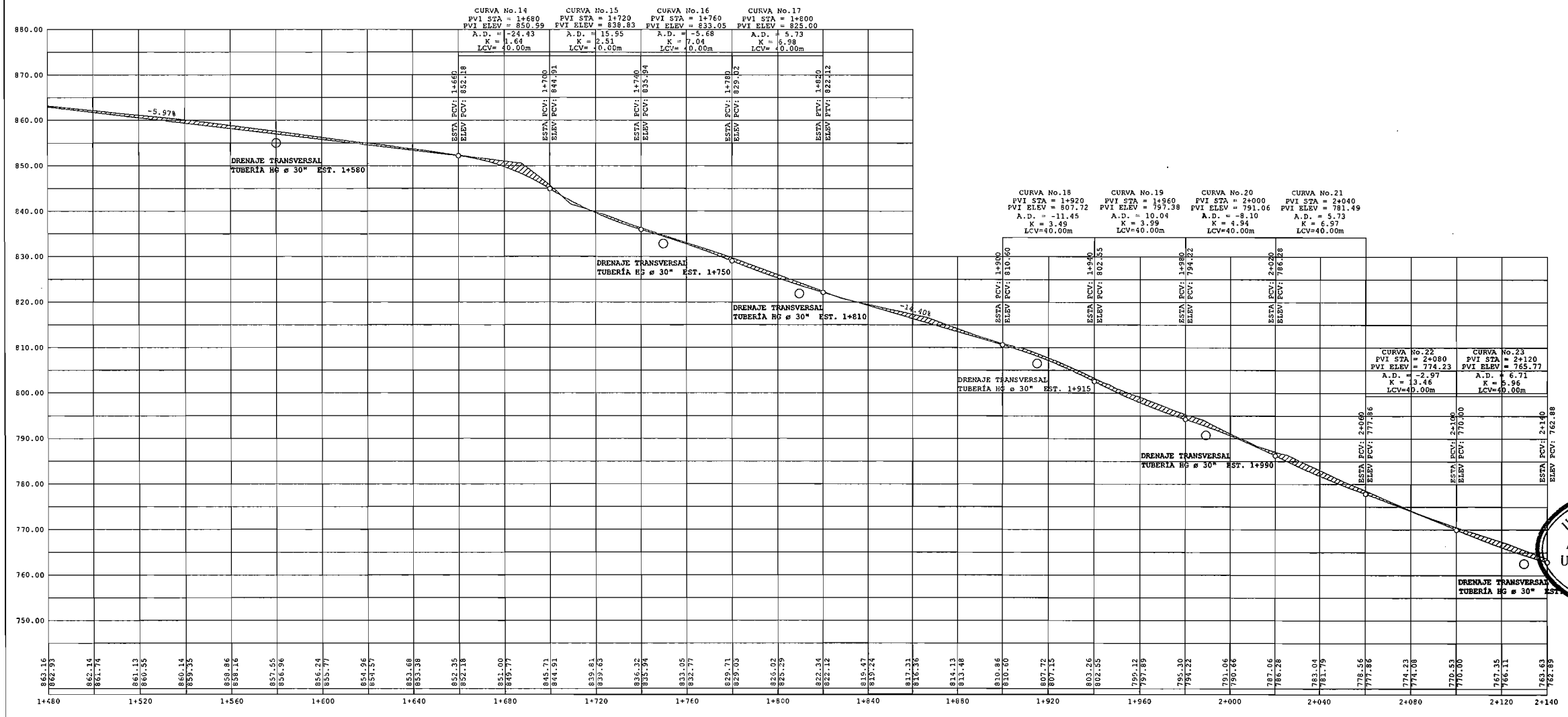
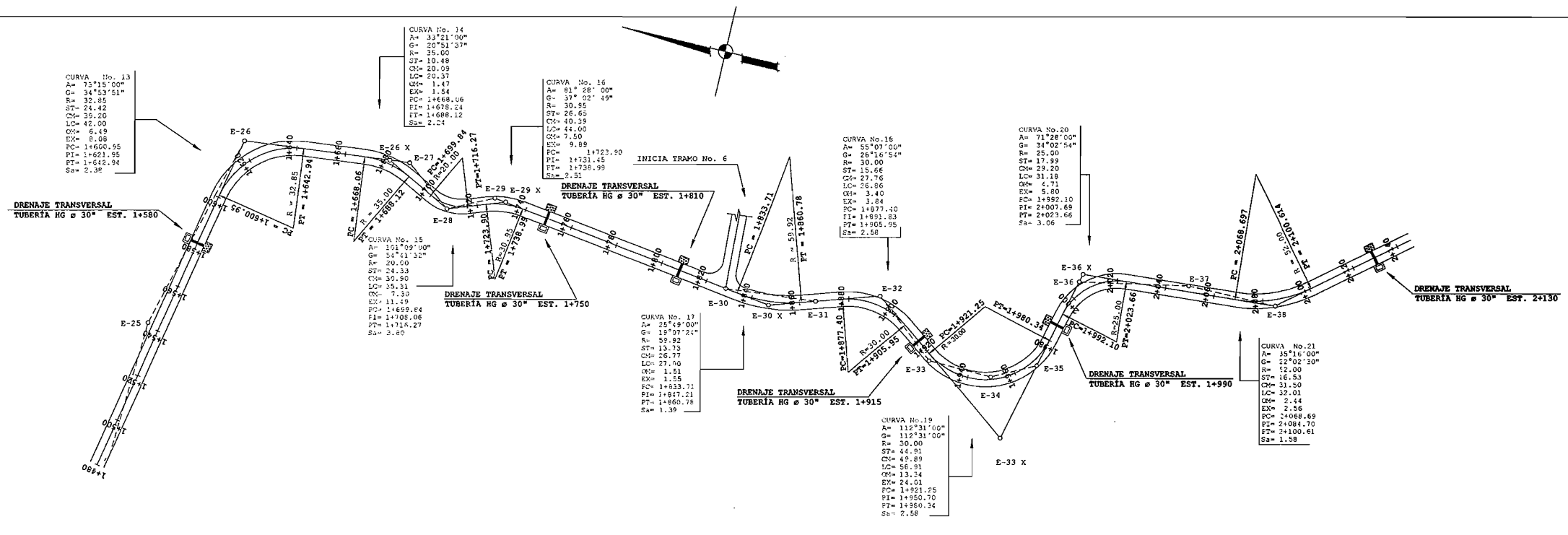


PLANTA PERFIL
 DE 0+720 A 1+500

Escala:
 Horizontal= 1/1000
 Vertical= 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA - INGENIERIA CIVIL - EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: PLANTA PERFIL DE 0+720 A 1+500	TOPOGRAFIA: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
UBICACION: CASERIO TULADILLO, MUNICIPIO DE OCHIGUAN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	CALCULO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
	DIBUJO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
	ESCALA: H= 1/1000 V= 1/500
	FECHA: 2011
PROPIETARIO:	SUPERVISOR-ASESOR DE ERS

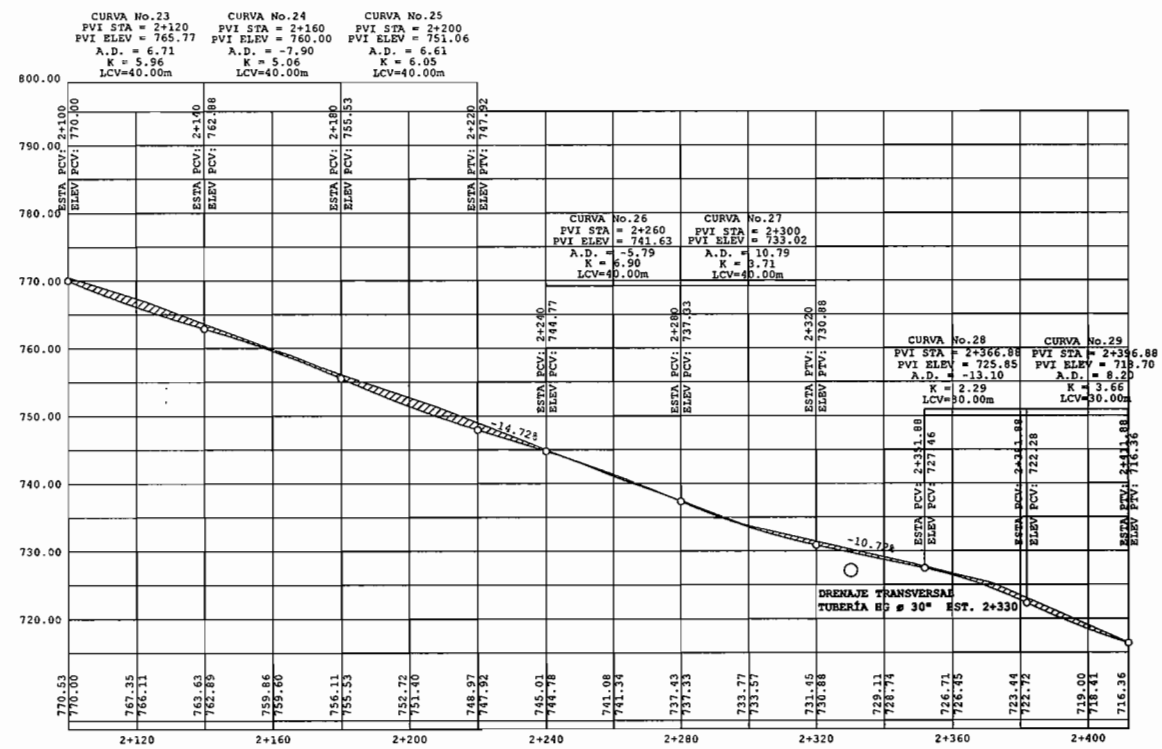
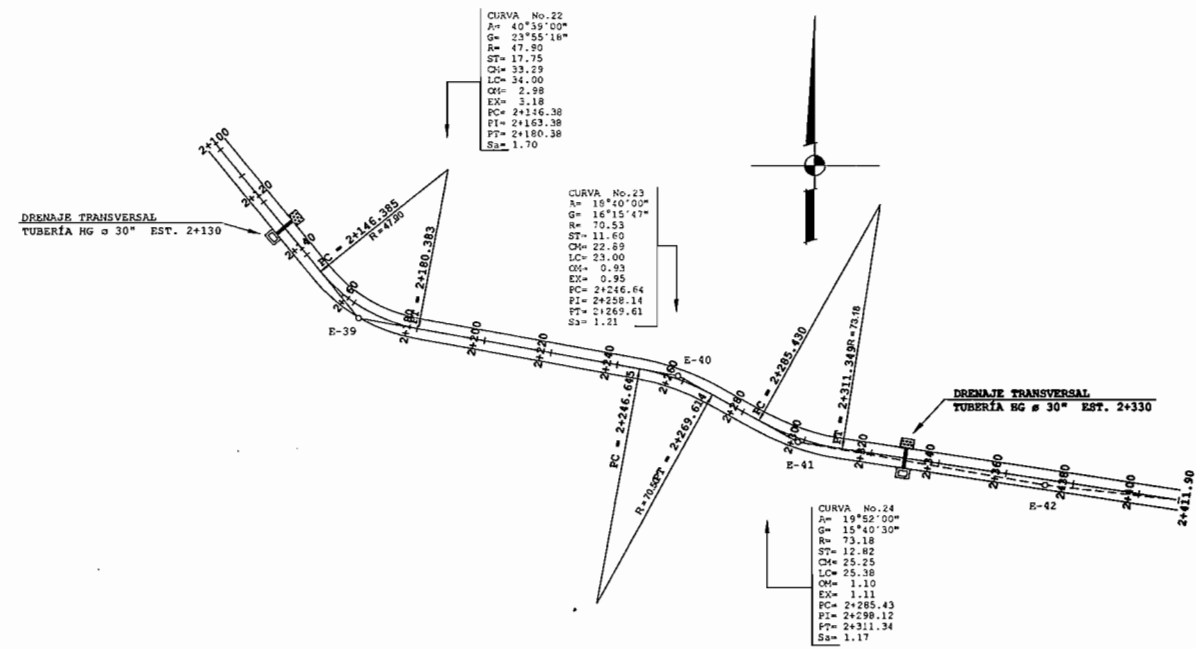


PLANTA PERFIL
DE 1+480 A 2+140

Escala:
Horizontal = 1/1000
Vertical = 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

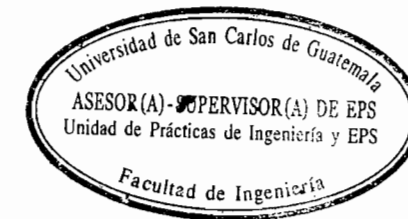
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL - EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: PLANTA PERFIL DE 1+480 A 2+140	TOPOGRAFÍA: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
UBICACIÓN: CASERIO TULADRILLO, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	REVISIÓN: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
	ESCALA: 1:500 FECHA: 2018
PROPIETARIO:	SUPERVISOR: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN



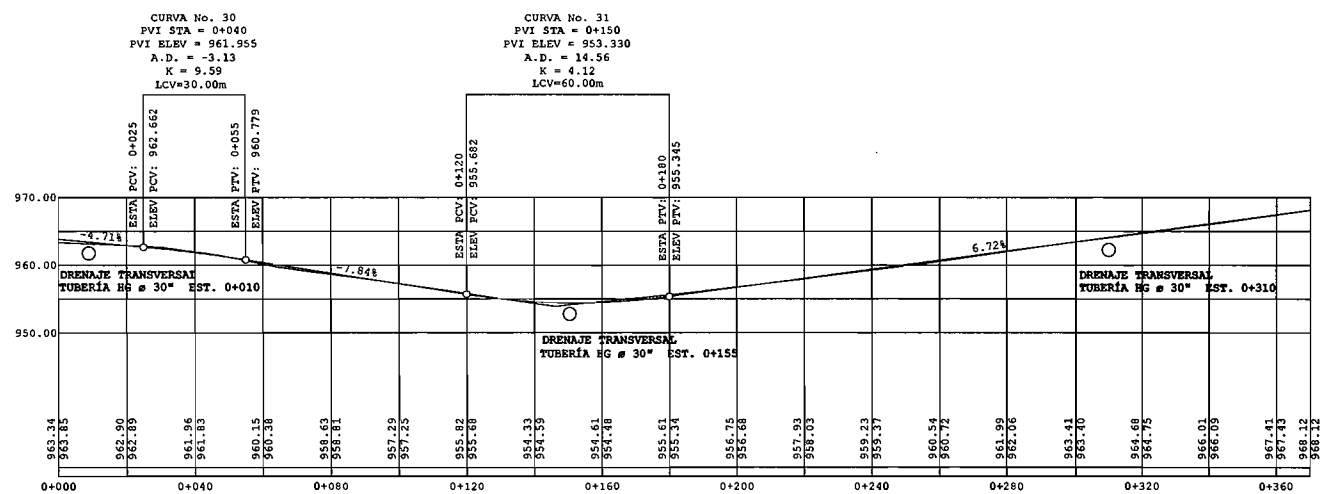
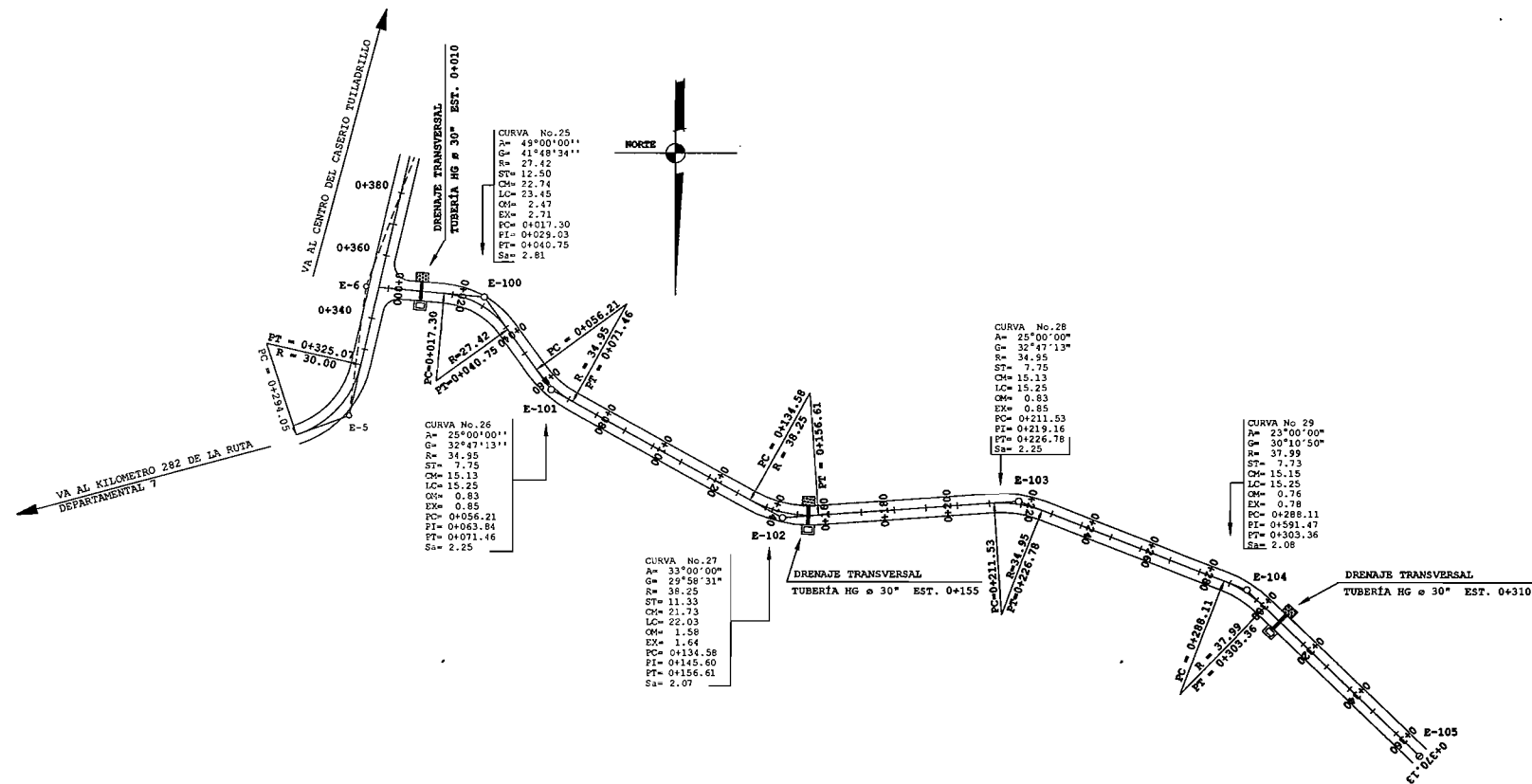
PLANTA PERFIL
DE 2+100 A 2+411.90

Escala:

Horizontal= 1/1000
Vertical= 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA -INGENIERIA CIVIL- EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: PLANTA PERFIL DE 2+100 A 2+411.90	TOPOGRAFIA: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
UBICACION: CASERIO TULADRILLO, MUNICIPIO DE TICHOMUL, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	CALCULO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
	DIBUJO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
	ESCALA: H= 1/1000 V= 1/500
	FECHA: 25/05/2018
PROPIETARIO:	PERVIZOR: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON



PLANTA PERFIL

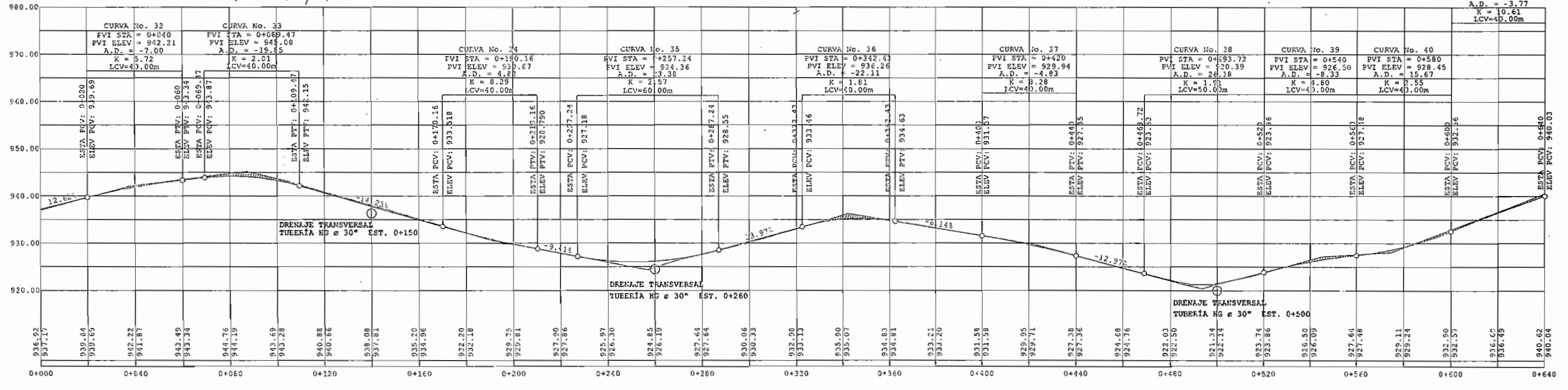
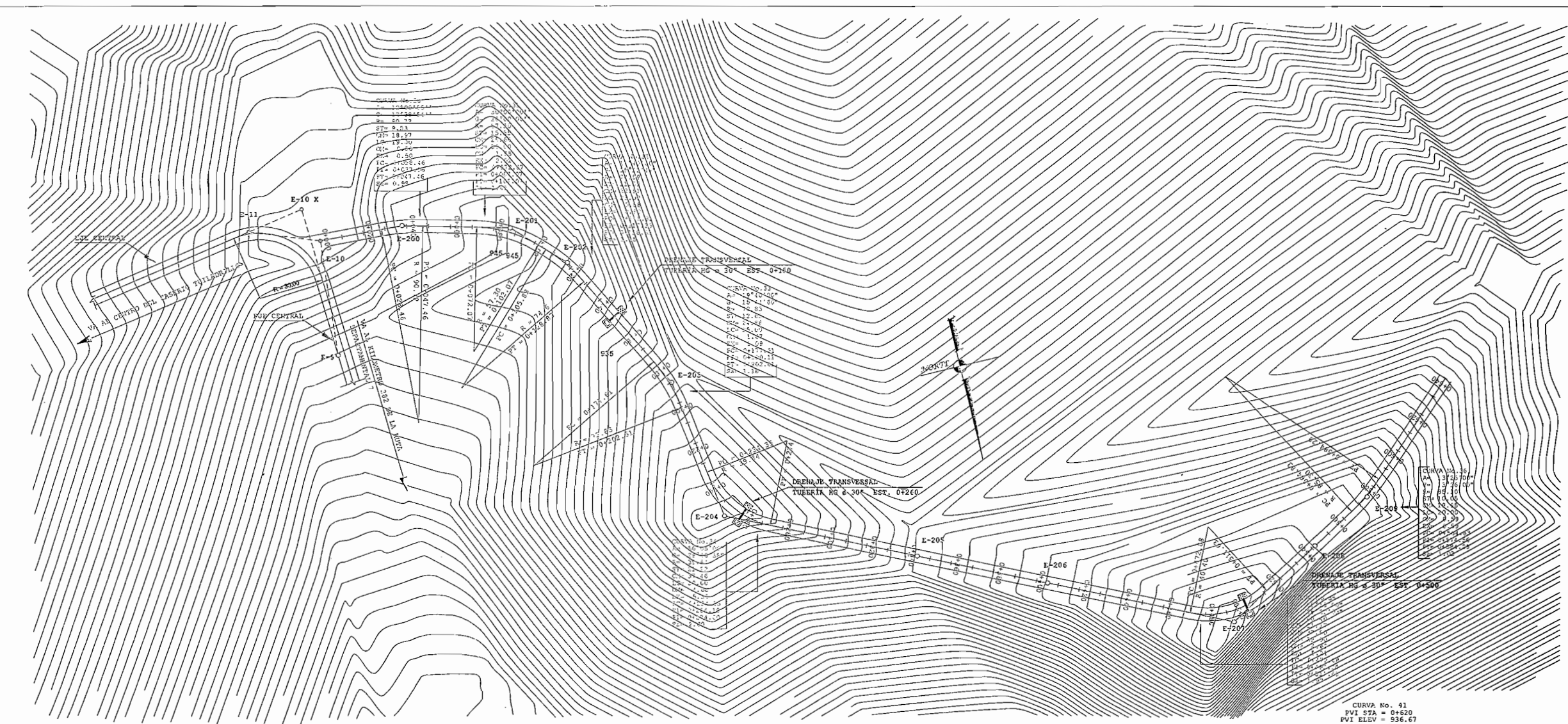
TRAMO No.1 DE 0+000 A 0+370.15

Escala:

Horizontal= 1/1000
Vertical= 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL - EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: PLANTA PERFIL TRAMO No. 1 DE 0+000 A 0+370.15	TOPOGRAFÍA: DAVID MATIJAD PÉREZ DE LEÓN DISEÑO: DAVID MATIJAD PÉREZ DE LEÓN
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	CÁLCULO: DAVID MATIJAD PÉREZ DE LEÓN DIBUJO: DAVID MATIJAD PÉREZ DE LEÓN
UBICACIÓN: CASERIO TULADRILO, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	ESCALA: 1:1000 FECHA: 2011
PROPIETARIO:	6/23

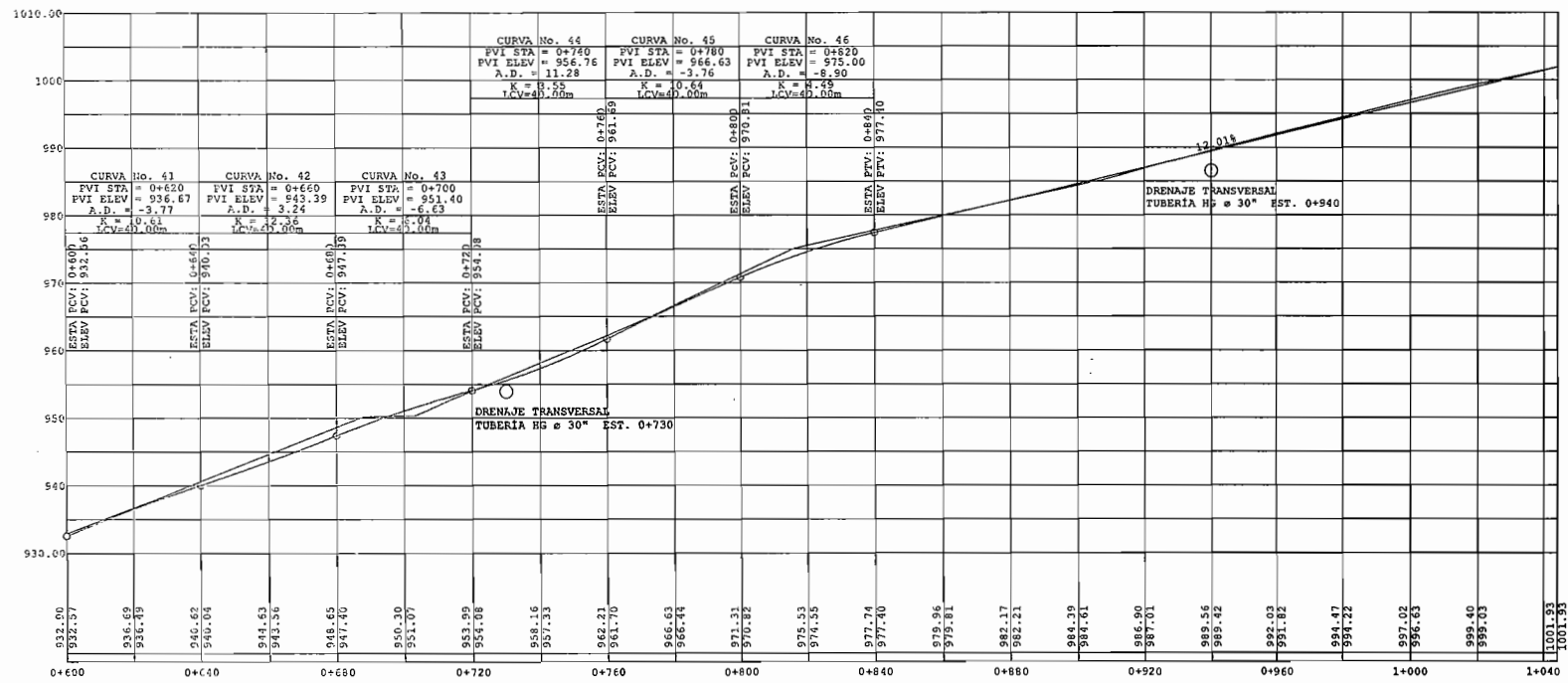
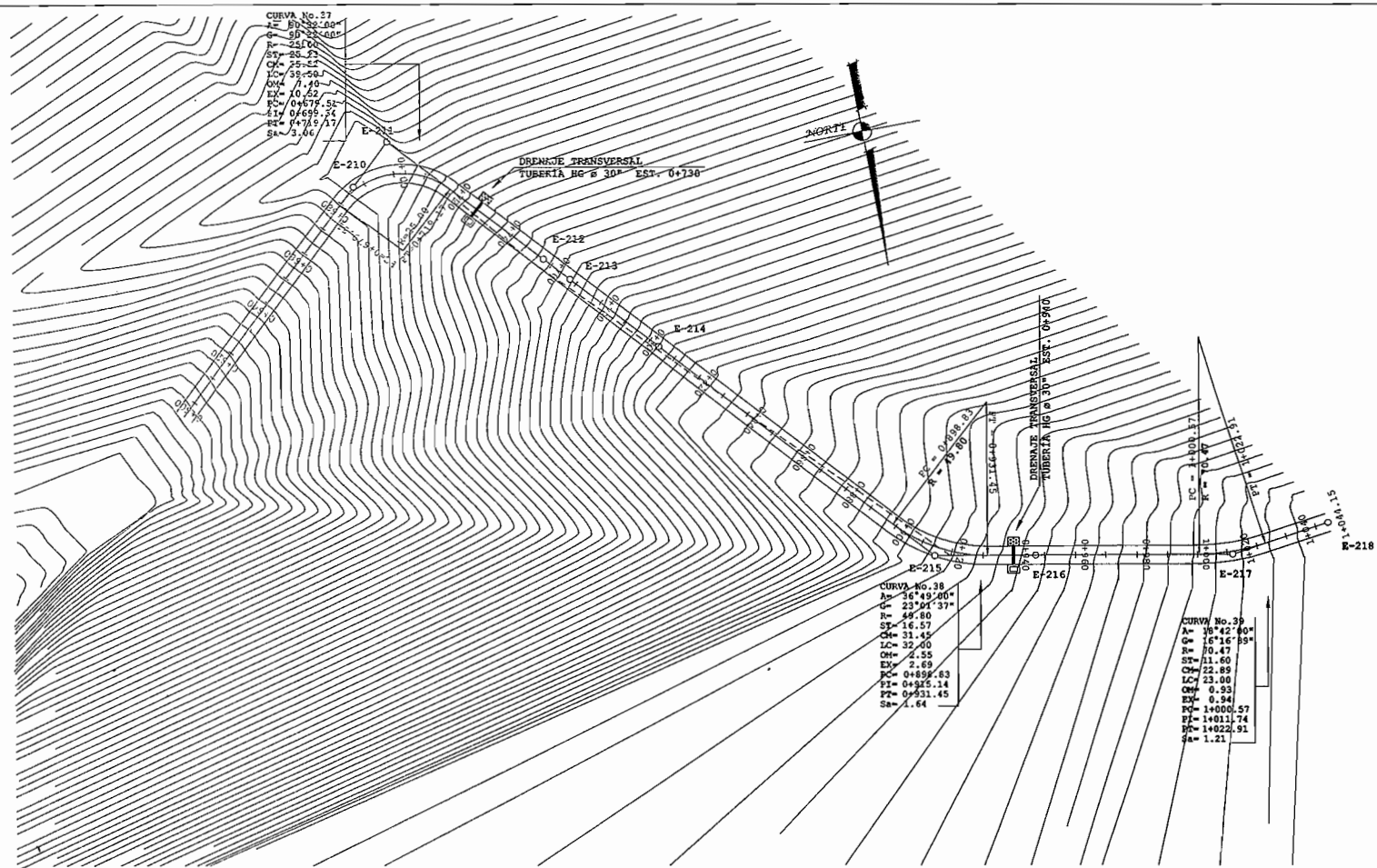


PLANTA PERFIL
TRAMO No.2 DE 0+000 A 0+640

Escala:
Horizontal= 1/1000
Vertical= 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA - INGENIERIA CIVIL - EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: PLANTA PERFIL TRAMO No. 2 DE 0+000 A 0+640	TOPOGRAFIA: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
UBICACIÓN: CASERIO TILALDRILLO, MUNICIPIO DE UCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	ESCALA: 1:1000 FECHA:
PROPIETARIO:	7123

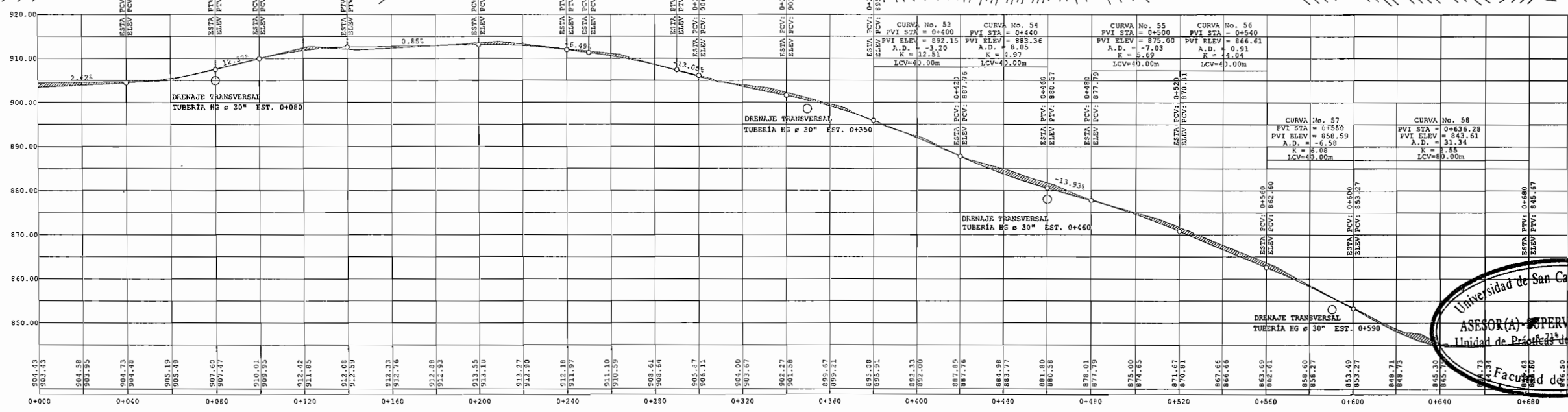
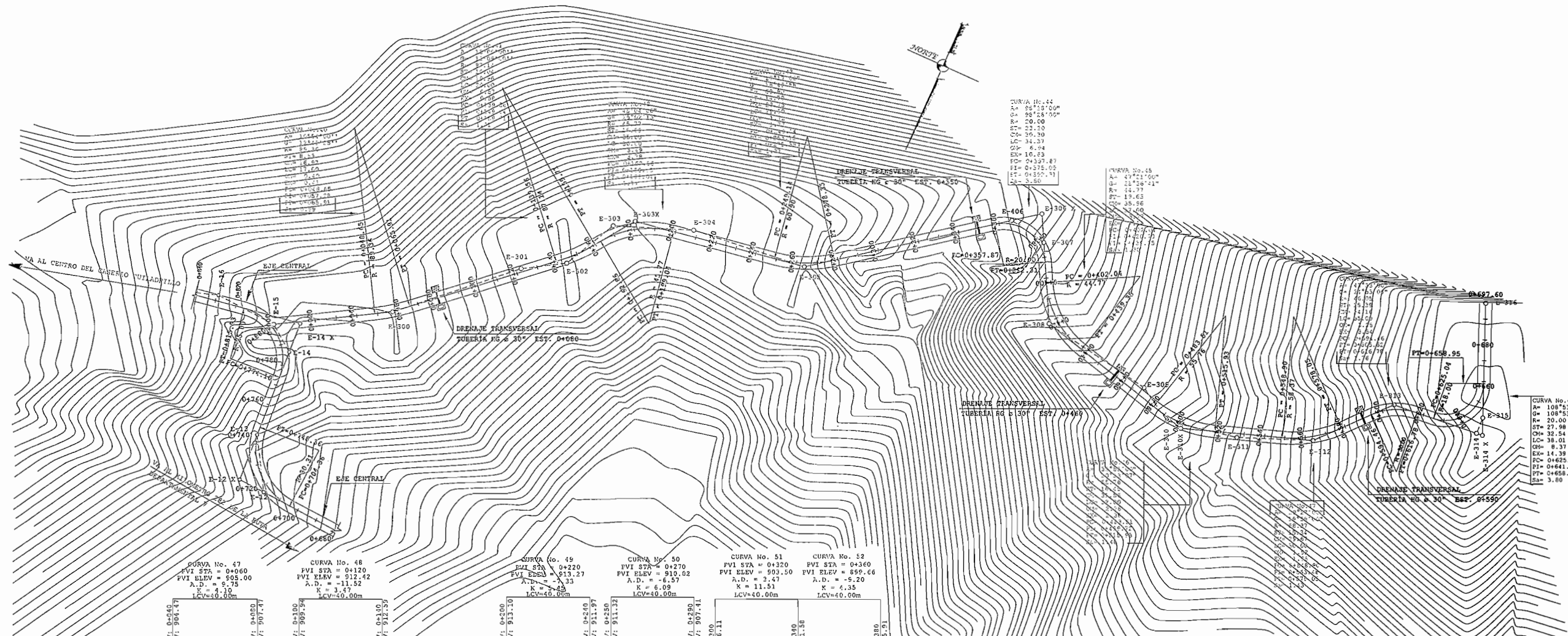


PLANTA PERFIL
TRAMO No.2 DE 0+600 A 1+044.15

Escala:
Horizontal= 1/1000
Vertical= 1/500

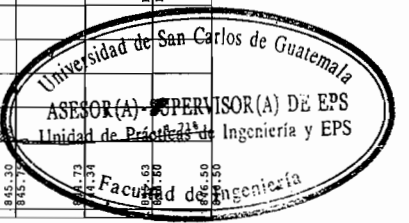


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL - EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE:	TOPOGRAFÍA: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
PLANTA PERFIL:	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
TRAMO No. 2 DE 0+600 A 1+044.15	CÁLCULO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
PROYECTO:	DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.
ORIGEN:	CASERIO TULADRILLO, MUNICIPIO DE ISCHHUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.
ESCALA:	Horizontal: 1/1000 Vertical: 1/500
PROPIETARIO:	LUIS ALFONSO ALFARO

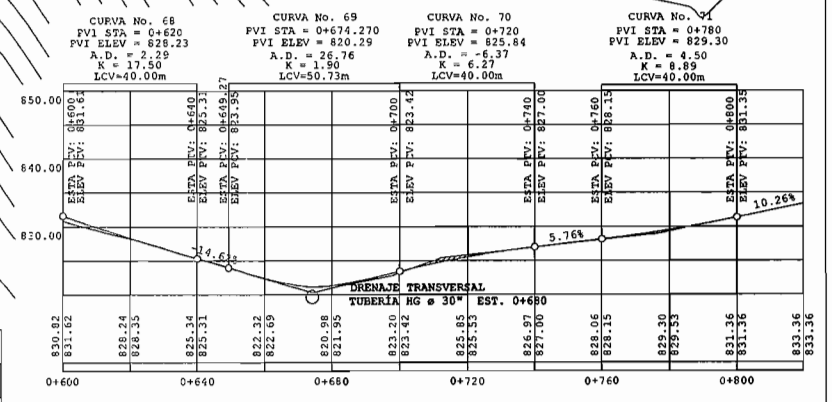
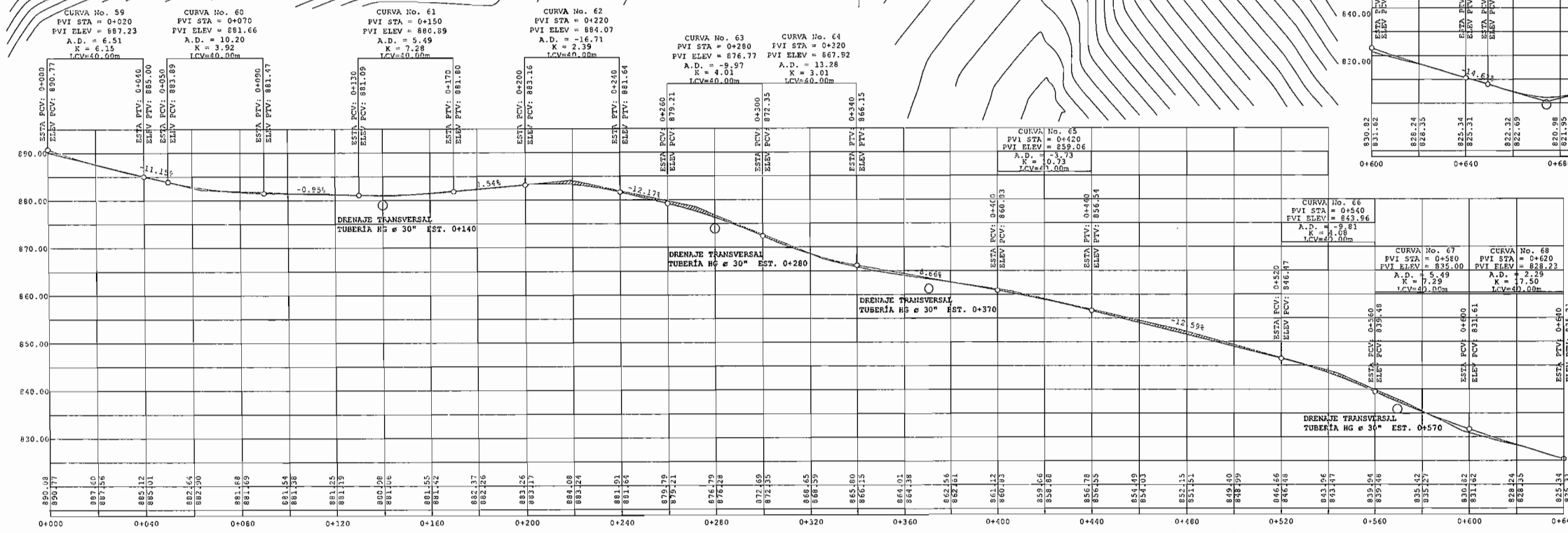


PLANTA PERFIL
TRAMO No.3 DE 0+000 A 0+697.60

Escala:
Horizontal= 1/1000
Vertical= 1/500

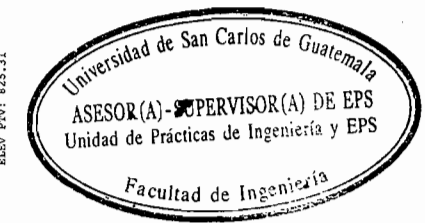


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA - INGENIERIA CIVIL - EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: PLANTA PERFIL TRAMO No. 3 DE 0+000 A 0+697.60	TOPOGRAFIA: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
ELABORACION: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON	REVISOR: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
FECHA: 12/09/23	PROPIETARIO: M. J. GARCIA

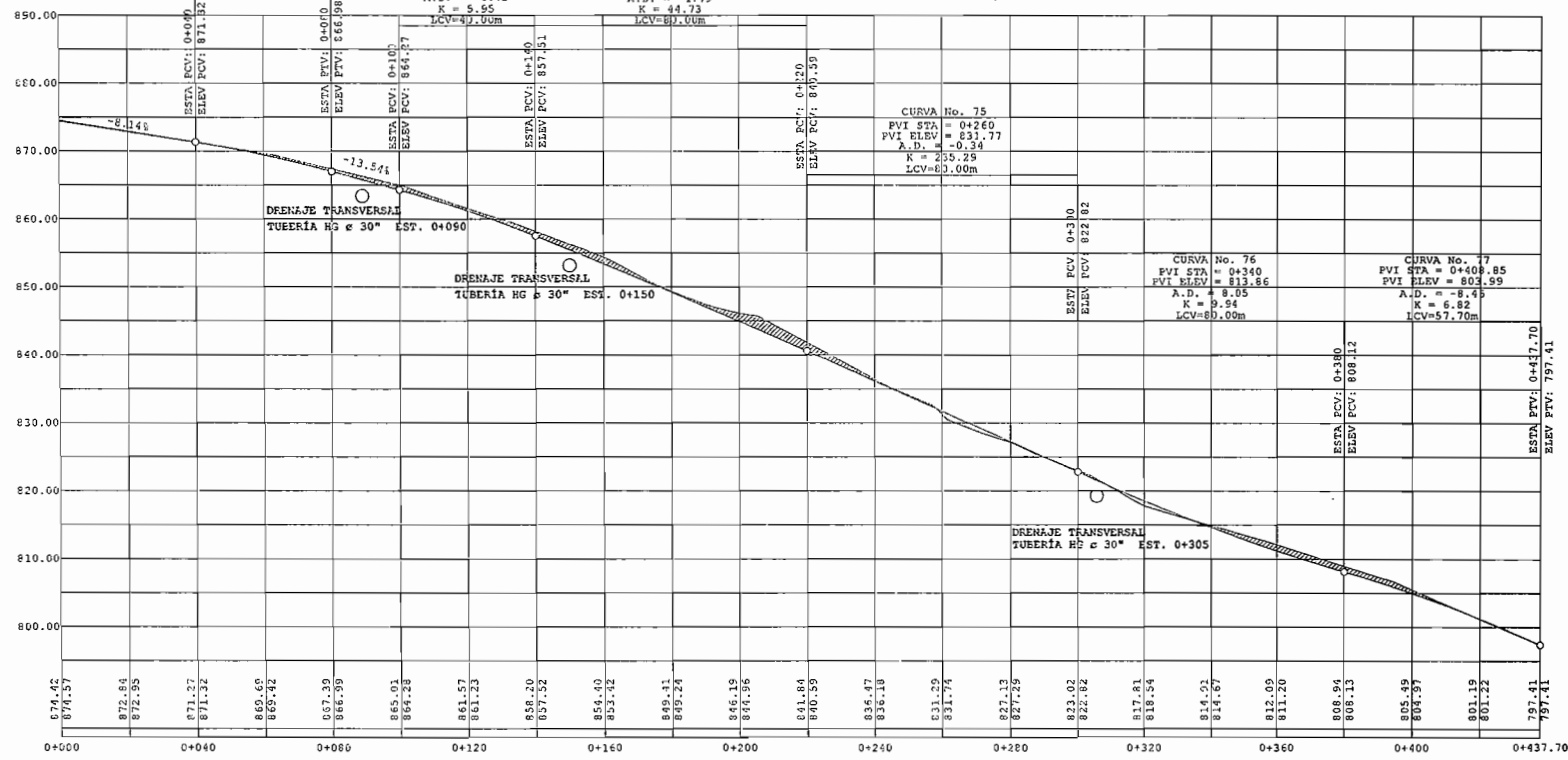
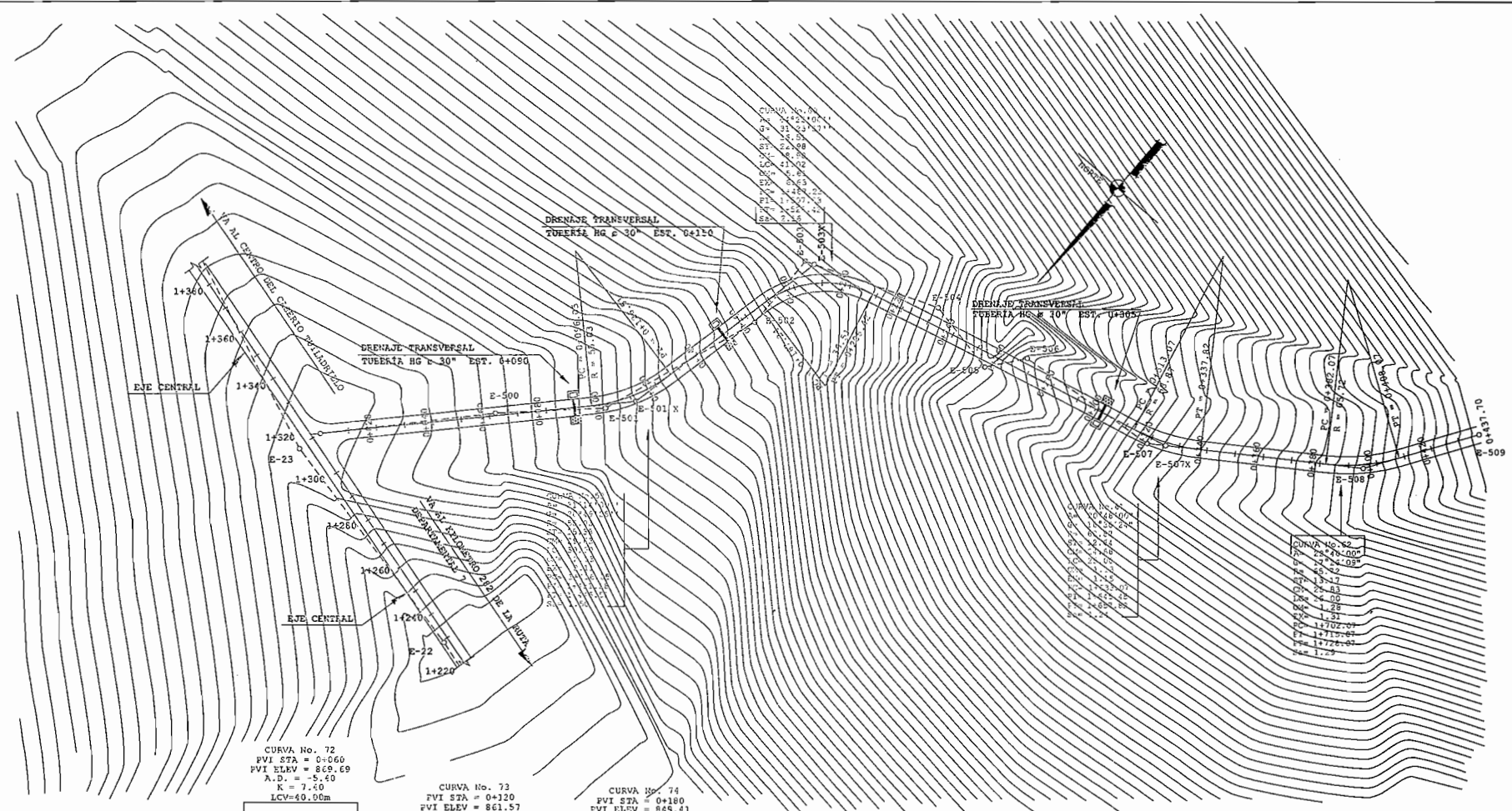


PLANTA PERFIL
TRAMO No.4 DE 0+000 A 0+819.50

Escala:
Horizontal= 1/1000
Vertical= 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA - INGENIERIA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: PLANTA PERFIL TRAMO No. 4 DE 0+000 A 0+819.50	TOPOGRAFIA: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE CASERIO RURAL.	CALCULO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON DIBUJO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
UBICACION: CASERIO TALAORILLO, MUNICIPIO DE MICHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	ESCALA: 1:1000 FECHA: 22/10/23
PROPIETARIO:	SUPERVISOR: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON

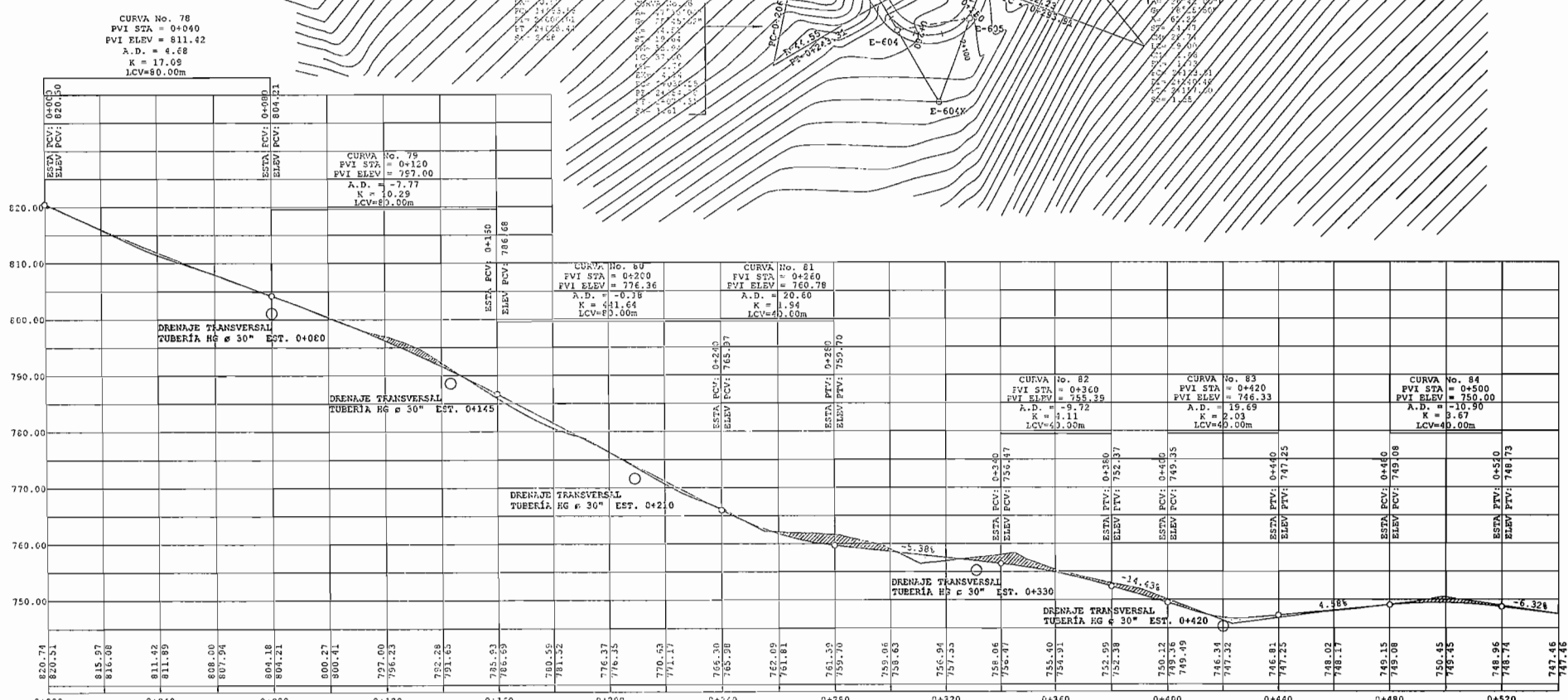
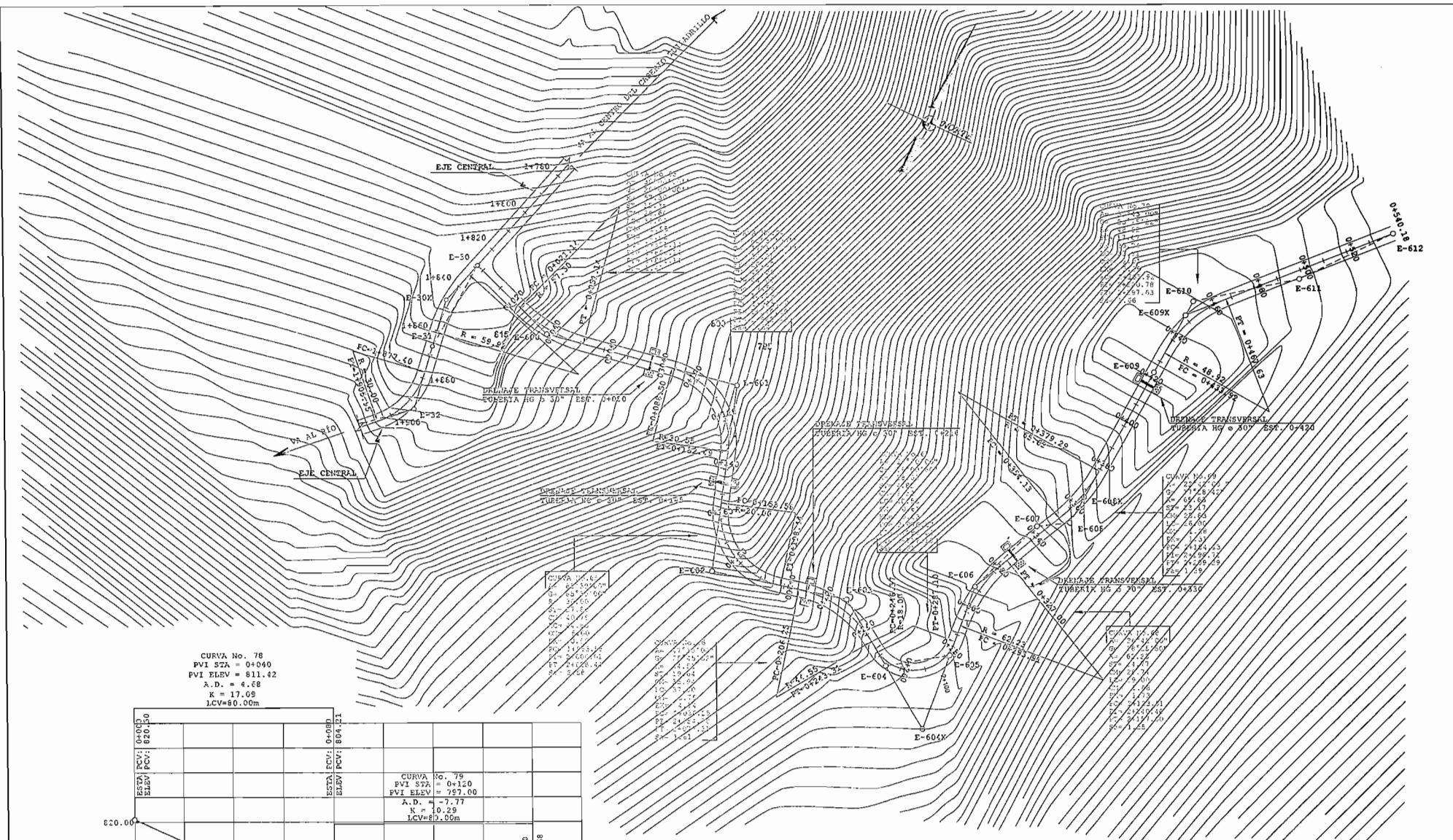


PLANTA PERFIL
TRAMO No.5 DE 0+000 A 0+437.70

Escala:
Horizontal= 1/1000
Vertical= 1/500

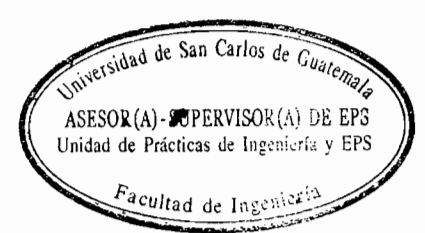


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA -INGENIERIA CIVIL- EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: PLANTA PERFIL TRAMO No. 5 DE 0+000 A 0+437.70	TOPOGRAFIA: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
UBICACIÓN: CASERIO TULADRILO, MUNICIPIO DE KICHGUAJ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	CÁLCULO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
PROPIETARIO:	DIBUJO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
	ESCALA: H= 1/1000 V= 1/500
	FECHA: 11/23

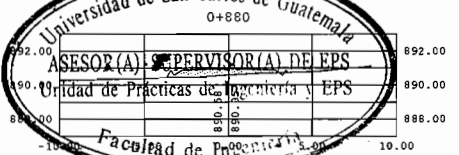
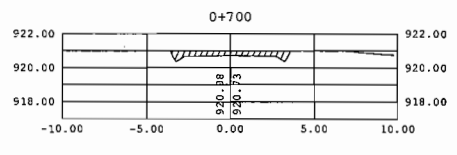
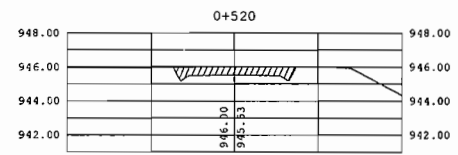
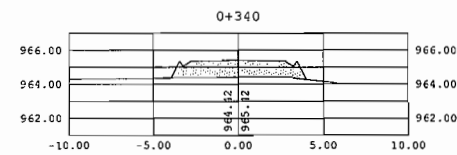
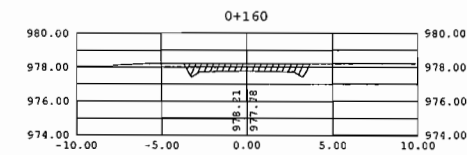
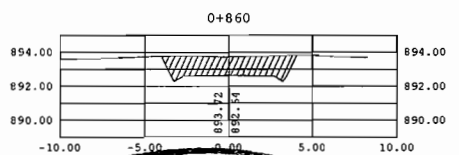
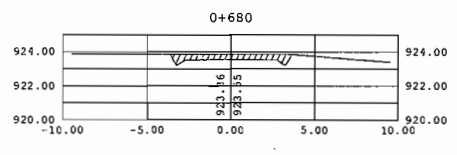
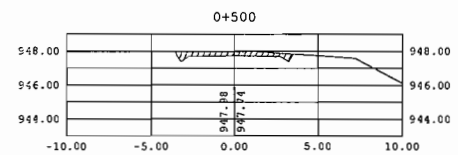
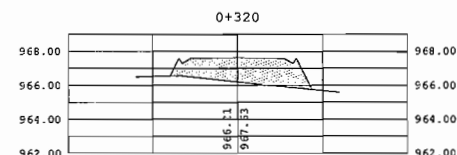
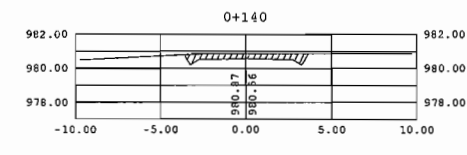
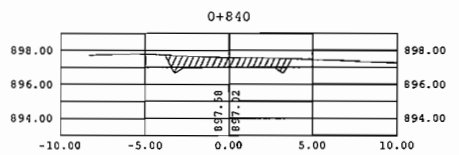
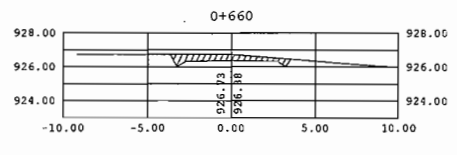
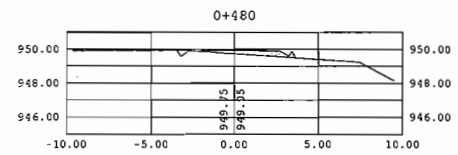
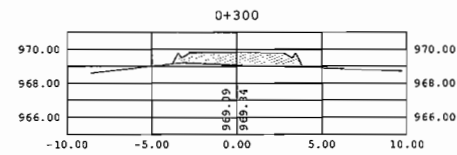
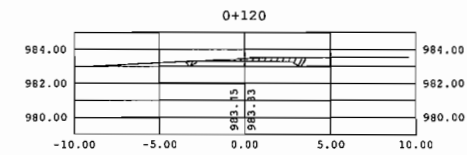
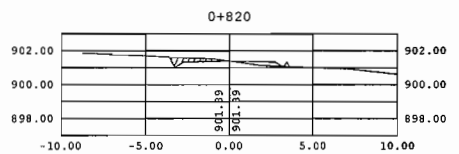
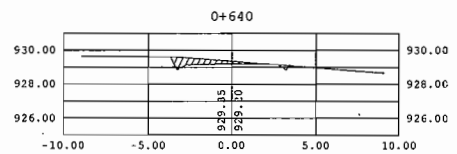
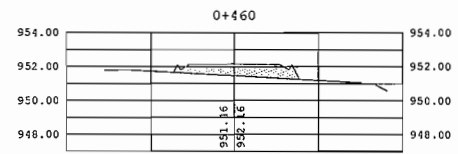
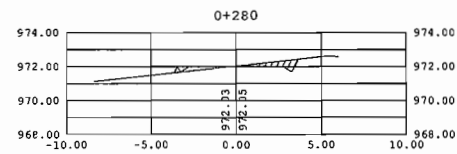
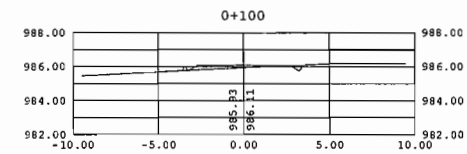
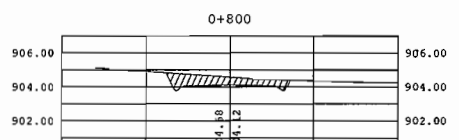
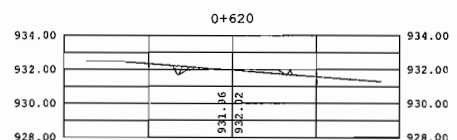
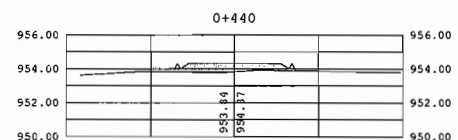
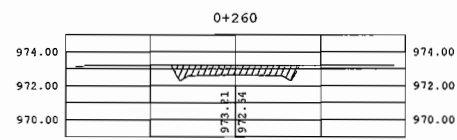
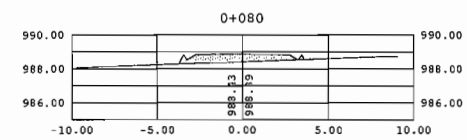
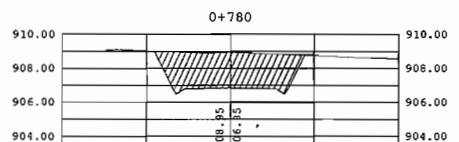
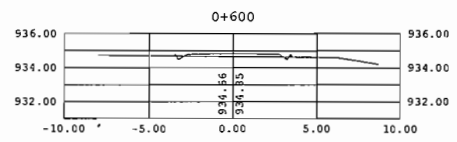
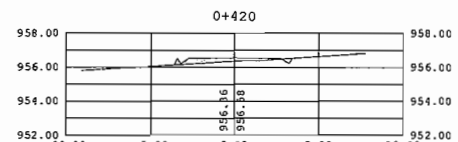
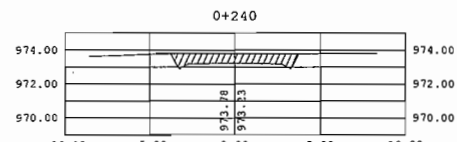
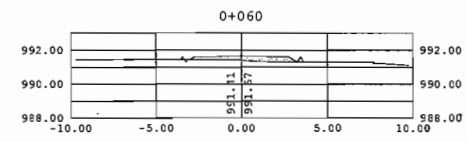
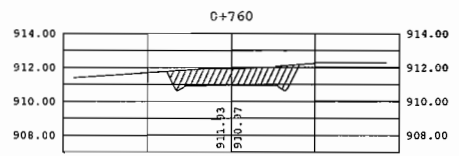
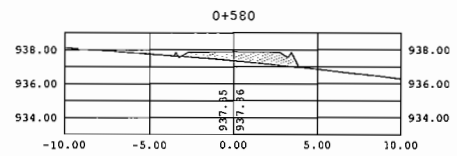
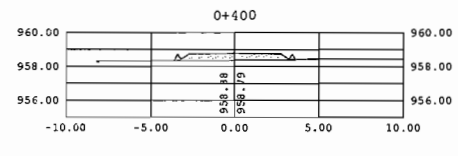
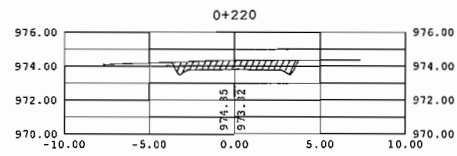
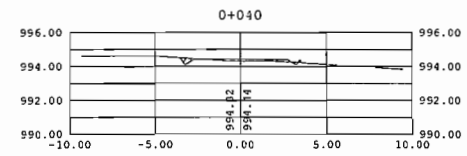
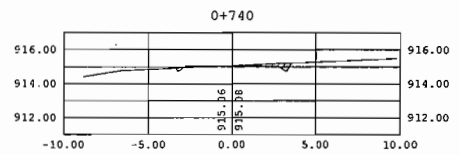
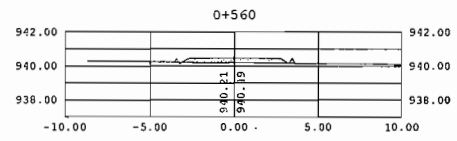
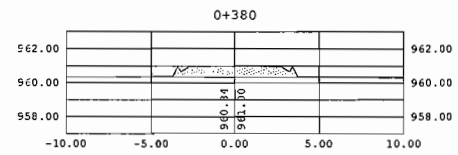
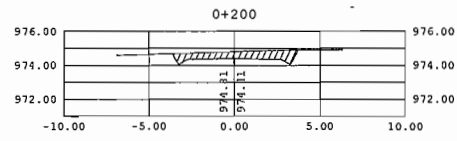
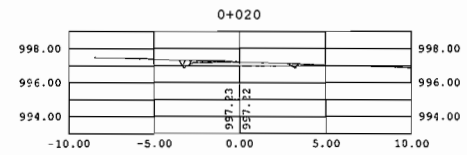
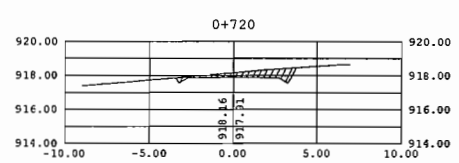
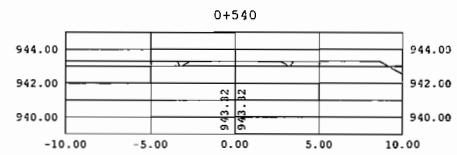
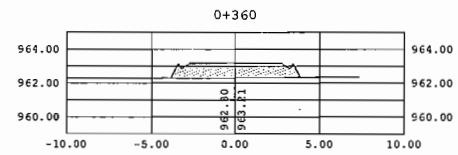
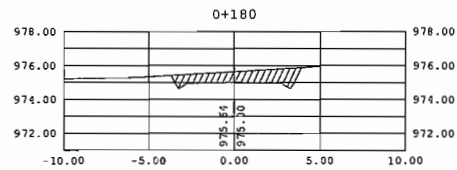
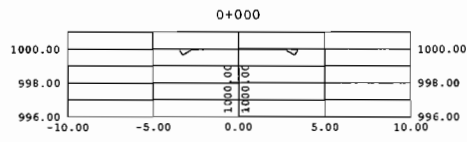


PLANTA PERFIL
TRAMO No.6 DE 0+000 A 0+540.20

Escala:
Horizontal= 1/1000
Vertical= 1/500

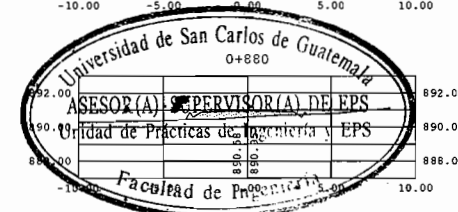


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA -INGENIERÍA CIVIL- EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTENIDO: PLANTA PERFIL TRAMO No. 6 DE 0+000 A 0+540.20	TOPOGRAFÍA: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
UBICACIÓN: CASERIO TULADRILLO, MUNICIPIO DE ICHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	CÁLCULO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
PROPIETARIO:	DIBUJO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
	ESCALA: H= 1/1000 V= 1/500
	FECHA: 22/01/2023

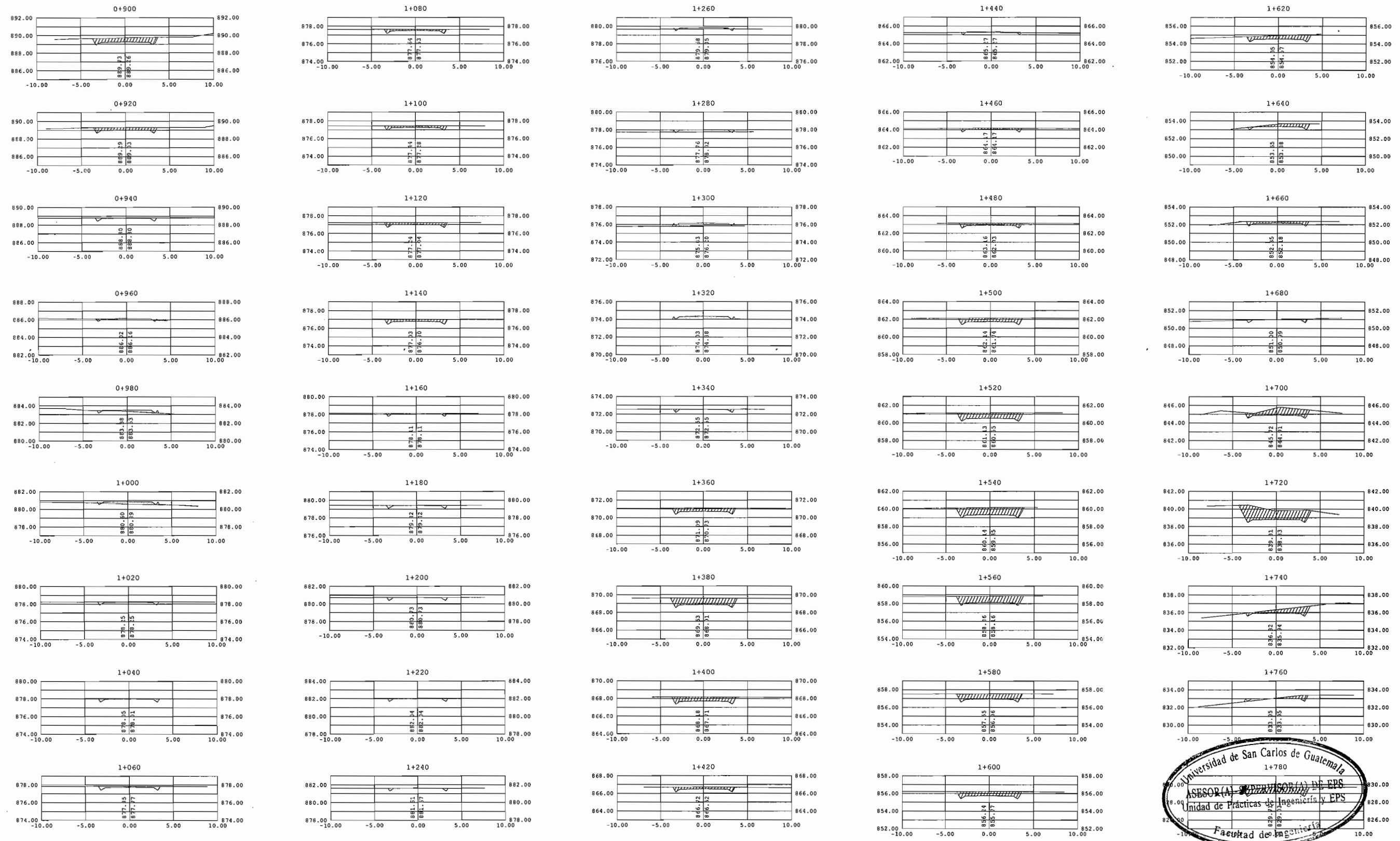


SECCIONES TRANSVERSALES

Escala: 1/200

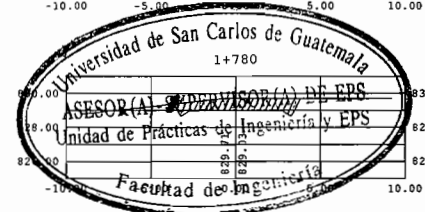


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL - EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES DE LÍNEA CENTRAL DE 4+000 A 9+000	TOPOGRAFÍA: DAVID MATIJADO PÉREZ DE LEÓN
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	DISEÑO: DAVID MATIJADO PÉREZ DE LEÓN CÁLCULO: DAVID MATIJADO PÉREZ DE LEÓN
UBICACIÓN: CABEZO TULADRILLO, MUNICIPIO DE TICHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	ESCALA: 1/200
PROPIETARIO:	FECHA: 2011

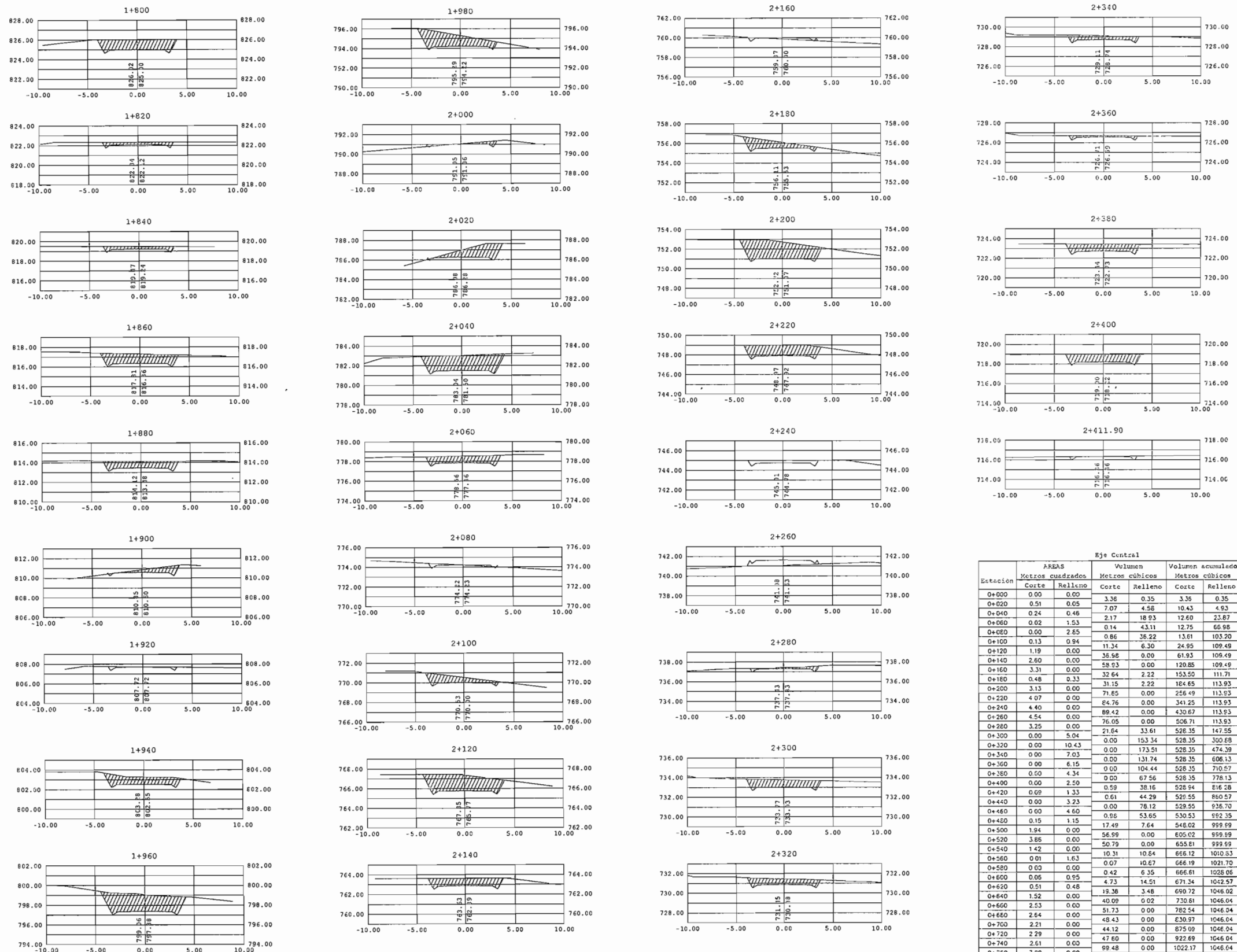


SECCIONES TRANSVERSALES

Escala: 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL - EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES DE EJE CENTRAL DE 6+000 A 1+780	TOPOGRAFÍA: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
UBICACIÓN: CASERIO TALLADRILO, MUNICIPIO DE DICHÓN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	CÁLCULO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
PROPIETARIO:	ESCALA: 1/200 FECHA: 2011



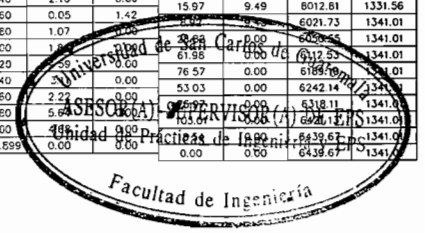
Estación	AREAS		Volumen		Volumen acumulado	
	Metros cuadrados		Metros cúbicos		Metros cúbicos	
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno
0+800	3.81	0.00	88.24	0.00	1466.59	1046.04
0+820	3.24	0.00	79.40	0.00	1545.99	1046.04
0+840	4.75	0.00	84.36	0.00	1630.35	1046.04
0+860	3.70	0.00	25.30	14.53	1655.65	1060.57
0+880	0.02	2.15	8.44	14.53	1664.09	1075.10
0+900	1.17	0.00	34.24	0.00	1698.33	1075.10
0+920	2.32	0.00	69.76	0.00	1768.09	1075.10
0+940	4.80	0.00	37.30	4.42	1805.39	1079.52
0+960	0.12	0.66	2.11	15.35	1807.50	1094.87
0+980	0.10	0.86	1.34	23.10	1808.85	1117.97
1+000	0.04	1.48	0.27	51.32	1809.12	1169.29
1+020	0.00	1.83	4.87	25.55	1813.98	1194.84
1+040	0.73	0.00	17.28	0.00	1831.27	1194.84
1+060	1.01	0.00	22.79	0.00	1854.06	1194.84
1+080	1.25	0.00	28.26	0.00	1882.32	1194.84
1+100	1.55	0.00	33.69	0.00	1916.01	1194.84
1+120	1.82	0.00	39.07	0.00	1955.08	1194.84
1+140	2.09	0.73	5.09	4.84	1931.54	1199.68
1+160	0.46	0.00	9.21	0.00	1945.84	1204.52
1+180	0.46	0.00	9.18	0.00	1955.03	1204.52
1+200	0.46	0.00	23.27	0.00	1978.30	1204.52
1+220	2.06	0.00	32.45	0.00	2010.74	1204.52
1+240	1.22	0.00	10.91	5.10	2021.65	1209.62
1+260	0.09	0.76	1.00	21.58	2022.65	1231.20
1+280	0.02	1.43	0.14	35.47	2022.79	1266.67
1+300	0.00	2.14	0.00	41.51	2022.79	1308.18
1+320	0.00	2.01	3.33	13.38	2026.12	1321.56
1+340	0.49	0.00	31.64	0.00	2057.76	1321.56
1+360	3.04	0.00	75.56	0.00	2133.32	1321.56
1+380	4.56	0.00	83.14	0.00	2216.46	1321.56
1+400	3.76	0.00	55.14	0.00	2271.61	1321.56
1+420	1.85	0.00	12.41	0.00	2284.01	1321.56
1+440	0.00	0.00	0.00	0.00	2284.01	1321.56
1+460	0.00	0.00	13.33	0.00	2297.34	1321.56
1+480	2.00	0.00	52.89	0.00	2350.23	1321.56
1+500	3.35	0.00	80.69	0.00	2430.92	1321.56
1+520	4.76	0.00	109.84	0.00	2540.76	1321.56
1+540	6.25	0.00	118.88	0.00	2659.64	1321.56
1+560	5.64	0.00	103.36	0.00	2783.00	1321.56
1+580	4.71	0.00	84.41	0.00	2847.41	1321.56

Estación	AREAS		Volumen		Volumen acumulado	
	Metros cuadrados		Metros cúbicos		Metros cúbicos	
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno
1+600	3.75	0.00	88.30	0.00	2915.71	1321.56
1+620	3.13	0.00	48.51	0.01	2994.22	1321.57
1+640	1.88	0.00	34.93	0.01	2999.15	1321.58
1+660	1.62	0.00	102.26	0.00	3101.40	1321.58
1+680	9.77	0.00	140.79	0.00	3242.19	1321.58
1+700	4.63	0.00	63.59	0.00	3305.79	1321.58
1+720	3.16	0.00	63.59	0.00	3369.39	1321.58
1+740	3.22	0.00	87.06	0.01	3438.45	1321.59
1+760	2.50	0.00	72.69	0.01	3512.14	1321.60
1+780	4.90	0.00	107.05	0.00	3619.19	1321.60
1+800	5.62	0.00	74.42	0.00	3693.61	1321.60
1+820	1.96	0.00	41.17	0.00	3734.79	1321.60
1+840	2.16	0.00	90.07	0.00	3824.85	1321.60
1+860	7.39	0.00	125.14	0.00	3949.99	1321.60
1+880	5.19	0.00	71.03	0.13	4021.02	1321.72
1+900	2.30	0.02	67.51	0.12	4088.53	1321.84
1+920	4.58	0.00	105.62	0.00	4194.15	1321.84
1+940	6.09	0.00	151.83	0.00	4345.98	1321.84
1+960	9.37	0.00	177.21	0.00	4523.19	1321.84
1+980	8.73	0.00	116.17	0.00	4639.37	1321.84
2+000	3.32	0.00	84.66	0.12	4724.02	1321.96
2+020	5.67	0.02	154.03	0.11	4878.05	1322.08
2+040	9.93	0.00	151.63	0.00	5029.69	1322.08
2+060	5.45	0.00	62.79	0.00	5092.47	1322.08
2+080	1.35	0.00	52.99	0.00	5145.46	1322.08
2+100	4.35	0.00	131.91	0.00	5277.37	1322.08
2+120	9.14	0.00	149.37	0.00	5426.74	1322.08
2+140	5.92	0.00	79.13	0.00	5505.87	1322.08
2+160	2.33	0.00	67.97	0.00	5573.84	1322.08
2+180	4.74	0.00	145.01	0.00	5718.85	1322.08
2+200	10.10	0.00	162.11	0.00	5900.97	1322.08
2+220	8.15	0.00	95.87	0.00	5996.84	1322.08
2+240	2.10	0.00	15.97	9.49	6012.81	1331.56
2+260	0.05	1.42	6071.73	1341.01	6071.73	1341.01
2+280	1.07	0.00	61.58	0.00	6133.31	1341.01
2+300	1.80	0.00	76.57	0.00	6189.88	1341.01
2+320	2.22	0.00	53.03	0.00	6242.91	1341.01
2+340	0.00	0.00	62.42	0.00	6305.33	1341.01
2+360	2.22	0.00	62.42	0.00	6367.75	1341.01
2+380	5.66	0.00	103.84	0.00	6471.59	1341.01
2+400	0.00	0.00	64.39	0.00	6535.98	1341.01
2+411.90	0.00	0.00	0.00	0.00	6535.98	1341.01

Estación	AREAS		Volumen		Volumen acumulado	
	Metros cuadrados		Metros cúbicos		Metros cúbicos	
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno
0+000	0.00	0.00	3.36	0.35	3.36	0.35
0+020	0.51	0.05	7.07	4.58	10.43	4.93
0+040	0.24	0.46	2.17	18.93	12.60	23.87
0+060	0.02	1.53	0.14	43.11	12.75	66.98
0+080	0.00	2.85	0.86	36.22	13.61	103.20
0+100	0.13	0.94	11.34	6.30	24.95	109.49
0+120	1.19	0.00	38.58	0.00	61.93	109.49
0+140	2.60	0.00	58.93	0.00	120.85	109.49
0+160	3.31	0.00	32.64	2.22	153.50	111.71
0+180	0.48	0.33	31.15	2.22	184.65	113.93
0+200	3.13	0.00	71.85	0.00	256.49	113.93
0+220	4.07	0.00	84.76	0.00	341.25	113.93
0+240	4.40	0.00	89.42	0.00	430.67	113.93
0+260	4.54	0.00	76.05	0.00	506.71	113.93
0+280	3.25	0.00	21.64	33.61	528.35	147.55
0+300	0.00	5.04	0.00	153.34	528.35	300.89
0+320	0.00	10.43	0.00	173.51	528.35	474.39
0+340	0.00	7.03	0.00	131.74	528.35	606.13
0+360	0.00	6.15	0.00	104.44	528.35	710.57
0+380	0.00	4.34	0.00	67.56	528.35	778.13
0+400	0.00	2.50	0.00	38.16	528.35	816.28
0+420	0.09	1.33	0.59	38.16	528.94	816.28
0+440	0.00	3.23	0.61	44.29	529.55	860.57
0+460	0.00	4.60	0.00	78.12	529.55	938.70
0+480	0.15	1.15	0.86	53.65	530.53	892.35
0+500	1.94	0.00	17.49	7.64	548.02	999.99
0+520	3.68	0.00	56.99	0.00	605.02	999.99
0+540	1.42	0.00	50.79	0.00	655.81	999.99
0+560	0.01	1.63	10.31	10.84	666.19	1021.70
0+580	0.00	0.00	0.07	10.87	666.19	1021.70
0+600	0.06	0.55	0.42	6.35	666.61	1028.05
0+620	0.51	0.48	4.73	14.51	671.34	1042.57
0+640	1.52	0.00	19.38	3.48	690.72	1046.04
0+660	2.53	0.00	40.09	0.02	730.81	1046.04
0+680	2.64	0.00	51.73	0.00	782.54	1046.04
0+700	2.21	0.00	48.43	0.00	830.97	1046.04
0+720	2.29	0.00	44.12	0.00	875.09	1046.04
0+740	2.61	0.00	47.80	0.00	922.89	1046.04
0+760	7.80	0.00	99.48	0.00	1022.37	1046.04
0+780	13.77	0.00	212.87	0.00	1235.25	1046.04

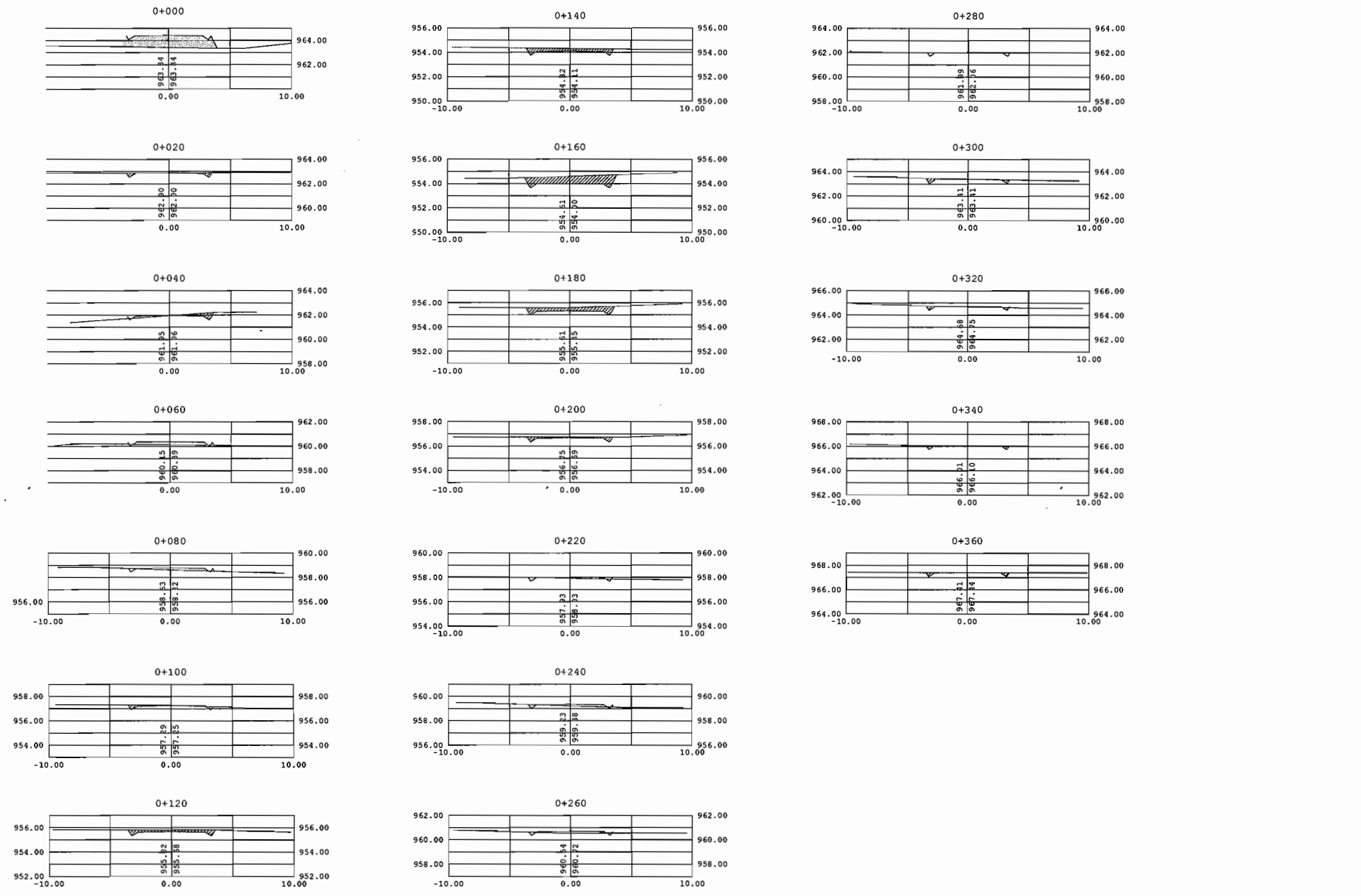
SECCIONES TRANSVERSALES

Escala: 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES DE EJE CENTRAL DE 1+850 A 2+411.90	TOPOGRAFÍA: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y REAJUSTAMIENTO DE CAMINO RURAL	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
UBICACIÓN: CASERÍO TULADILLO, MUNICIPIO DE IXCHEQUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	DIBUJO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
	ESCALA: 1:200
	FECHA: 11/2011



Trecho No. 1

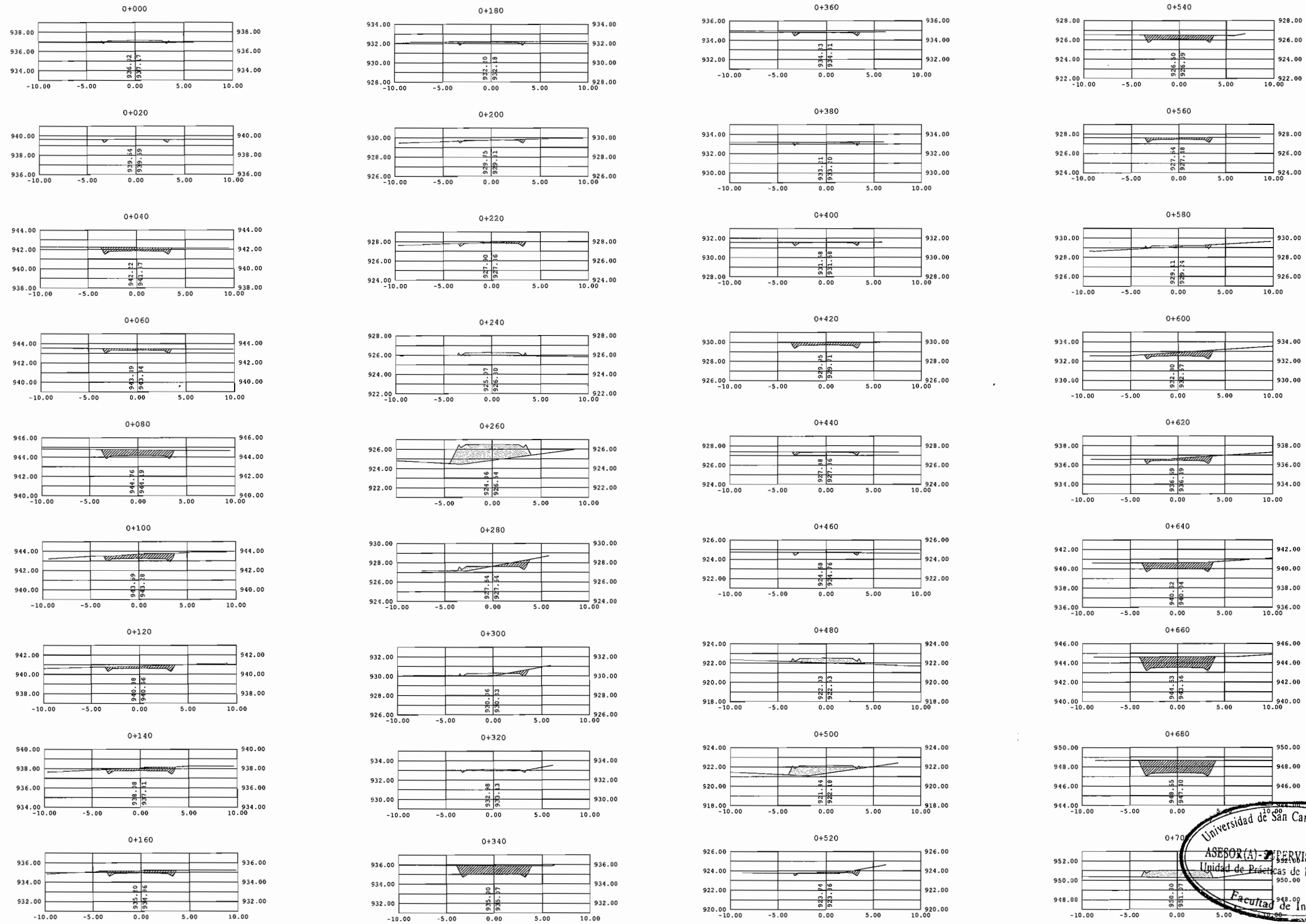
Estación	ÁREAS		Volumen		Volumen acumulado	
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno
0+000	0.00	0.00	3.21	0.00	3.21	0.00
0+020	0.48	0.00	16.56	0.06	19.77	0.06
0+040	1.29	0.01	10.23	9.21	30.00	9.27
0+060	0.03	1.27	1.10	22.40	31.10	31.67
0+080	0.09	0.95	6.20	6.41	37.31	38.08
0+100	0.61	0.00	19.87	0.00	57.18	38.08
0+120	1.44	0.00	10.75	9.99	67.93	48.06
0+140	0.02	1.50	9.72	10.01	77.66	58.08
0+160	1.32	0.00	36.98	0.00	114.63	58.08
0+180	2.44	0.00	32.09	0.00	146.73	58.08
0+200	0.90	0.00	9.43	3.04	156.16	61.12
0+220	0.15	0.46	2.74	11.32	158.90	72.44
0+240	0.12	0.58	2.36	14.63	161.26	87.06
0+260	0.11	0.78	2.95	9.76	164.21	96.82
0+280	0.19	0.25	6.52	1.59	170.73	98.42
0+300	0.48	0.00	7.19	1.59	177.92	100.01
0+320	0.25	0.23	4.32	5.28	182.24	105.29
0+340	0.18	0.30	4.41	3.21	186.65	108.50
0+360	0.26	0.06	0.00	0.00	186.65	108.50

SECCIONES TRANSVERSALES

Escala: 1/200

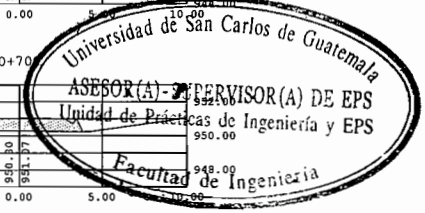


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL - EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES DE TRAMO No. 1 DE 0+000 A 0+360	TOPOGRAFÍA: DAVID MATHYDAD PÉREZ DE LEÓN
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	DISEÑO: DAVID MATHYDAD PÉREZ DE LEÓN CÁLCULO: DAVID MATHYDAD PÉREZ DE LEÓN DIBUJO: DAVID MATHYDAD PÉREZ DE LEÓN
UBICACIÓN: CASERÍO TULADILLO, MUNICIPIO DE IXIMUJÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	ESCALA: 1/200 FECHA: 08.01.14
PROPIETARIO:	PROYECTISTA:

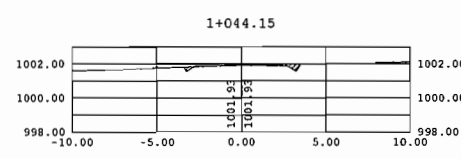
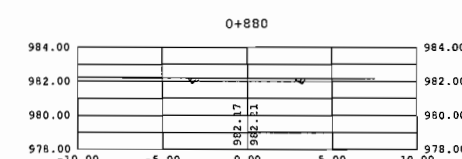
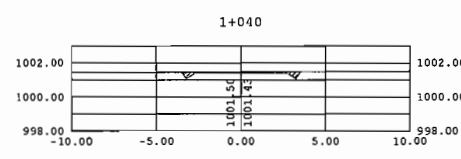
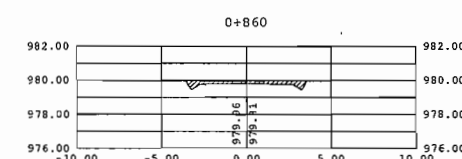
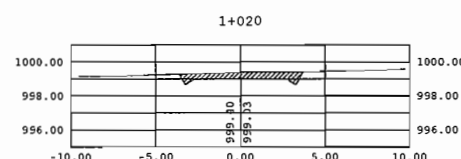
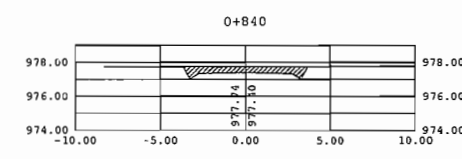
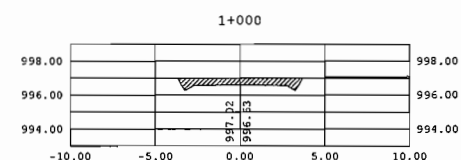
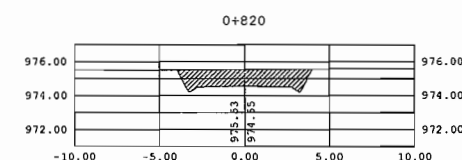
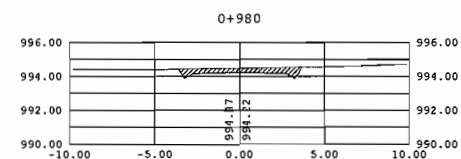
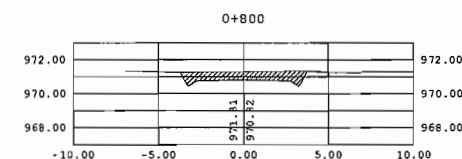
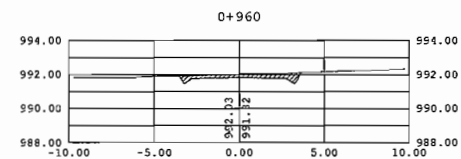
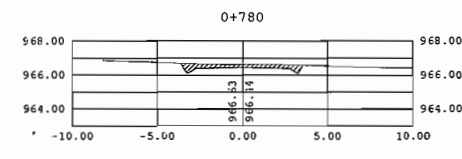
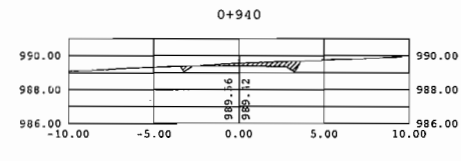
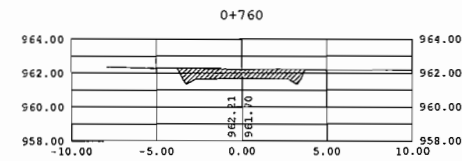
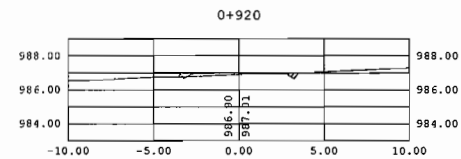
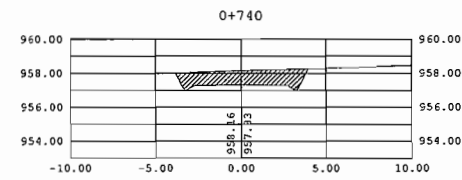
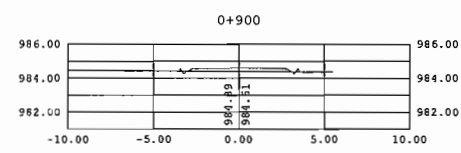
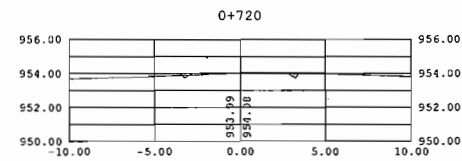


SECCIONES TRANSVERSALES

Escala: 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA -INGENIERIA CIVIL- EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES DE TRAMO No. 2 DE 0+000 A 0+700	TOPOGRAFIA: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
UBICACIÓN: CASERÍO TULACRILLO, MUNICIPIO DE DICHÓN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	CÁLCULO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
	DIBUJO: DAVID NATIVIDAD PEREZ DE LEON
	ESCALA: 1/200
	FECHA: 2011
PROPIETARIO:	17/23



Tramo No. 2

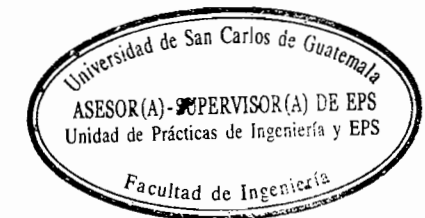
Estación	ÁREAS		Volumen		Volumen acumulado	
	Metros cuadrados	Corte	Metros cúbicos	Relleño	Metros cúbicos	Relleño
0+000	0.02	1.38	1.94	13.75	1.94	13.75
0+020	0.20	0.18	25.61	1.21	27.56	14.96
0+040	2.88	0.00	41.88	0.00	69.44	14.96
0+060	1.40	0.00	56.17	0.00	125.60	14.96
0+080	4.51	0.00	76.86	0.00	202.46	14.96
0+100	3.21	0.00	52.22	0.00	254.68	14.96
0+120	2.05	0.00	43.35	0.00	298.03	14.96
0+140	2.28	0.00	43.65	0.00	341.68	14.96
0+160	2.08	0.00	25.96	0.00	367.64	14.96
0+180	0.65	0.00	9.11	1.56	376.75	16.52
0+200	0.29	0.23	10.07	1.56	386.82	18.09
0+220	0.76	0.00	5.23	12.88	392.06	30.97
0+240	0.00	1.93	0.01	12.88	392.06	43.85
0+260	0.00	0.00	9.60	5.72	401.67	49.57
0+280	1.44	0.86	18.77	18.16	420.44	67.72
0+300	0.51	0.96	5.74	16.34	426.18	84.06
0+320	0.11	0.68	50.51	4.55	476.70	88.61
0+340	6.62	0.00	60.97	0.00	537.66	88.61
0+360	0.58	0.00	9.41	0.00	547.07	88.61
0+380	0.47	0.00	24.38	0.00	571.45	88.61
0+400	0.47	0.00	26.29	0.00	597.74	88.61
0+420	2.18	0.00	7.86	1.49	605.60	90.10
0+440	0.61	0.00	1.39	22.85	607.00	90.10
0+460	0.21	0.22	0.00	83.40	617.46	201.36
0+480	0.00	3.12	3.20	48.40	620.66	249.76
0+500	0.00	5.32	34.51	2.86	655.17	252.62
0+520	0.48	0.43	48.27	0.00	703.43	252.62
0+540	3.42	0.00	15.50	4.67	718.93	257.30
0+560	1.54	0.00				

Tramo No. 2

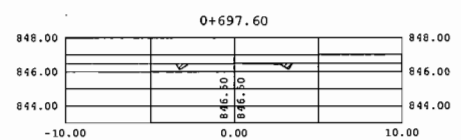
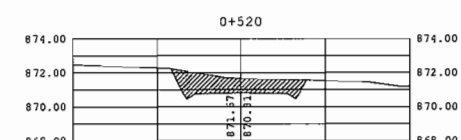
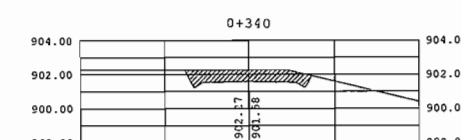
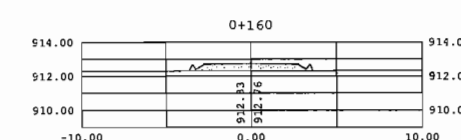
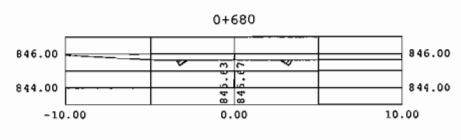
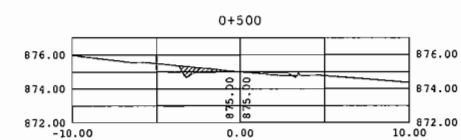
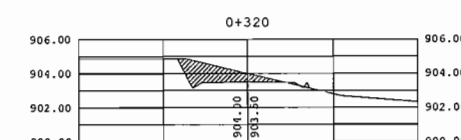
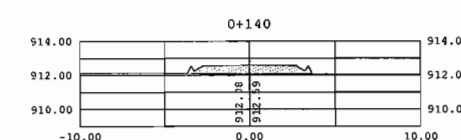
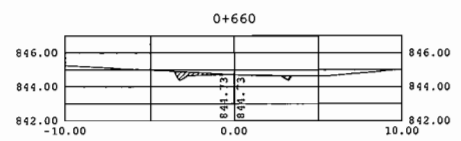
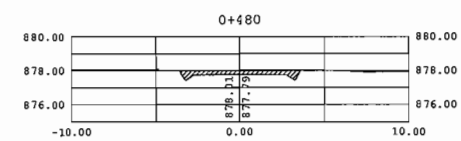
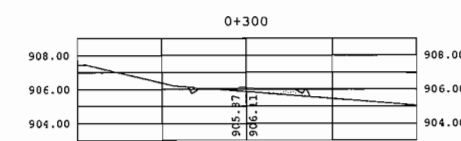
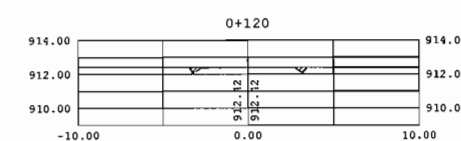
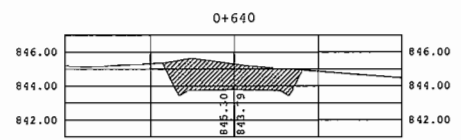
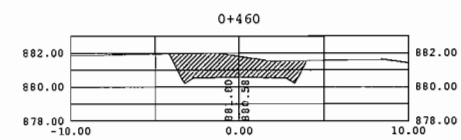
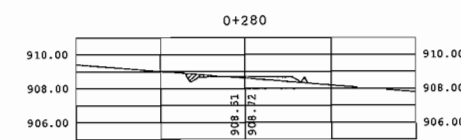
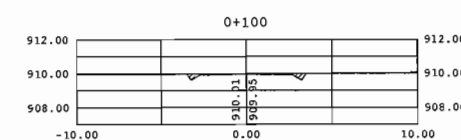
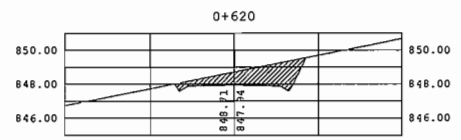
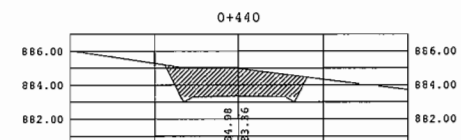
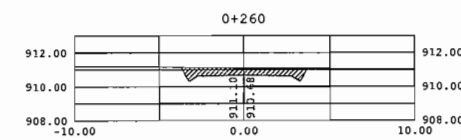
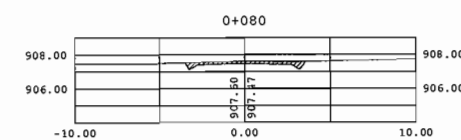
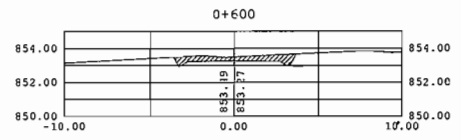
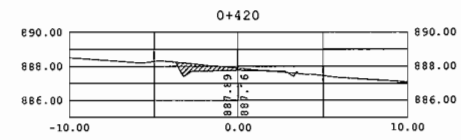
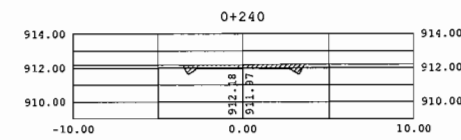
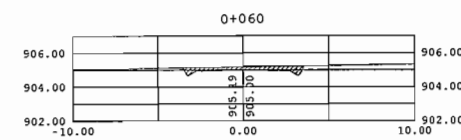
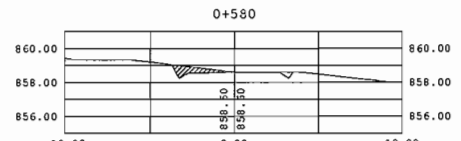
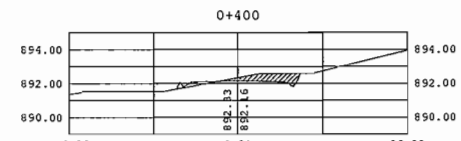
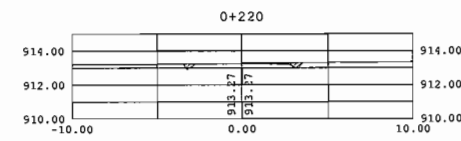
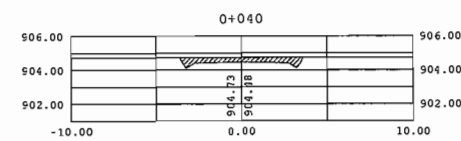
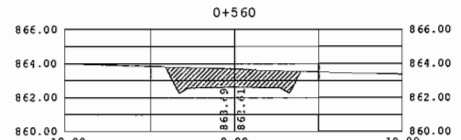
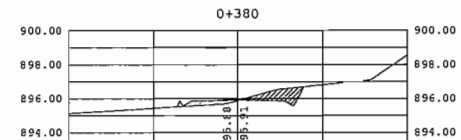
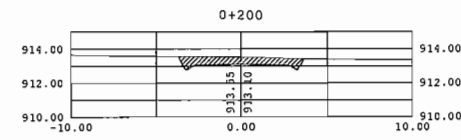
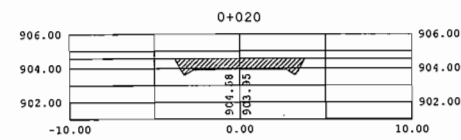
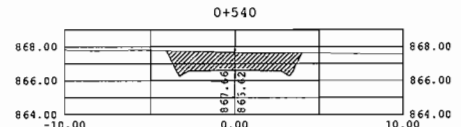
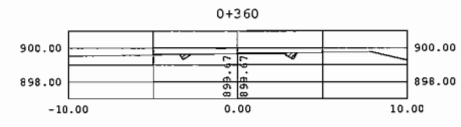
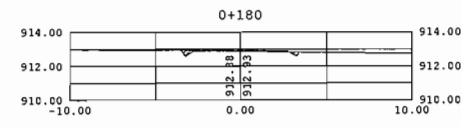
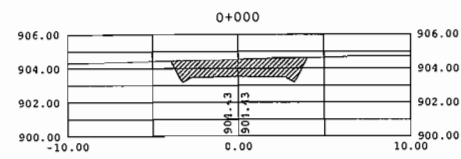
Estación	ÁREAS		Volumen		Volumen acumulado	
	Metros cuadrados	Corte	Metros cúbicos	Relleño	Metros cúbicos	Relleño
0+580	0.22	0.70	25.31	4.67	744.24	261.97
0+600	2.80	0.00	47.22	0.00	791.46	261.97
0+620	1.94	0.00	64.19	0.00	855.65	261.97
0+640	4.67	0.00	129.59	0.00	985.25	261.97
0+660	8.47	0.00	183.33	0.00	1168.57	261.97
0+680	9.88	0.00	65.84	34.50	1234.42	296.47
0+700	0.00	5.18	1.27	46.19	1235.68	342.66
0+720	0.19	0.37	52.56	2.46	1288.25	345.12
0+740	6.58	0.00	109.37	0.00	1397.62	345.12
0+760	4.43	0.00	61.01	0.00	1458.63	345.12
0+780	1.85	0.00	57.27	0.00	1515.90	345.12
0+800	4.01	0.00	114.77	0.00	1630.67	345.12
0+820	7.66	0.00	101.69	0.00	1732.36	345.12
0+840	2.89	0.00	43.58	0.00	1775.94	345.12
0+860	1.54	0.00	16.57	0.43	1792.52	345.55
0+880	0.28	0.06	2.93	9.84	1795.44	355.39
0+900	0.04	1.14	1.78	17.03	1797.22	372.42
0+920	0.14	0.59	13.33	3.95	1810.55	376.37
0+940	1.40	0.00	32.88	0.00	1843.43	376.37
0+960	1.89	0.00	42.68	0.00	1886.11	376.37
0+980	2.38	0.00	55.80	0.00	1941.90	376.37
1+000	3.22	0.00	61.08	0.00	2002.98	376.37
1+020	2.89	0.00	34.16	0.00	2037.14	376.37
1+040	0.75	0.00	5.03	0.00	2042.17	376.37
1+060	0.00	0.00	0.00	0.00	2042.17	376.37
1+080	0.00	0.00	0.00	0.00	2042.17	376.37
1+100	0.00	0.00	0.00	0.00	2042.17	376.37
1+120	0.00	0.00	0.00	0.00	2042.17	376.37
1+140	0.00	0.00	0.00	0.00	2042.17	376.37
1+152.718	0.00	0.00	0.00	0.00	2042.17	376.37

SECCIONES TRANSVERSALES

Escala: 1/200



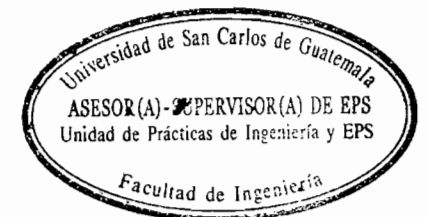
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL - EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES DE TRAMO No. 2 DE 0+720 A 1+044.15	PROYECTISTA: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN	TOPOGRAFÍA: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	CÁLULO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN	REVISOR: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN	FECHA: 15/08/23
UBICACIÓN: CASERIO TULADORILLO, MUNICIPIO DE TICHQUIJÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	ESCALA: 1/200	PROPIETARIO:	ING. LUIS CRISTÓBAL PEREZ PEREZ



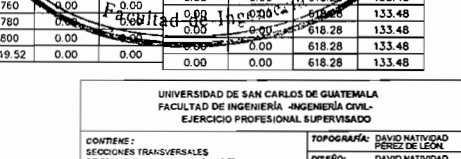
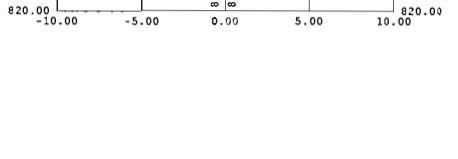
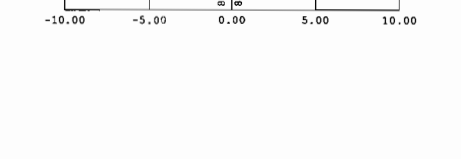
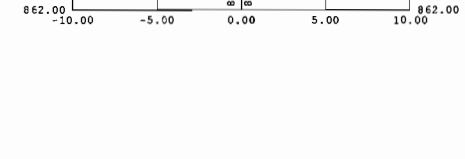
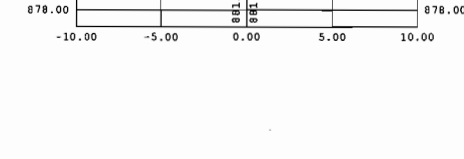
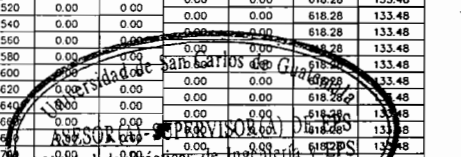
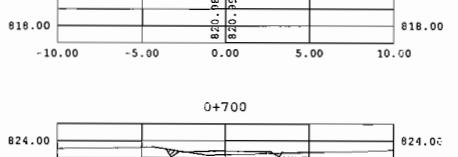
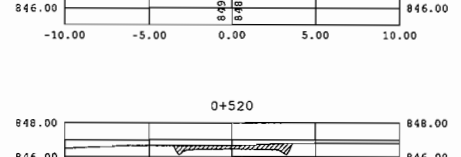
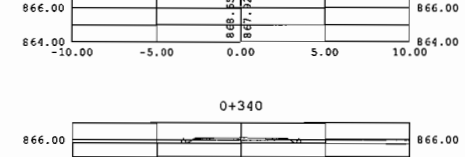
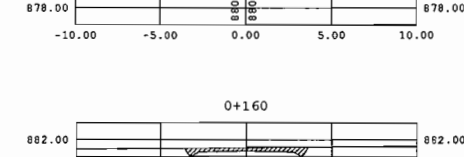
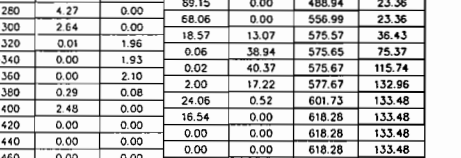
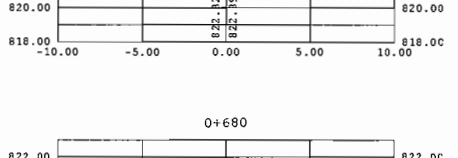
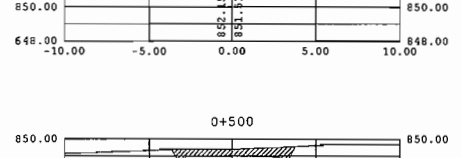
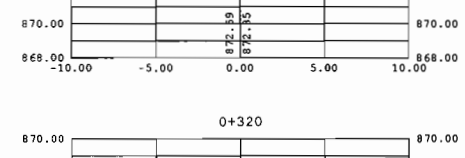
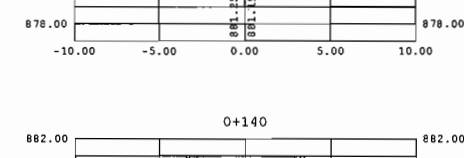
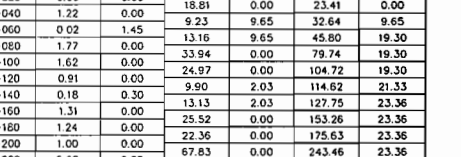
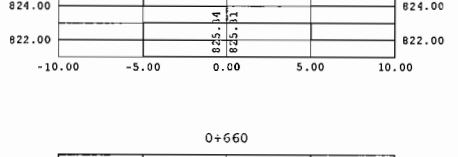
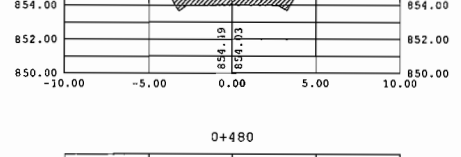
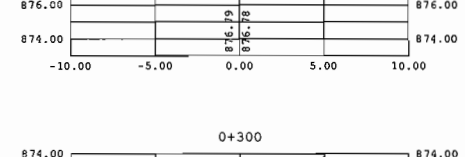
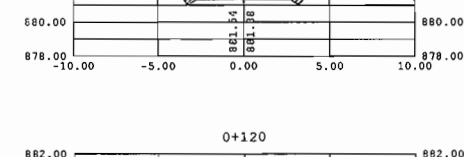
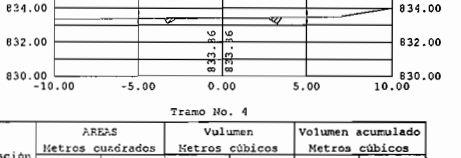
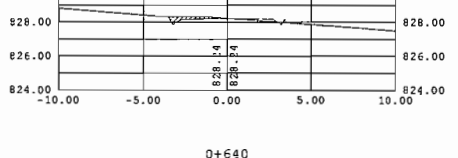
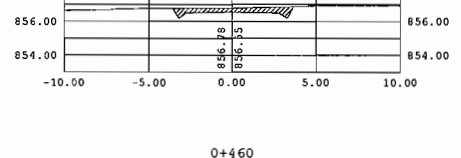
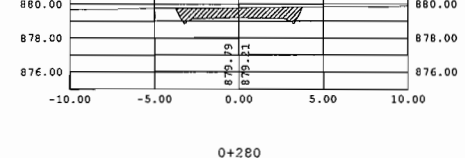
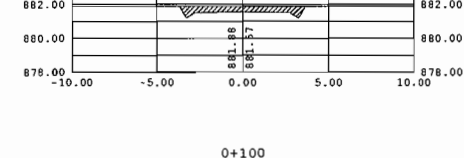
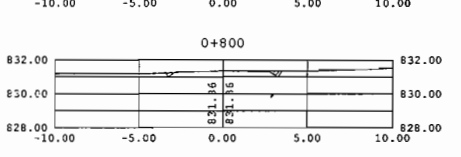
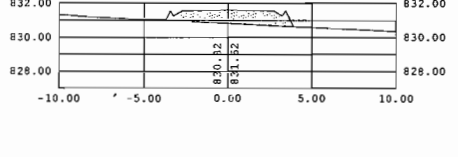
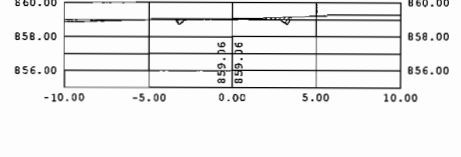
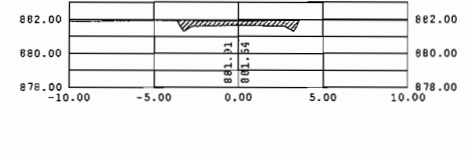
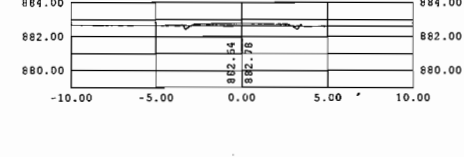
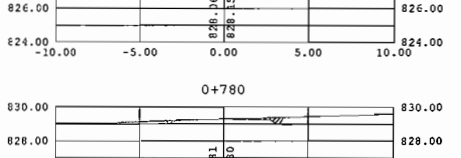
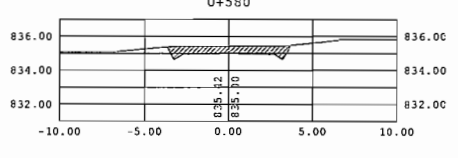
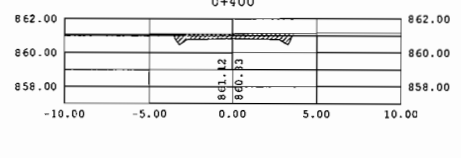
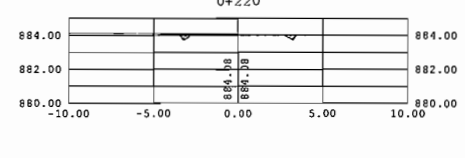
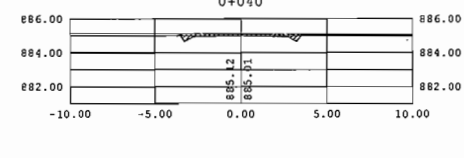
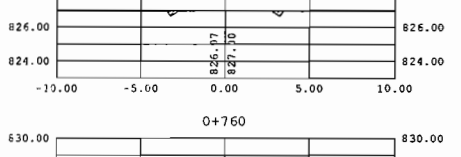
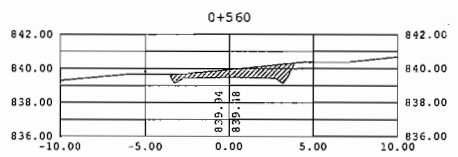
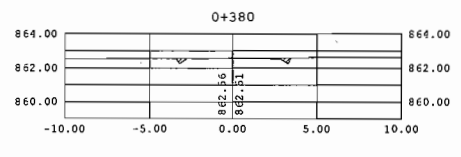
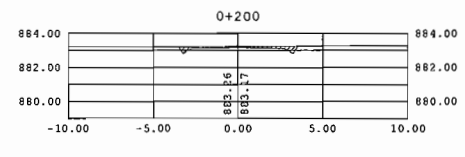
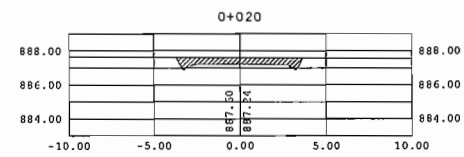
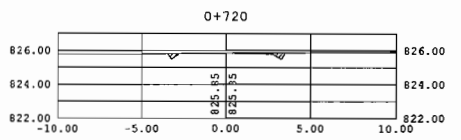
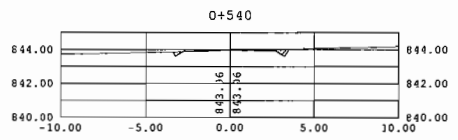
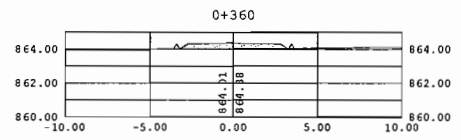
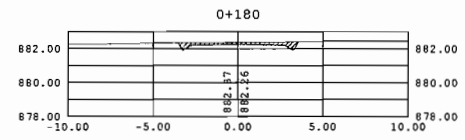
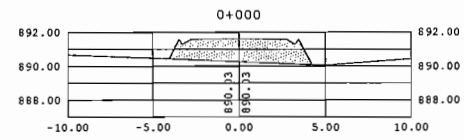
Estación	AREAS		Volumen		Volumen acumulado	
	Corte	Relleño	Corte	Relleño	Corte	Relleño
0+000	0.00	0.00	33.29	0.00	33.29	0.00
0+020	4.99	0.00	70.44	0.00	103.73	0.00
0+040	2.23	0.00	39.57	0.00	143.31	0.00
0+060	1.73	0.00	29.34	0.00	172.65	0.00
0+080	1.22	0.00	20.09	0.00	192.74	0.00
0+100	0.80	0.00	12.05	0.00	204.79	0.00
0+120	0.42	0.00	2.81	21.16	207.59	21.16
0+140	0.00	3.17	0.00	57.88	207.59	79.05
0+160	0.00	2.62	1.66	23.16	209.25	102.20
0+180	0.25	0.19	31.74	1.24	240.99	103.44
0+200	3.51	0.00	34.76	0.00	275.75	103.44
0+220	0.45	0.00	22.32	0.00	298.08	103.44
0+240	1.97	0.00	54.06	0.00	352.14	103.44
0+260	3.51	0.00	33.10	4.98	385.24	108.43
0+280	0.39	0.74	5.36	21.47	390.59	129.89
0+300	0.16	1.45	36.07	12.61	426.66	142.50
0+320	4.41	0.09	95.44	0.58	522.10	143.08
0+340	5.14	0.00	47.22	0.00	569.32	143.08
0+360	0.44	0.00	19.53	5.25	588.85	148.34
0+380	1.85	0.75	31.47	12.52	620.32	160.86
0+400	1.68	0.39	31.37	3.91	651.69	164.77
0+420	1.46	0.05	116.53	0.35	768.22	165.12
0+440	12.24	0.00	216.33	0.00	984.55	165.12
0+460	9.46	0.00	105.78	0.00	1090.33	165.12
0+480	2.03	0.00	27.31	2.40	1117.63	167.52
0+500	0.84	0.35	70.63	2.40	1188.46	169.92
0+520	7.54	0.00	159.00	0.00	1347.46	169.92
0+540	8.37	0.00	167.95	0.00	1515.41	169.92
0+560	6.46	0.00	84.85	0.00	1600.25	169.92
0+580	1.23	0.00	35.74	0.00	1636.00	169.92
0+600	2.41	0.00	82.64	0.00	1718.64	169.92
0+620	6.37	0.00	185.81	0.00	1904.44	169.92
0+640	12.07	0.00	97.34	0.59	2001.78	170.51
0+660	0.64	0.09	8.57	1.55	2010.35	172.07
0+680	0.25	0.07	4.13	0.41	2014.49	172.48
0+697.60	0.22	0.00	0.00	0.00	2014.49	172.48

SECCIONES TRANSVERSALES

Escala: 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES DE TRAMO No. 3 DE 0+000 A 0+697.60	TOPOGRAFÍA: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN. DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN.
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	CÁLCULO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN. DIBUJO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN.
UBICACIÓN: CASERÍO TULACRILLO, MUNICIPIO DE UCHUQUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	ESCALA: 1/200 FECHA:
PROPIETARIO:	19/23



Tramo No. 4

Estación	ÁREAS		Volumen		Volumen acumulado	
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno
0+000	0.00	0.00	4.60	0.00	4.60	0.00
0+020	0.69	0.00	18.81	0.00	23.41	0.00
0+040	1.22	0.00	9.23	9.65	32.64	9.65
0+060	0.02	1.45	13.16	9.65	45.80	19.30
0+080	1.77	0.00	33.94	0.00	79.74	19.30
0+100	1.62	0.00	24.97	0.00	104.72	19.30
0+120	0.91	0.00	9.90	2.03	114.62	21.33
0+140	0.18	0.30	13.13	2.03	127.75	23.36
0+160	1.31	0.00	25.52	0.00	153.26	23.36
0+180	1.24	0.00	22.36	0.00	175.63	23.36
0+200	1.00	0.00	67.83	0.00	243.46	23.36
0+220	6.60	0.00	86.64	0.00	330.30	23.36
0+240	2.42	0.00	69.49	0.00	399.79	23.36
0+260	4.65	0.00	59.15	0.00	458.94	23.36
0+280	4.27	0.00	68.06	0.00	526.99	23.36
0+300	2.64	0.00	18.57	13.07	575.57	36.43
0+320	0.01	1.96	0.06	38.94	575.65	75.37
0+340	0.00	1.93	0.02	40.37	575.67	115.74
0+360	0.00	2.10	2.00	17.22	577.67	132.96
0+380	0.39	0.08	24.06	0.52	601.73	133.48
0+400	2.48	0.00	16.54	0.00	618.28	133.48
0+420	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+440	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+460	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+480	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+500	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+520	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+540	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+560	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+580	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+600	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+620	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+640	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+660	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+680	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+700	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+720	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+740	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+760	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+780	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+800	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48
0+819.52	0.00	0.00	0.00	0.00	618.28	133.48

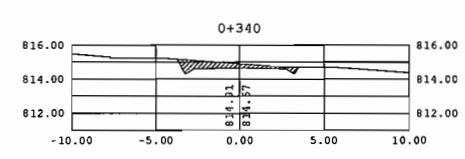
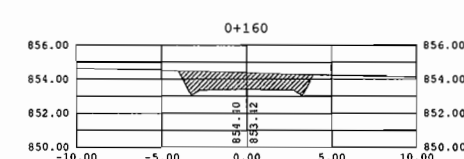
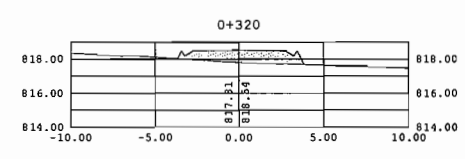
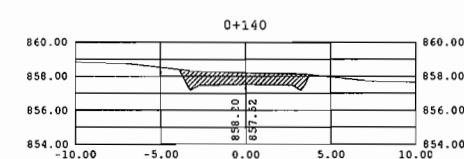
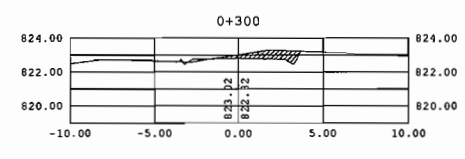
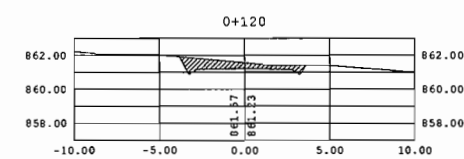
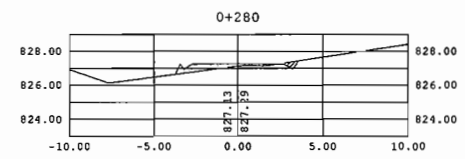
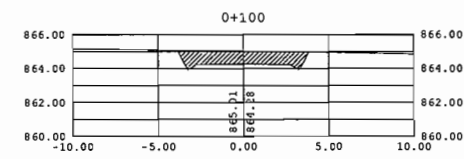
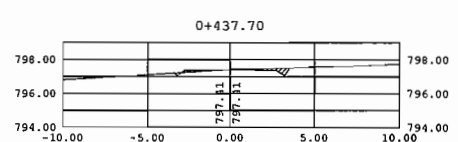
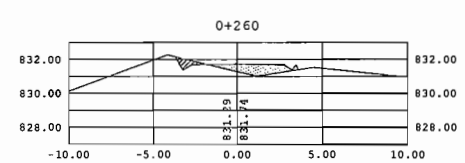
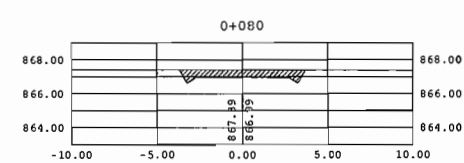
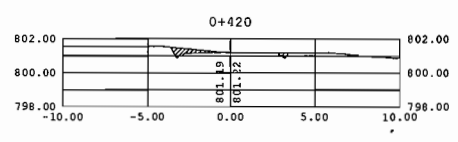
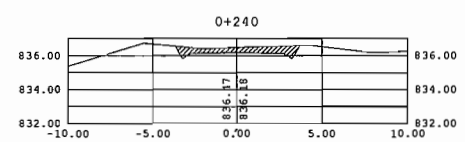
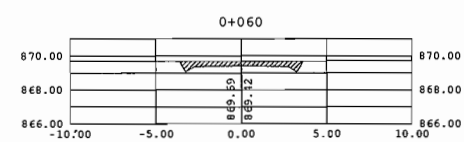
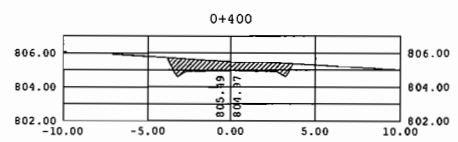
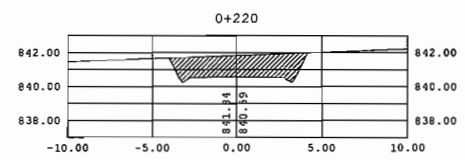
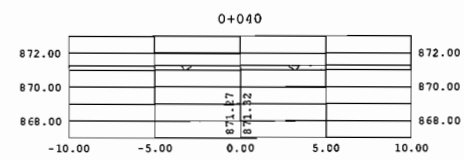
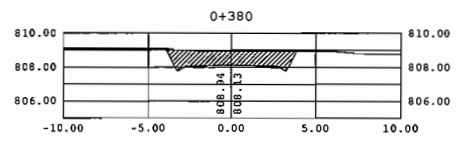
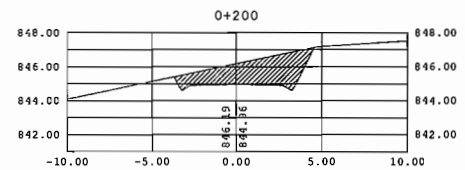
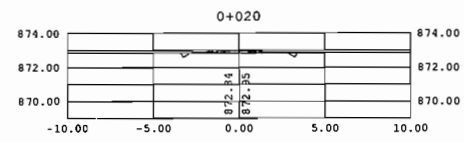
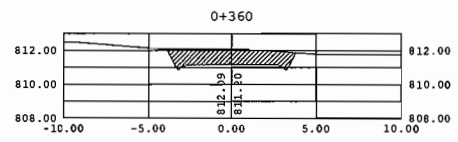
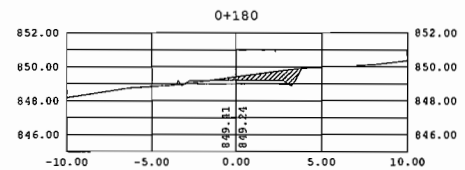
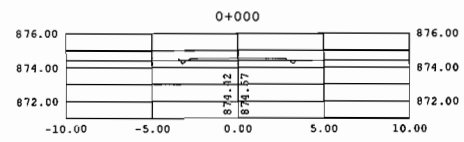
SECCIONES TRANSVERSALES

Escala: 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA -INGENIERÍA CIVIL-
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES DE TRAMO No. 4 DE 2+000 A 2+19.50	TOPOGRAFÍA: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
UBICACIÓN: CAMINO TILAGUIL, MUNICIPIO DE NICHGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	CÁLCULO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
	DIBUJO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
	ESCALA: 1/200
	FECHA: 2011

20/23



Tramo No. 5

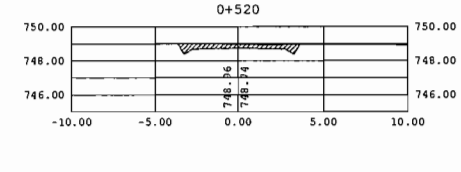
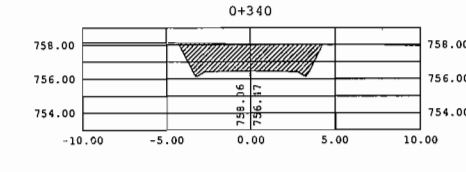
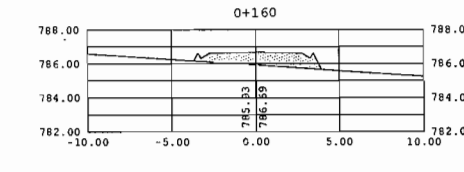
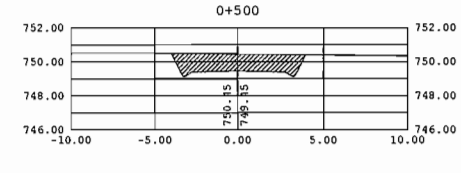
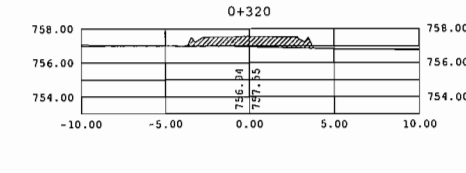
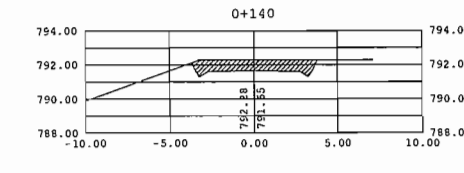
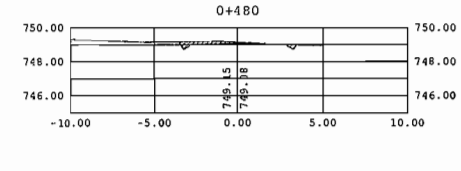
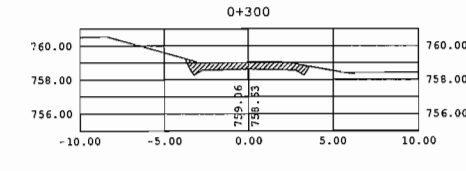
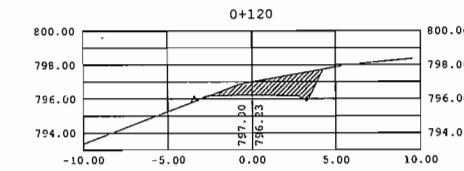
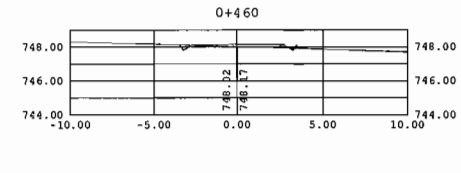
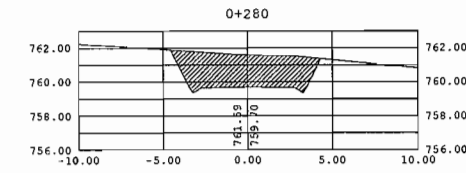
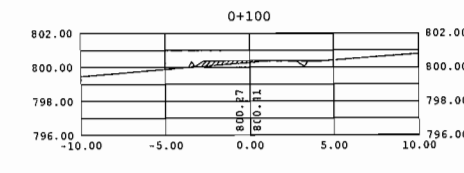
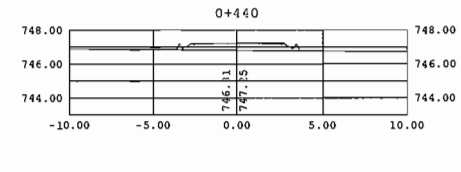
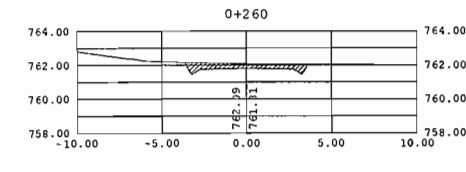
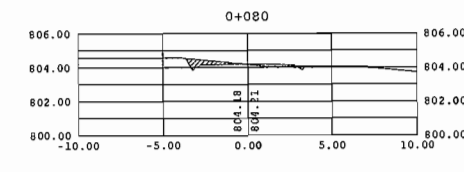
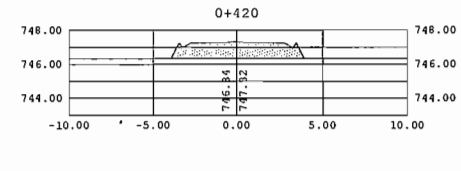
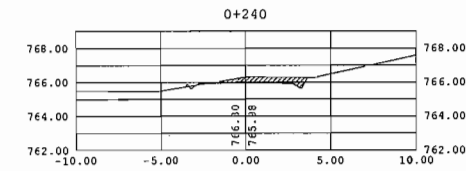
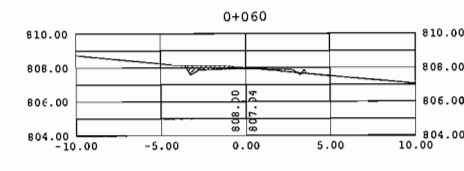
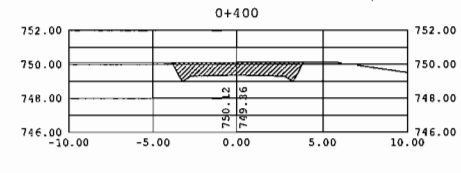
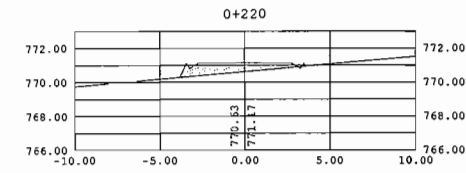
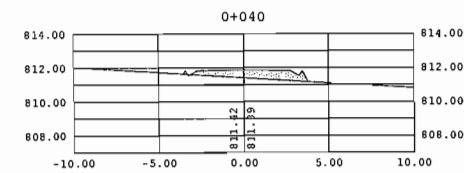
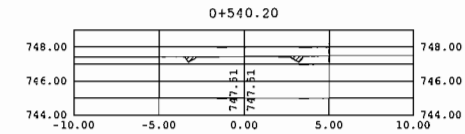
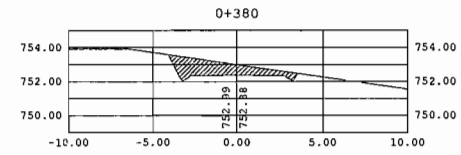
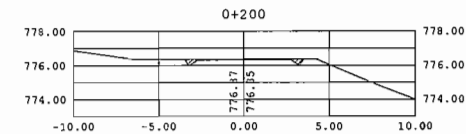
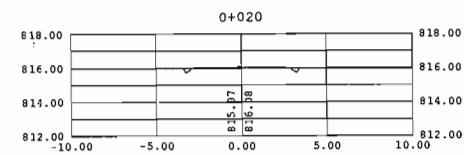
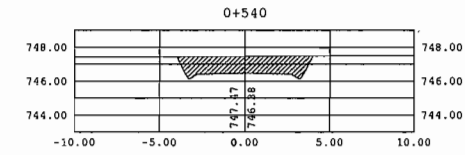
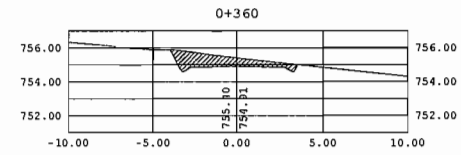
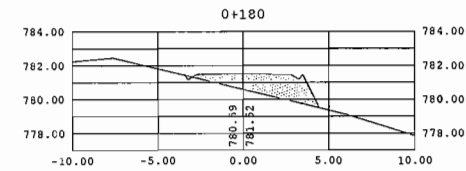
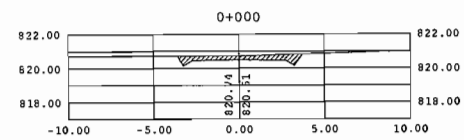
Estación	ÁREAS		Volumen		Volumen acumulado	
	Corte	Relleno	Metros cúbicos	Metros cúbicos	Metros cúbicos	Metros cúbicos
0+000	0.04	0.37	1.83	7.94	1.83	7.94
0+020	0.15	0.42	3.61	5.31	5.44	13.25
0+040	0.22	0.13	21.89	0.89	27.33	14.15
0+060	2.36	0.00	57.27	0.00	84.60	14.15
0+080	3.40	0.00	91.10	0.00	175.70	14.15
0+100	5.81	0.00	86.19	0.00	261.90	14.15
0+120	3.03	0.00	83.76	0.00	345.65	14.15
0+140	5.47	0.00	130.88	0.00	476.53	14.15
0+160	7.68	0.00	87.22	1.05	563.75	15.19
0+180	1.91	0.15	104.76	1.05	668.51	16.24
0+200	10.08	0.00	199.63	0.00	868.14	16.24
0+220	9.88	0.00	118.61	0.00	986.74	16.24
0+240	2.72	0.00	29.41	14.20	1016.15	30.44
0+260	0.51	2.13	7.09	35.26	1023.24	65.69
0+280	0.22	1.42	17.56	13.46	1040.80	79.15
0+300	1.79	0.15	11.92	38.02	1052.73	117.17
0+320	0.00	4.73	14.40	31.60	1067.12	148.77
0+340	2.18	0.00	84.55	0.00	1151.67	148.77
0+360	6.69	0.00	44.61	0.00	1196.28	148.77
0+380	0.00	0.00	0.00	0.00	1196.28	148.77
0+400	0.00	0.00	0.00	0.00	1196.28	148.77
0+420	0.00	0.00	0.00	0.00	1196.28	148.77
0+437.70	0.00	0.00	0.00	0.00	1196.28	148.77

SECCIONES TRANSVERSALES

Escala: 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL - EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES DE TRAMO No. 5 DE 0+000 A 0+437.70	TOPOGRAFÍA: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL.	DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
UBICACIÓN: CASERIO TILADRELLO, MUNICIPIO DE DICHUQUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	CÁLCULO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
	DIBUJO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
	ESCALA: 1/200
	FECHA: 2017
PROPIETARIO:	INGENIERO SUPERVISOR(A): DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN

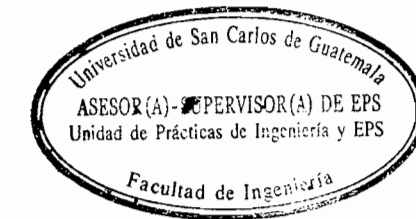


Tramo No. 6

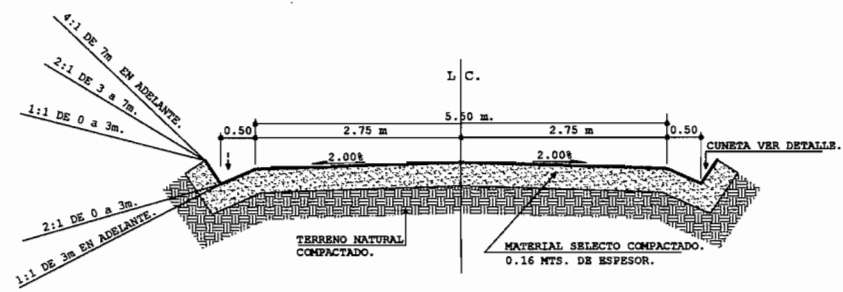
Estación	ÁREAS		Volumen		Volumen acumulado	
	Metros cuadrados	Metros cuadrados	Metros cúbicos	Metros cúbicos	Metros cúbicos	Metros cúbicos
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno
0+000	1.05	0.00	10.43	3.23	10.43	3.23
0+020	0.14	0.48	1.16	30.77	11.58	33.99
0+040	0.01	2.92	5.04	26.11	17.62	60.10
0+060	0.85	0.18	16.44	4.77	34.06	64.88
0+080	0.79	0.30	8.07	11.37	42.13	76.24
0+100	0.12	0.88	40.49	8.84	82.62	85.08
0+120	5.60	0.08	102.59	0.56	185.21	85.65
0+140	4.93	0.00	32.90	33.89	218.11	119.54
0+160	0.00	5.08	0.30	123.01	218.41	242.55
0+180	0.05	8.88	4.92	46.97	223.33	289.52
0+200	0.57	0.00	4.25	23.11	227.58	312.63
0+220	0.01	3.43	12.48	26.57	240.05	339.20
0+240	1.81	0.04	44.95	0.22	285.00	339.42
0+260	2.58	0.00	161.83	0.00	446.82	339.42
0+280	15.59	0.00	173.98	0.00	620.80	339.42
0+300	3.32	0.00	22.16	26.52	642.96	385.94
0+320	0.00	3.98	85.69	26.55	728.65	392.49
0+340	12.85	0.00	161.51	0.00	890.16	392.49
0+360	4.11	0.00	89.77	0.00	979.93	392.49
0+380	5.03	0.00	100.56	0.00	1080.49	392.49
0+400	0.00	7.05	33.53	47.00	1114.02	439.48
0+420	0.00	2.71	0.00	94.17	1114.02	533.66
0+440	0.00	0.71	0.81	31.73	1114.83	565.39
0+460	0.75	0.00	7.76	4.94	1122.59	570.33
0+480	7.83	0.00	73.28	0.01	1195.87	570.33
0+500	2.06	0.00	92.64	0.00	1288.51	570.33
0+520	0.00	0.00	13.72	0.00	1302.23	570.33
0+540	0.00	0.00	0.00	0.00	1302.23	570.33
0+540.184	0.00	0.00	0.00	0.00	1302.23	570.33

SECCIONES TRANSVERSALES

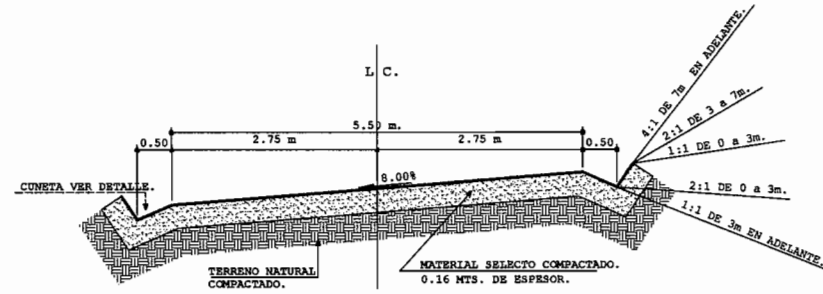
Escala: 1/200



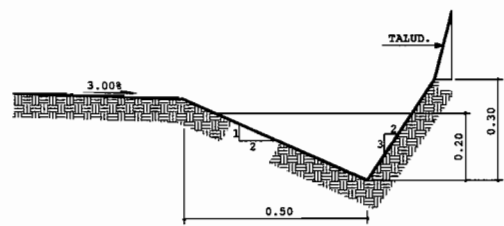
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES DE TRAMO No. 6 DE 0+000 A 0+540.20	TOPOGRAFÍA: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN DISEÑO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL	CÁLCULO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN DIBUJO: DAVID NATIVIDAD PÉREZ DE LEÓN
UBICACIÓN: CASERÍO TULADRIELLO, MUNICIPIO DE TICHQUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS	ESCALA: 1/200 FECHA: 10/11
PROPIETARIO:	INSTRUMENTADO EN: 11/23



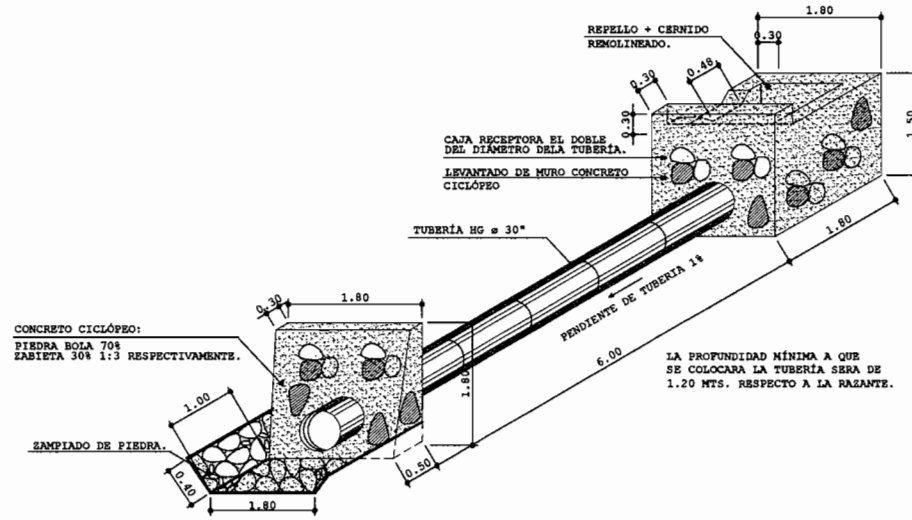
SECCIÓN TÍPICA F Escala. 1/50
ALINEACIÓN RECTA.



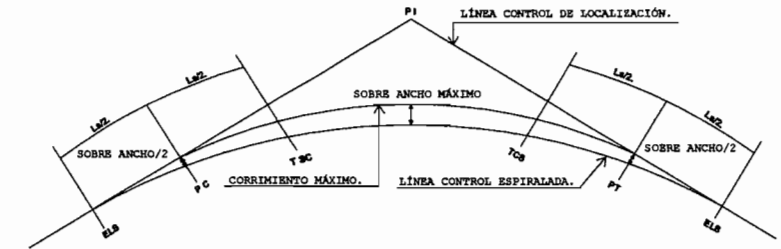
SECCIÓN TÍPICA F Escala. 1/50
ALINEACIÓN CURVA.



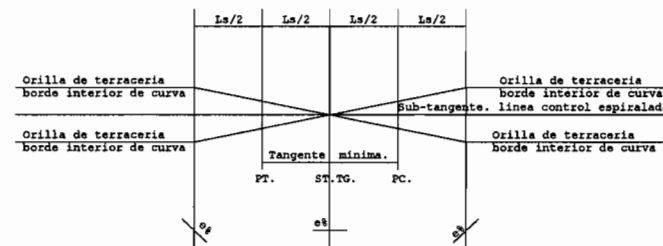
DETALLE DE CUNETA . Escala. 1/10
TRIANGULAR.



DETALLE DE DRENAJE TRANSVERSAL. Escala. 1/50



DETALLE Figura 1: Sin escala
AMPLIACIÓN DE CORRIMENTOS.



DETALLE Figura 2: Sin escala.
Giro del peralte cuando la tangente es mínima.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUATEMALA	
DISEÑADOR: DETALLES DE SECCIÓN TÍPICA F Y DRENAJE TRANSVERSAL PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE CAMINOS RURALES UBICACIÓN: CABERGO TITULADO, MUNICIPIO DE UCHITÁN DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS	TITULAR: DAVID NATIVO PÉREZ DE LEÓN INGENIERO CIVIL DISEÑADOR: DAVID NATIVO PÉREZ DE LEÓN INGENIERO CIVIL DISEÑO: DAVID NATIVO PÉREZ DE LEÓN INGENIERO CIVIL ESCALA: FECHA: 23/23 PROPIETARIO: