



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

**DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS Y SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS LOS GUAYACANES, LOS
RIVERA Y EL QUINEL, MUNICIPIO DE EL JÍCARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

Mynor Daniel Barrera Mejía

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, julio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS Y SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS LOS GUAYACANES, LOS
RIVERA Y EL QUINEL, MUNICIPIO DE EL JÍCARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

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

**MYNOR DANIEL BARRERA MEJÍA
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS**

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO 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 DE PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio 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 DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS LOS GUAYACANES, LOS RIVERA Y EL QUINEL, MUNICIPIO DE EL JÍCARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 26 de octubre de 2010.

Mynor Daniel Barrera Mejía

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida y la sabiduría por este gran logro alcanzado.
Mis padres	Mynor Ubaldo Barrera Pérez y Ernestina de Jesús de Barrera, por ser la inspiración.
Mis hermanos	Luis Emilio, Laura Isabel y Pedro Javier, por su apoyo y motivación a nunca desmayar.
Mis amigos y compañeros	Por su verdadera amistad, y la ayuda sin condición que compartimos en malos y buenos momentos.
Mi familia	Mis abuelos (q.e.p.d.), a mis tíos, primos, por la atención para finalizar este triunfo.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por permitir vivir esta linda experiencia.
- Mi padre** Mynor Ubaldo Barrera Pérez, por ser el ejemplo de dedicación y esfuerzo. Ser el guía para un buen camino y gracias por ser fuente económica para este triunfo.
- Mi madre** Ernestina de Jesús Mejía del Cid, por el amor incondicional, su paciencia, sus consejos y su compañía inigualable.
- Municipalidad del Júcaro, departamento El Progreso** Por aceptar mi estadía durante el período del Ejercicio Profesional Supervisado, por la enseñanza de unión incondicional de equipo de trabajo, permitiéndome adquirir conocimientos.
- Universidad de San Carlos de Guatemala** Por ser mi casa de estudios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. MONOGRAFÍA DE LA ALDEA LAS OVEJAS	1
1.1. Reseña histórica	1
1.2. Localización	2
1.3. Ubicación geográfica	4
1.4. Aspectos de suelo y topografía	4
1.5. Vías de acceso	5
1.6. Clima	5
1.7. Colindancias	6
1.8. Demografía	6
1.8.1. Población	6
1.8.2. Tipo de vivienda	8
1.9. Educación	8
1.10. Aspectos económicos	10
1.11. Servicios existentes	11
1.12. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Las Ovejas	12
1.12.1. Descripción de las necesidades	12

1.12.2.	Evaluación y priorización de las necesidades	13
2.	DISEÑO DE LA CARRETERA QUE COMUNICA A LA ALDEA LAS OVEJAS	15
2.1.	Descripción del proyecto	15
2.1.1.	Estudio de tránsito	15
2.2.	Estudios preliminares	17
2.2.1.	Reconocimiento	18
2.2.2.	Levantamiento topográfico	18
2.2.2.1.	Planimetría	19
2.2.2.2.	Altimetría	19
2.2.2.3.	Secciones transversales	20
2.3.	Cálculo topográfico preliminar	20
2.3.1.	Revisión de libretas de campo	22
2.3.2.	Planimetría	22
2.3.3.	Altimetría	23
2.3.4.	Curvas de nivel	24
2.3.5.	Secciones transversales	25
2.4.	Diseño de localización	25
2.4.1.	Corrimiento de línea	26
2.4.2.	Cálculo de PI de localización	26
2.4.3.	Cálculos de elementos de curva horizontal	27
2.4.4.	Determinación de curva vertical	37
2.5.	Movimiento de tierras	42
2.5.1.	Área de secciones transversales	42
2.5.2.	Movimientos de tierra	43
2.6.	Determinación de la calidad del suelo	46
2.6.1.	Pruebas de laboratorio	46

2.6.1.1.	Análisis granulométrico	46
2.6.1.2.	Límites de Atterberg	47
2.6.1.3.	Ensayo de Proctor modificado	49
2.6.1.4.	Ensayo de valor de soporte del suelo, CBR	50
2.6.2.	Criterios para definir la capa de rodadura	51
2.7.	Diseño de la carpeta de rodadura	53
2.8.	Cálculo de localización	58
2.8.1.	Cálculo de PI de localización	59
2.8.2.	Cálculo de elementos de curva y estacionamientos	61
2.9.	Drenajes	64
2.9.1.	Drenaje longitudinal	69
2.9.2.	Drenaje transversal	74
2.10.	Elaboración de planos del proyecto	81
2.11.	Especificaciones de construcción	81
2.12.	Presupuesto	83
2.13.	Evaluación de impacto ambiental (EIA)	85
3.	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS LOS GUAYACANES, LOS RIVERA Y EL QUINEL	89
3.1.	Descripción del proyecto	89
3.1.1.	Tipo de red de distribución	89
3.1.2.	Especificaciones de diseño	91
3.2.	Datos preliminares	92
3.2.1.	Fuente de abastecimiento	92
3.2.2.	Aforos de la fuente	93
3.2.3.	Calidad de agua y sus normas	93

	3.2.3.1.	Examen bacteriológico	94
	3.2.3.2.	Análisis físico-químico	94
	3.2.4.	Levantamiento topográfico	95
	3.2.4.1.	Planimetría	96
	3.2.4.2.	Altimetría	96
	3.2.5.	Cálculos topográficos	96
3.3.		Diseño hidráulico	96
	3.3.1.	Población actual	97
	3.3.2.	Tasa de crecimiento	97
	3.3.3.	Período de diseño	97
	3.3.4.	Población futura	98
	3.3.5.	Dotación	99
	3.3.6.	Factores de consumo	100
	3.3.6.1.	Factor de día máximo	100
	3.3.6.2.	Factor de hora máximo	100
	3.3.7.	Caudales del sistema	101
	3.3.7.1.	Caudal medio diario	101
	3.3.7.2.	Caudal máximo diario	102
	3.3.7.3.	Caudal máximo horario	103
	3.3.7.4.	Caudal instantáneo	103
	3.3.7.5.	Caudal de vivienda	104
	3.3.8.	Velocidades del sistema	105
	3.3.9.	Presiones del sistema	106
	3.3.9.1.	Presión estática	106
	3.3.9.2.	Presión dinámica	107
	3.3.10.	Tipo de tuberías	107
	3.3.11.	Fórmulas, coeficientes	108
	3.3.12.	Tanque de distribución	110

3.3.13.	Cálculo hidráulico de la red de distribución	112
3.3.14.	Obras de arte	120
3.3.14.1.	Cajas para válvulas	120
3.3.14.2.	Conexiones domiciliarias	122
3.3.14.3.	Anclajes de tuberías	122
3.3.14.4.	Sistema de desinfección	125
3.4.	Administración, operación y mantenimiento	126
3.5.	Propuesta de tarifa	128
3.6.	Elaboración de planos del proyecto	130
3.7.	Presupuesto	131
3.8.	Evaluación del beneficio social	131
3.9.	Evaluación de impacto ambiental (EIA)	133
CONCLUSIONES		135
RECOMENDACIONES		137
BIBLIOGRAFÍA		139
APÉNDICES		141
ANEXOS		171

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de localización	3
2.	Descripción de los tramos carreteros	16
3.	Descripción del método de deflexiones	19
4.	Tipos de secciones transversales	21
5.	Método de nivelación simple	24
6.	Tipos de corrimientos	27
7.	Grado de curvatura con base en el arco	30
8.	Trazo de una curva horizontal simple	33
9.	Descripción de la transición de peralte	37
10.	Trazo de curvas verticales	41
11.	Proyección del prisma	44
12.	Ejemplo de sección transversal	45
13.	Capas del pavimento flexible	52
14.	Determinación de la reacción K por medio de CBR	57
15.	Localización del área tributaria de la cuneta	70
16.	Detalle de cuneta triangular	72
17.	Dimensiones de la cuneta	74
18.	Detalle de drenaje transversal	76
19.	Esquema de la tubería transversal	78
20.	Tipos de red de distribución	90
21.	Esquema del sistema	113
22.	Esquema del tramo a diseñar	114

23.	Detalle de caja para válvula	121
24.	Detalle de conexión típica domiciliar	123
25.	Tipos de anclajes en accesorios	124

TABLAS

I.	Población distribuida por edades y género	7
II.	Integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE)	8
III.	Población escolar nivel preprimaria: 2009	9
IV.	Población escolar nivel primaria: 2009	9
V.	Centros comerciales: 2010	11
VI.	Demostración como se obtiene el peralte máximo	36
VII.	Valores de k, según velocidad de diseño	39
VIII.	Resultados del ensayo de granulometría	47
IX.	Resultados del ensayo límites de Atterberg	49
X.	Resultados del ensayo de CBR	51
XI.	Resistencia del suelo	51
XII.	Clasificación de tipo de carretera según TPDC	56
XIII.	Valores de K según clasificación del suelo	58
XIV.	Para determinación del espesor del pavimento	59
XV.	Coordenadas del tramo El Zapote hacia Las Ovejas	60
XVI.	Coordenadas del tramo El Paso de los Jalapas hacia Las Ovejas	61
XVII.	Elementos de curvas del tramo El Zapote hacia Las Ovejas	62
XVIII.	Elementos de curvas del tramo El Paso de los Jalapas hacia Las Ovejas	63
XIX.	Caminamiento horizontal del tramo El Zapote hacia Las Ovejas	65

XX.	Caminamiento horizontal del tramo El Paso de los Jalapas hacia Las Ovejas	66
XXI.	Caminamiento vertical del tramo El Zapote hacia Las Ovejas	67
XXII.	Caminamiento vertical del tramo El Paso de los Jalapas hacia Las Ovejas	68
XXIII.	Tipos de coeficientes de escorrentía	72
XXIV.	Parámetros de bombeo	81
XXV.	Resumen de presupuesto del diseño de la carretera que comunica a la aldea Las Ovejas	84
XXVI.	Matriz de identificación de impactos	86
XXVII.	Dotación recomendable	99
XXVIII.	Coeficiente de Hazen-Williams para algunos materiales	109
XXIX.	Cálculo hidráulico de la red de distribución	119
XXX.	Resumen de presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable para los barrios Los Guayacanes, Los Rivera y El Quinel	132

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Az	Azimut
cm	Centímetro
C	Coeficiente de rugosidad
PVC	Cloruro de polivinilo
Ø	Diámetro
CO₂	Dióxido de carbono
Dh	Distancia
Est	Estación
gr	Gramo
°C	Grado Celsius
hab	Habitante
HG	Hierro galvanizado
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
km²	Kilómetro cuadrado
km/h	Kilómetro por hora
kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
kg/cm³	Kilogramo por centímetro cúbico
l	Longitud
Psi	Libras por pulgada cuadrada
l/s	Litro por segundo

l/hab/Día	Litro por habitante por día
m	Metro
m/s	Metros por segundo
ml	Metro lineal
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbicos
msnm	Metro sobre el nivel del mar
mca	Metro columna de agua
mm	Milímetro
K	Módulo de reacción
Mr	Módulo de ruptura
NGO	Norma Guatemalteca Obligatoria
Po	Punto observado
pulg	Pulgada
pulg²	Pulgada cuadrada
pH	Potencial de hidrógeno
f'c	Resistencia última del concreto
S-2	Semirremolque con eje trasero doble
TPD	Tránsito promedio diario
TPDA	Tránsito promedio diario anual
T-3	Tractor o cabezal, con un eje simple y un eje doble

GLOSARIO

AASHTO	Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transportación es un órgano que establece normas que publica especificaciones, hace pruebas de protocolos y guías usadas en diseños de autopistas y construcción de ellas en todo los Estados Unidos.
Abatimiento	En un pozo, es la diferencia de altura entre el nivel estático y dinámico.
Anclaje	Conjunto de elementos destinados a fijar algo firmemente al suelo.
ANSI	Instituto Nacional Americano de Estándares; organización encargada de estandarizar ciertas tecnologías, como productos, servicios, procesos, sistemas y personal en Estados Unidos, y se coordina con estándares internacionales.
ASTM	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales; organización para el desarrollo de normas sobre características y comportamiento de materiales.
Azimut	Ángulo horizontal medido en el sentido de las manecillas del reloj a partir de un punto de referencia.

CBR	Ensayo de Relación de Soporte de California, mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, subbase y base de pavimentos.
Concreto	Material pétreo artificial, obtenido de la mezcla elaborada de cemento, agregados finos y gruesos, y agua. Éste también podría llevar aditivos.
Compactación	Procedimiento de aplicación de energía potencial al suelo para consolidarlo y así eliminar toda relación de vacíos, aumentando así su densidad y en consecuencia su capacidad de soportar cargas cíclicas.
Especificaciones técnicas	Documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras.
Mampostería	Elemento de sistema constructivo compuesto por piedras naturales ligeramente labradas, unidas con aglomerante y de forma manual.
Odómetro	Instrumento ideal para determinar todo tipo de distancias, principalmente terrenos llanos.
Pavimento	Estructura que se coloca sobre el suelo de fundición de vía terrestre destinada a soportar cargas de tránsito.

PCA	Asociación de cemento Portland que establece procedimientos para el diseño de espesores de pavimento rígido, basado en el concepto de consumo de resistencia.
Rasante	El trazo vertical que determina el nivel superior, sobre la línea central, que se proyecta construir a lo largo de una carretera.
Suelo	Capa delgada de la corteza terrestre que proviene de la desintegración y alteración física o química de las rocas.
Subrasante	El área sobre la que se construye las capas de subbase, de base, de superficie y los hombros.
Tránsito	Sitio por donde se pasa de un lugar a otro. Se dice de la cantidad de vehículos que se trasladan de un lugar a otro.
UNEPAR	Programa con el objeto de integrar la cobertura en la ejecución de proyectos de agua potable y saneamiento básico del área rural del país.
Velocidad de diseño	Es la velocidad máxima en la que un vehículo puede transitar con seguridad, en una carretera trazada con determinadas características.

RESUMEN

El informe del Ejercicio Profesional Supervisado, consta de tres partes; la primera contiene una monografía de la aldea Las Ovejas y un diagnóstico, sobre las necesidades de infraestructura y de servicios básicos de El Jícaro; la segunda, el diseño de una carretera; y la tercera, el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable.

La carretera consiste en dos tramos que comunican a la aldea Las Ovejas, está conformado por topografía, diseño geométrico, estudio de suelos, movimiento de tierra y determinación de espesor del pavimento.

En tres barrios de la aldea El Paso de los Jalapas, se determinó la necesidad de servicio de agua potable, comprobando que tiene en funcionamiento; línea de conducción y tanque de almacenamiento. El proyecto consiste en diseñar la red de distribución. Las actividades realizadas son: topografía, análisis de calidad de agua, diseño hidráulico y una propuesta de tarifa.

Para los dos proyectos, se elaboraron planos y el presupuesto, los cuales se adjuntan al final de este trabajo.

OBJETIVOS

General

Diseñar la carretera que comunica hacia la aldea Las Ovejas y un sistema de abastecimiento de agua potable para los barrios Los Guayacanes, Los Rivera y El Quinel, municipio de El Jícaro, departamento El Progreso.

Específicos

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Las Ovejas, municipio de El Jícaro, departamento de El Progreso.
2. Contribuir a la mejora de la calidad de vida y del desarrollo socio económico de las familias, dotándoles de un servicio básico de subsistencia.
3. Contribuir al crecimiento urbano del municipio por medio de planificación de proyectos de infraestructura de transporte e hidráulica.

INTRODUCCIÓN

El municipio de El Júcaro forma parte del departamento El Progreso, está ubicado en el valle del Motagua, en la región nororiente de Guatemala, colinda con los municipios de San Cristóbal Acasaguastlán, San Agustín Acasaguastlán, El Rancho y Morazán.

Con base al resultado de la investigación diagnóstica realizada en el municipio, se determinaron varias necesidades, de las cuales, dos fueron primordiales, en diferentes comunidades.

La aldea Las Ovejas presenta el problema de la vía de acceso, que se encuentra en malas condiciones para transitar. Su solución es primordial, porque es una de las comunidades con más producción agrícola. Por lo que es importante realizar el diseño geométrico de la carretera, basándose en las normas y parámetros técnicos.

En la aldea El Paso de los Jalapas se determinó la necesidad del servicio de agua potable, para diferentes barrios: Los Guayacanes, Los Rivera y El Quinel. El proyecto consiste en diseñar la red de distribución de agua potable.

1. MONOGRAFÍA DE LA ALDEA LAS OVEJAS

1.1. Reseña histórica

De acuerdo con la obra literaria El Valle bañado por el río de Plata, cuyo autor es el reverendo Ricardo Terga, en 1683, en jurisdicción de Acasaguastlan, existió una estancia de ovejas propiedad de don Blas de Trujillo, es por ello que se deduce que esta comunidad lleva el nombre de Las Ovejas.

Por 1930, Las Ovejas era el casco de la finca inscrita en el Registro General de la Propiedad bajo el número 1 211, a favor de varios condueños, en esa época las casas eran construidas de bajareque, techo de palma y algunos con ladrillo de barro, en esa misma forma había una escuela donde la profesora Tránsito Recinos, originaria de Jalapa, impartía clases hasta segundo grado.

El gobierno, encabezado por el general Jorge Ubico Castañeda, obligó a los finqueros a pagar sueldo de los maestros que trabajaban en sus respectivas fincas, de esa manera la plaza de Las Ovejas fue cancelada; posteriormente, una misión evangélica en calidad de ayuda envió algunas maestras a trabajar en la escuela de Las Ovejas, posiblemente por alcanzar un avance en su religión.

La aldea se le reconoce por sus festividades del sábado de gloria, que se iniciaron en 1937, con la participación de la banda de música de San Agustín Acasaguastlan, pero el primer comité de festejos se organizó hasta en 1966, también, la primera reina electa para la feria fue la señorita Adolfina Oliva Mejía, hecho sucedido en ese mismo año.

El tramo carretero del Paso de los Jalapas, Las Ovejas, El Jícaro y la escuela nacional, fueron inauguradas por el presidente de la república, Ing. Miguel Idígoras Fuentes, el 25 de mayo de 1961; al correr del tiempo se honró con alta distinción de que la escuela lleve el nombre de Tomás Roldán León, el cual quedó plasmado mediante un Acuerdo Gubernativo, con fecha 25 de septiembre de 1975.

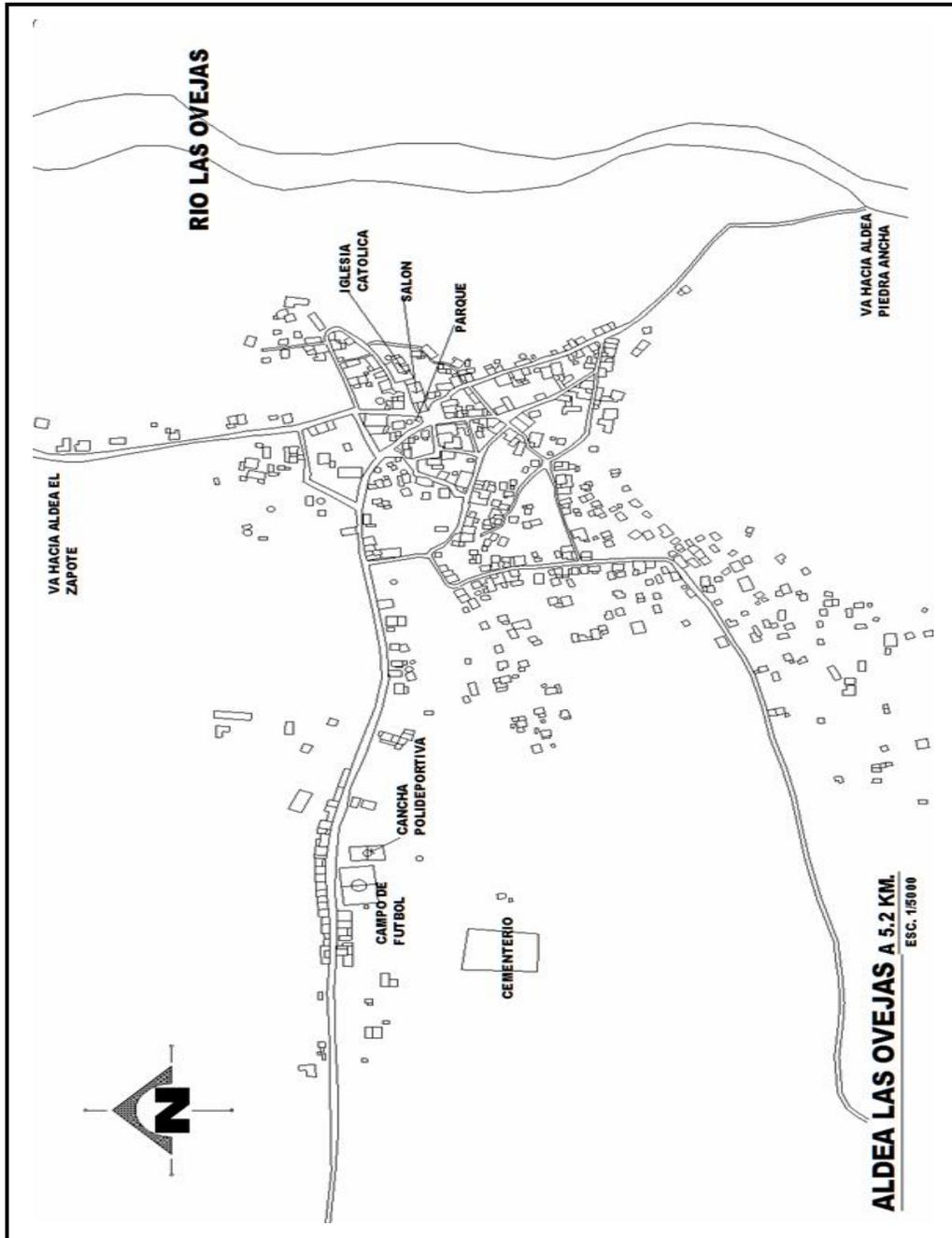
Por gestiones apoyadas por Tomás Roldán León ante la municipalidad que presidió el Br. Carlos Casasola Saavedra, Las Ovejas fue elevada a la categoría de aldea mediante un Acuerdo Gubernativo, con fecha 30 de noviembre de 1960. Hace algunos años, en la aldea Las Ovejas habían pocas familias como; los Carranza, los Oliva, los Roldán, los Morales, los Sandoval, los Marín, los Mejía, los Cardona y los Orellana.

Su principal actividad económica es la agricultura y la crianza de ganado, cuenta con varias fincas: La Azusa, El Esfuerzo, El Palmar, El Rosario, Huelo de Noche, Barretal, El Alambrado, El Potrerito y Los Arenales; tierras regables donde se cultivan grandes extensiones, también cuenta con Tierra Alta, Los Cerros, El Escorpión, Manzanotal, Morrón, Tablón de Pínula, Las Charcas, Yajal, entre otros.

1.2. Localización

La aldea de Las Ovejas se ubica a 5 km de la parte suroeste de la cabecera municipal (El Jícaro). El Jícaro es uno de los 8 municipios con que cuenta el departamento El Progreso. El departamento está localizado dentro de la región No. III de Guatemala, llamada también nororiente. El Jícaro está a una distancia de 100 km de la ciudad capital y a 22 km de la cabecera departamental Gustatoya. Ver figura 1.

Figura 1. Mapa de localización



Fuente: elaboración propia.

1.3. Ubicación geográfica

La aldea Las Ovejas está ubicada en la región nororiente del país, con una latitud de 14°53'27" y una longitud de 89°55'20", está a una altitud de 310 msnm. Posee una extensión territorial de 15 km².

1.4. Aspectos de suelo y topografía

La aldea está conformada principalmente, por 65% de suelo de textura arcillosa y 35% es rocoso arenoso, por su proximidad al río llamado Las Ovejas.

Respecto a la topografía, predomina un 75% tipo quebrada y un 25% ondulado.

Por medio del Centro de Investigaciones de Ingeniería se realizaron los ensayos para suelo, los resultados respectivos lo clasifican como arena limosa color café con grava.

La flora y los cultivos de la aldea son muy variados debido al tipo de suelo y clima de la región. Los árboles que más existen se puede mencionar: La Yagé, Brasil, Carcomo, Huele de noche, Aripín, Nim, Conacaste, Amate, Paraíso, Guayacán. Entre los cultivos que se siembran para el sustento familiar son; limón, melón y sandia, la mayoría de extensión de tierra es utilizada para estos cultivos.

1.5. Vías de acceso

Para llegar a la aldea Las Ovejas puede ser por dos accesos: uno que inicia en la aldea El Paso de los Jalapas a una distancia aproximada de 3,37 km y el otro que inicia en la aldea El Zapote a una distancia aproximada de 1,66 km. Estos caminos son de terracería y el tránsito es dificultoso y peligroso.

La aldea El Paso de los Jalapas y El Zapote los comunica la carretera departamental PRO-1, que tiene intersección con la ruta CA-9, siendo en el km 87, pero continúa paralela a la ruta CA-9. La carretera departamental PRO-1, atraviesa todo el municipio del El Júcaro.

1.6. Clima

La aldea pertenece a una zona de vida clasificada como Monte Espinoso Subtropical, a una altura de 245 msnm que se ve fuertemente influenciado al clima, por referencia del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), la estación La Fragua indica una temperatura cálida que promedia entre 22 a 29 °C.

La precipitación pluvial es de 580,2 mm anuales, indicando una humedad relativa del 68%, un porcentaje bajo de lluvia al año, que contribuye a la baja producción, y al mismo tiempo bajos ingresos.

Por un costado de la aldea pasa un río exactamente en la parte este, es nombrado con el nombre de Riachuelo y tiene su yacimiento en el departamento de Jalapa y su función principal es servir de irrigación a los terrenos de cultivos por sistema de quinel. Tiene dos estaciones bien definidas; invierno, de mayo a octubre; y verano, de noviembre a abril.

1.7. Colindancias

La aldea limita al norte con la aldea El Zapote a una distancia de 1,66 km, al sur con la aldea Piedra Ancha a una distancia de 4,3 km, al este con la cabecera municipal a una distancia de 5,2 km y al oeste con la aldea El Paso de los Jalapas a una distancia de 3,37 km.

1.8. Demografía

Se define como el estudio estadístico de una población humana, que procede de un vocablo griego compuesto, que se traduce como; descripción del pueblo.

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), la tasa de crecimiento a nivel departamental es de 1,52%, y por parte de la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), a nivel de municipio es de 2,24%, con una población actual de 916 habitantes y un aproximado de 241 viviendas.

1.8.1. Población

La población se identifica entre muchas, por ser pacífica, tiene tendencia familiar de tipo paternalista y conservador, la hospitalidad es muy peculiar, además, constituye en un círculo social accesible para extraños.

La información de la localidad menciona que algunos jóvenes, al lograr la mayoría de edad emigran en busca de oportunidades de estudios avanzados o en busca de nuevos trabajos, de estos jóvenes que emigran la mayoría son hombres.

En la tabla I se observa que la población en su mayoría es adulta, el 56% es mayor de 18 años y la edad promedio aproximada es 26 años.

Tabla I. **Población distribuida por edades y género**

Edades	Hombres	Mujeres	Total
O a 3 años	39	36	75
04 a 06 años	35	35	70
07 a 14 años	100	96	196
15 a 17 años	32	33	65
18 años y más	234	276	510
Total	440	476	916

Fuente: Municipalidad de El Jícaro, departamento El Progreso.

La aldea Las Ovejas posee el 9,1% de la población total del municipio del El Jícaro.

La población es representada por un comité llamado Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), que basa sus gestiones en juntas directivas superiores del municipio.

En la tabla II se registran los nombres y posiciones de los miembros del COCODE.

Dentro de los líderes de la comunidad se encuentran los señores: Carlos Casasola y Tomás Roldán De León.

Tabla II. **Integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE)**

Nombres	Posiciones
Francisco Macal Nájera	Alcalde Comunitario
Randolfo Ramírez Nájera	Presidente
Cecilio Barrientos Ramírez	Vice-Presidente
Olga Estela Mejía Oliva	Tesorero
Oscar Humberto Pineda Pérez	Secretario
Víctor Revolorio Linares	Vocal I
Daniel Amado Cardona	Vocal II
Elio Inay Carías Marroquín	Vocal III

Fuente: Municipalidad de El Jícaro, departamento de El Progreso.

1.8.2. Tipo de vivienda

El 60% de las viviendas están construidas de techo de lámina el 50% y el 10% de teja, paredes de bajareque y piso de concreto, el 30% de las viviendas están construidas de techo de lámina, paredes de block y piso de concreto, el 10% de las viviendas están construidas de techo de lámina, paredes de madera y piso de tierra.

1.9. Educación

Desde el 2010, la aldea cuenta con una Escuela Oficial Mixta Tomás Roldán León, donde son impartidos los niveles de preprimaria y primaria. En 2011 se creó un centro de nivel diversificado para brindar atención vespertina, con el objetivo de que los jóvenes tengan más oportunidades de seguir sus estudios en su comunidad y evitar emigrar hacia otros centros de estudios lejanos.

El 26% de niños de la aldea, asiste a la escuela preprimaria, se comprueba que existe la tendencia paternalista en las familias. La escuela de nivel primaria imparte clases al 96% de los niños de la aldea. Ver tabla III y IV.

Tabla III. **Población escolar nivel preprimaria: 2009**

Establecimiento	Cuatro años		Cinco años		Seis años		TOTAL
	M	F	M	F	M	F	
EODP ANEXA A EORM LAS OVEJAS	6	7	19	7	0	0	39

Fuente: Municipalidad de El Jícaro, departamento El Progreso.

Tabla IV. **Población escolar nivel primaria: 2009**

Establecimiento	1°. Grado		2°. Grado		3°. Grado		4°. Grado		5°. Grado		6°. Grado		Total
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
EORM Las Ovejas	27	25	16	24	20	20	10	7	9	10	13	7	188

Fuente: Municipalidad de El Jícaro, departamento El Progreso.

1.10. Aspectos económicos

La mayor parte de la población se dedica a la agricultura, labor que desempeñan en terrenos propios o por contratos de arrendamientos en terrenos particulares. La tierra se divide en 75% cultivada por propietarios y el 25% son arrendadas por pequeños agricultores.

Los productos que se cultivan son: limón, melón, tamarindo, mango, banano, zapote, entre otros. Las mujeres se dedican a los oficios domésticos y a la crianza de animales, pero actualmente, por necesidad se encuentra un 80% de mujeres que realizan trabajos que acostumbra el hombre. El promedio mensual que obtienen un comunitario en el área es de aproximadamente Q. 800,00 a Q. 1 000,00.

Un 70% de la población se dedica a la crianza de animales como: ganado vacuno, porcino y aves de corral. Esta actividad es una fuente de ingresos, y también para el consumo propio.

El transporte es una opción de ingreso por medio de ruleteros tipo pick up, propios de la aldea.

La mayoría de la población de la aldea cultiva limón persa, melón y sandía, que generan un porcentaje alto de empleo a la comunidad, de esta forma aumentan sus ingresos para subsistir.

Otra actividad comercial de la comunidad se representa con la venta de los productos agrícolas, son vendidos en la comunidad a través de intermediarios y luego trasladados a los mercados nacionales. Así también, la venta de artículos de consumo diario.

1.11. Servicios existentes

La aldea cuenta con el servicio de agua, que distribuye al 90% de la población, pero no recibe de ningún tipo de tratamiento para potabilizarla, lo que provoca enfermedades gastrointestinales. Éstas aumentan más por la ausencia de sistemas de drenajes de aguas servidas, lo cual en muchos lugares las aguas recorren por las calles.

Tabla V. Centros comerciales: 2010

Tipo de comercio	Cantidad establecida
Tiendas	7
Casetas	1
Cantinas	3
Molino de nixtamal	1

Fuente: elaboración propia.

En la aldea existe una minoría que utiliza el servicio de letrina y el resto cuentan con el sistema de alcantarillado.

Cuenta un puesto de salud, que brinda atención a los habitantes del área, atendido por una enfermera auxiliar y un técnico en salud rural, que ofrece una salud estable.

La mayoría de la población dispone del servicio de energía eléctrica. La municipalidad, estudia y evalúa una planificación para completar con el servicio.

Además, posee con las siguientes instalaciones: dos escuelas públicas, un campo de fútbol, una cancha de básquetbol, iglesia católica y evangélica, parque comunal y el cementerio.

1.12. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Las Ovejas

En la aldea se realizó una investigación exhaustiva sobre las principales necesidades que afectan a la población, con apoyo del COCODE y opiniones de vecinos.

1.12.1. Descripción de las necesidades

De acuerdo con la información de los comités de vecinos, las principales necesidades que se encuentran en la aldea son:

- Agua potable: es una necesidad que afecta a la vida humana, para la salud básica y para la supervivencia, así como para la producción de alimentos y para las actividades económicas. La aldea presenta el problema de que cuatro barrios carecen de un sistema de distribución de agua potable.
- Vías de comunicación: es un problema de infraestructura que afecta al desarrollo económico hacia la comunidad, ya que la carretera hacia la aldea, se encuentra en mal estado por falta de mantenimiento.

- **Sistemas de drenajes de aguas servidas:** es un problema muy importante en la higiene del ser humano, que puede fomentar la propagación de virus y bacterias patógenas para el hombre. En varios sectores de la aldea, carecen de este sistema o con tuberías que se encuentran a la intemperie y contaminan la vía pública.
- **Alumbrado público:** distintas calles se encuentran con escasez de luz, que da lugar para cometer hechos delictivos, así también, el causante de accidentes de tránsito.
- **Mejoramiento del cementerio comunal:** requiere de construcción de paredes que circulan el área, así como mejorar la distribución de panteones.

1.12.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Para la priorización se aplicaron los criterios que expusieron la municipalidad y el COCODE, quedando de la forma siguiente:

- Agua potable
- Vías de comunicación
- Sistemas de drenajes sanitarios
- Alumbrado eléctrico
- Mejoramiento del cementerio comunal

2. DISEÑO DE LA CARRETERA QUE COMUNICA A LA ALDEA LAS OVEJAS

2.1. Descripción del proyecto

El presente proyecto consiste en el diseño de la carretera que comunica a la aldea Las Ovejas. Consta de dos tramos; el primero parte de la aldea El Zapote hacia Las Ovejas, y el segundo de la aldea El Paso de los Jalapas hacia Las Ovejas. Ver figura 2. Está conformado por diseño geométrico y el diseño de la carpeta de rodadura, con pavimento rígido.

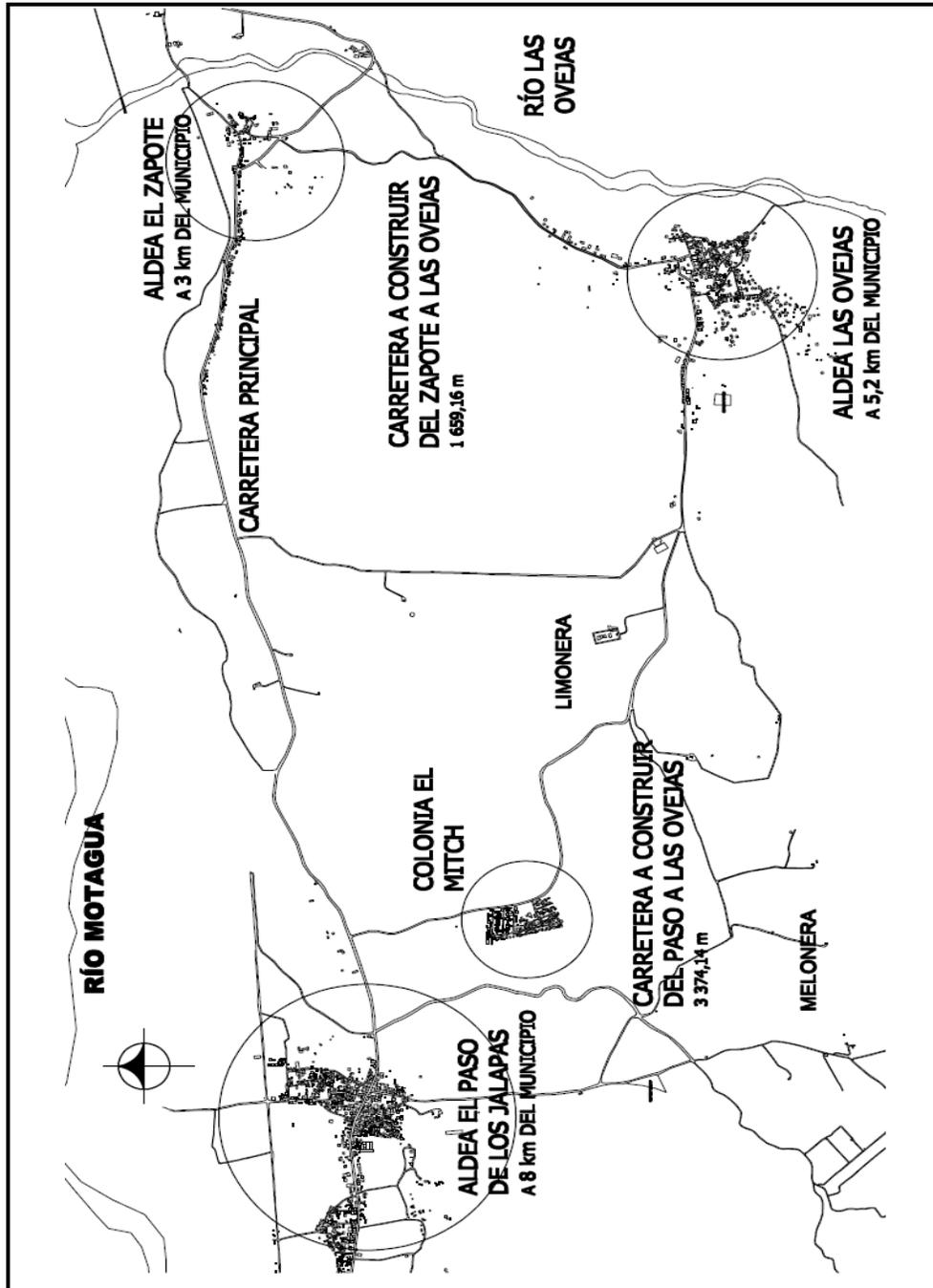
La importancia de este proyecto, radica en el desarrollo económico para la aldea Las Ovejas. El acceso e ingreso en buen estado aumenta el comercio de sus productos agrícolas, que es la actividad principal en el aumento de sus ingresos.

En épocas de lluvia es casi imposible transitar, debido a la existencia de muchas rocas sueltas y baches profundos, que afectan al mecanismo del automóvil.

2.1.1. Estudio de tránsito

Es uno de los estudios más importantes en el diseño de carreteras, ya que es el principal factor en la determinación del espesor del pavimento, así como del ancho de calzada. Es necesario tener el conocimiento de Tránsito Promedio Diario Anual, en ambas direcciones (TPDA).

Figura 2. Descripción de los tramos carreteros



Fuente: elaboración propia.

El objetivo del estudio es determinar los flujos futuros que circularán por el tramo a diseñar. Se constituye de un tránsito actual y se obtiene una proyección del mismo. Se basa en datos estadísticos por medio de encuestas, censos, conteos volumétricos, composición vehicular de la zona, y obtener información del origen y destino de los viajes en la zona.

El método recomendable es el que establece la institución de Dirección General de Caminos, que realiza conteos volumétricos, partiendo de tablas que especifican los diferentes tipos de vehículos y el horario que transitan.

El conteo volumétrico consiste en la cantidad de vehículos que transitan en un tiempo determinado, también se toma en cuenta otros parámetros como: destino, clasificación de tipo de vehículo y flujo de mercancías.

En este caso, no se realizó ningún conteo de tránsito, se estima por proyección una cantidad que oscila entre 100 a 500.

2.2. Estudios preliminares

Estos estudios preliminares tienen como objetivo de observar o determinar cualquier inconveniente que pueda complicar el diseño de la carretera, los estudios que se realizaron son: reconocimiento y levantamiento topográfico.

2.2.1. Reconocimiento

Éste consiste en realizar una inspección inicial del terreno. El proyecto consta de dos caminos de terracería donde tienen un ancho de calzada promedio de 6 a 7 m. Las condiciones topográficas del terreno es una combinación entre montañosa, ondulado y llano.

Se determinó que no hay problema de derecho de paso. Se ubicaron todas las quebradas que atraviesan el camino y los lugares donde va ameritar obras de protección.

2.2.2. Levantamiento topográfico

El objetivo del levantamiento consiste en ubicar la ruta, tanto en planta como perfil las características del terreno. Se deben localizar detalles importantes, como quebradas y pasos de ríos.

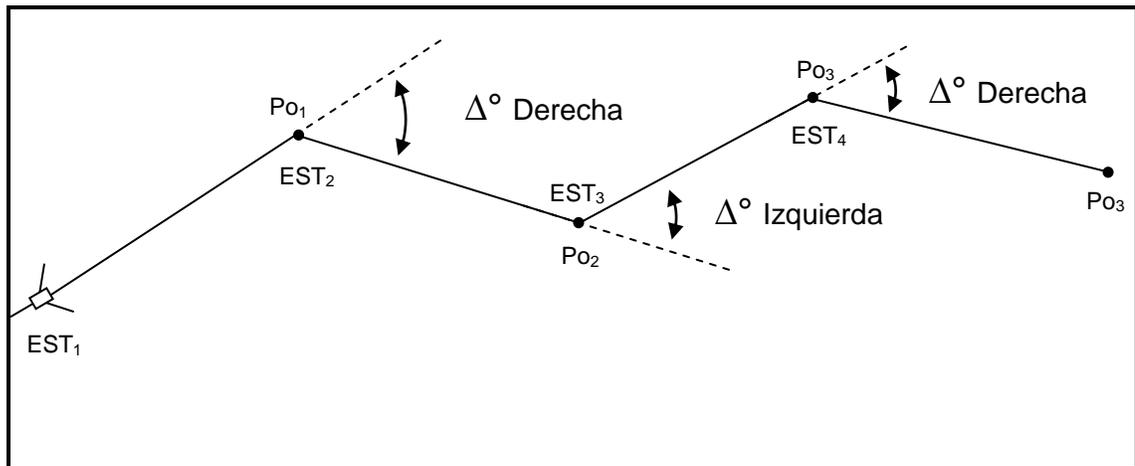
Para realizar el levantamiento, se utilizó el siguiente equipo:

- Un teodolito marca Universal modelo J2-2
- Un nivel de precisión marca Universal
- Un estadal de 4 m
- Una plomada
- Instrumentos para la marcación de estaciones

2.2.2.1. Planimetría

Se realizó mediante una poligonal abierta con estacionamientos numerados, mediante el método de dobles deflexiones. El método consiste en medir el ángulo de deflexión en cada vértice, estableciendo el sentido en que se va a recorrer el polígono (derecha e izquierda). Ver figura 3.

Figura 3. Descripción del método de deflexiones



Fuente: elaboración propia.

2.2.2.2. Altimetría

El objetivo de este levantamiento consiste en obtener los niveles de los diferentes puntos que estén sobre la superficie de la tierra, donde se fijan bancos de marca a distancia prudentes, deben ser objetos permanentes que servirán de guía, y se anota la estación, elevación y distancia acumulada. A este método se le llama nivelación simple. Ver figura 5.

Es recomendable utilizar un número entero arbitrario como cota de salida, además, tomar en cuenta que debe ser un número alto que no permita valores negativos al realizar el cálculo correspondiente. En este caso se utilizó de 100,00 m. Como se describe en la figura 5.

2.2.2.3. Secciones transversales

Las secciones transversales son perfiles cortos que se realizan de forma perpendicular a la rasante, que proporcionan información necesaria para la estimación de los volúmenes de movimiento de tierra.

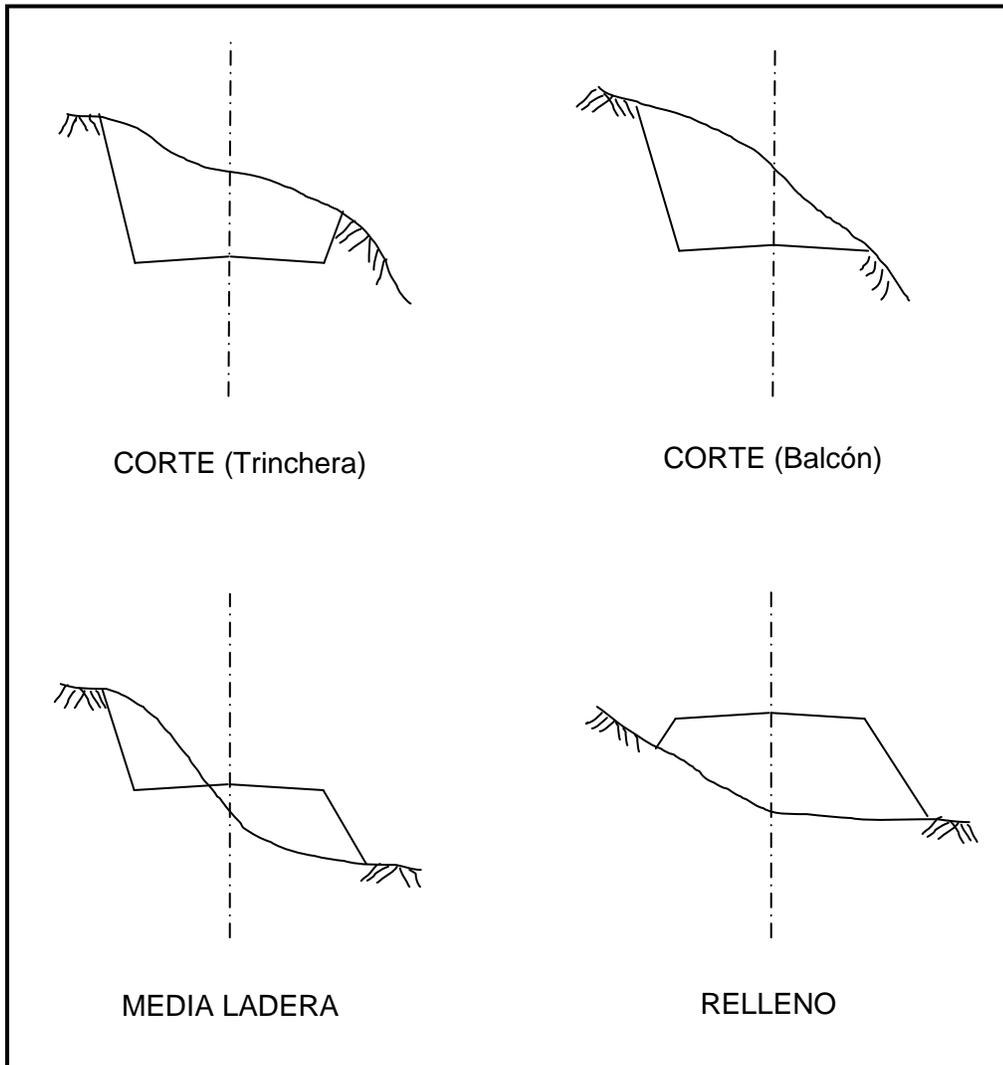
Con base a los alineamientos horizontal y vertical, la sección típica de la calzada, se proyecta sobre el dibujo de las secciones transversales del terreno, marcando para cada estación la colocación de la subrasante en el centro de la línea.

Se describen los diferentes casos de secciones; cuando la sección está toda en corte, se dice que está en trinchera, cuando es de relleno, la sección se dice que está en relleno. Cuando se combina transversalmente el corte y el relleno, la sección es en media ladera, y si todo está en corte, con el borde exterior de la subcorona coincidiendo con el terreno, la sección está en ladera o en balcón. Estos tipos de sección se presentan en la figura 4.

2.3. Cálculo topográfico preliminar

Con los estudios preliminares concluidos, se obtiene la libreta de campo, luego se procede a realizar sus respectivos cálculos, que a continuación se presentan.

Figura 4. Tipos de secciones transversales



Fuente: elaboración propia.

2.3.1. Revisión de libretas de campo

Antes de iniciar el diseño de cualquier proyecto, se deben revisar las libretas del levantamiento topográfico de campo, para comprobar que los datos medidos sean coherentes y hacer las correcciones para minimizar los errores que aparecen.

Las libretas de los dos tramos se adjuntan en el índice de apéndice 1.2. y 1.3., se presentan como libretas finales de topografía.

2.3.2. Planimetría

Como se utilizó el método de dobles deflexiones, es necesario encontrar los azimuts de cada tangente preliminar. En campo se inició con un azimut con referencia al norte magnético, establecido como el azimut de salida del polígono abierto.

A continuación se presenta la ecuación para calcular los azimut de las tangentes preliminares horizontales:

$$Az = Az_{\text{inicial}} \pm \Delta$$

Donde:

Az = azimut a determinar

Az_{inicial} = azimut de salida

$\pm \Delta$ = ángulo que se forma por la intersección de los alineamientos, será negativo cuando tenga orientación izquierda y positivo lo contrario

Ya obtenidos los azimuts de todos los puntos PI, se cálcula las coordenadas parciales (x,y) y totales (X,Y) de todos los puntos, donde se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$y = DH \times \cos(Az)$$

$$x = DH \times \text{sen}(Az)$$

$$Y = Y_{\text{Est}} \pm Y_{\text{Est-Po}}$$

$$X = X_{\text{Est}} \pm X_{\text{Est-Po}}$$

Donde:

DH = distancia horizontal

Az = azimut

Y_{EST} = coordenada total de la estación

$Y_{(\text{Est-Po})}$ = coordenada parcial de la estación al punto observado

2.3.3. Altimetría

A continuación se describen las ecuaciones para calcular las cotas en cada punto deseado:

$$AI = VA + C_{\text{inicial}}$$

$$C_{\text{Est}} = AI - VI$$

Donde:

AI = altura del instrumento

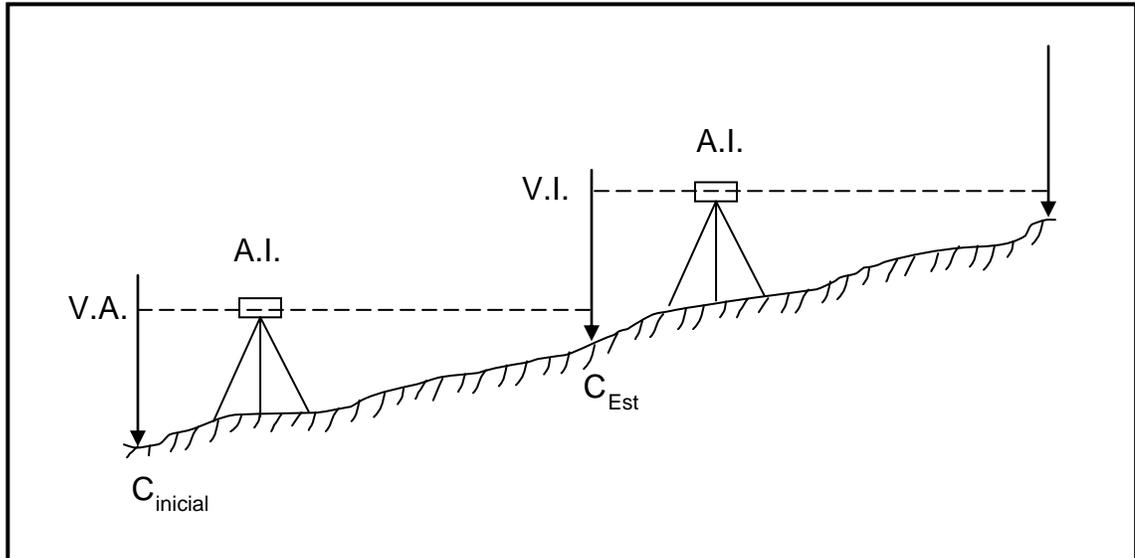
VI = vista intermedia

VA = vista atrás del instrumento

C_{EST} = cota de nivel a calcular

C_{inicial} = cota que se asigna como referencia, (100,00 m)

Figura 5. **Método de nivelación simple**



Fuente: elaboración propia.

2.3.4. **Curvas de nivel**

Por medio de las curvas de nivel es la forma más común para una representación de la topografía del terreno en estudio, donde una curva de nivel es una línea imaginaria que conecta puntos de igual elevación o cota.

Una de las ventajas de las curvas de nivel, es que ya determinadas se puede dibujar rápidamente el perfil de la rasante. También son de gran ayuda para la estimación de la cantidad de movimientos de tierra.

Obtenidos todas las cotas de terreno, se procede a dibujar las curvas de nivel que se encuentran alrededor del alineamiento preliminar. Éstas se realizaron con la ayuda del programa AutoCAD Civil 3D Land Desktop. Que se ingresan los puntos con sus coordenadas totales y su nivel de terreno.

2.3.5. Secciones transversales

En este caso se realizó una proyección de sección transversal a cada 20 m, donde se calcularon las áreas en cada sección, para obtener los volúmenes de corte y relleno. Obtenido por medio del programa de AutoCAD Civil 3D Land Desktop.

Con respecto al diseño se estableció una carretera tipo E, el volumen de tránsito (TPDA) oscila entre 100 a 500, para una región entre montañosa y ondulada, con velocidad de diseño que varía entre 30 a 40 km/h. Ver anexo 1.

La tabla muestra valores mínimos y recomendados para radio, pendiente, distancia visibilidad de parada y distancia visibilidad de paso.

2.4. Diseño de localización

Consiste en definir el alineamiento de la carretera, tanto como horizontal como vertical, con ayuda de las curvas de nivel y tomando en cuenta las casas existentes, que se encuentran enfrente del camino.

Para el alineamiento vertical se debe prestar atención en la pendiente, que no debe ser mayor a 14%, propuesto por la Dirección General de Caminos y que el nivel de la carretera no sobre pase el de las viviendas.

Asi como para el alineamiento horizontal y vertical, se debe cuidar la visibilidad del conductor. El diseño de la carretera debe transmitir seguridad al conductor, procurando que nunca pueda experimentar un accidente inesperado.

2.4.1. Corrimiento de línea

El corrimiento de línea es una modificación o cambio del caminamiento preliminar, que no llene los requerimientos del proyecto por razones especiales, tales como; especificaciones de diseño geométrico, suelos rocosos, barrancos, entre otros. La mayoría de los corrimientos se realizan en gabinete, con ayuda del dibujo planimétrico, que contiene las curvas de nivel.

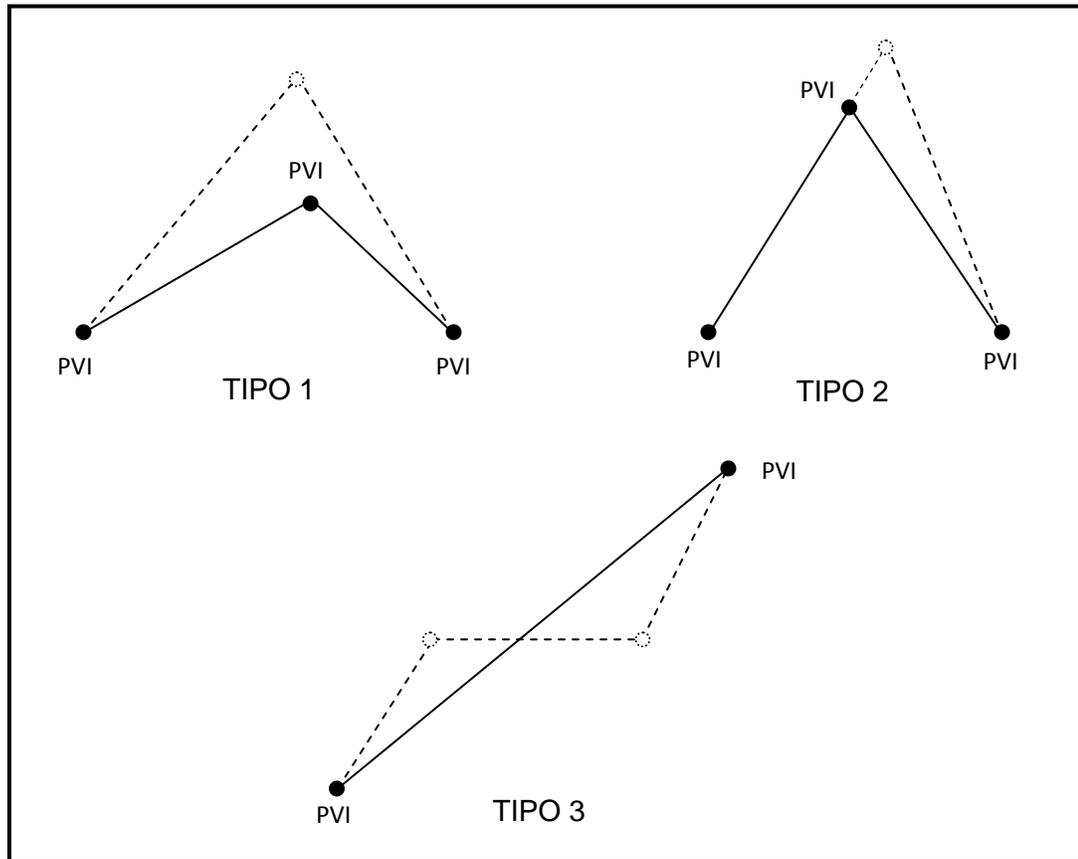
Existen tres tipos de corrimiento de línea, el primero que cambia totalmente el azimut y distancia de dos tangentes de la poligonal, el segundo cuando la intersección cambia únicamente distancia sobre una tangente y conserva su mismo azimut, también se le conoce como cálculo de intersecciones y el tercer consiste en obviar una o más estaciones del levantamiento, para formar una sola tangente. Ver figura 6.

Aplicando el programa de AutoCAD Civil 3D Land Desktop. Se realizó los corrimientos respectivos de los puntos de intersección (PI). Para este caso se realizaron varios cambios, como la disminución de puntos de intersección y en algunos casos se debió respetar las viviendas existentes a las orillas del camino.

2.4.2. Cálculo de PI de localización

Realizado los respectivos corrimientos aplicando el programa AutoCAD Civil 3D Land Desktop, se obtuvo las tablas de las coordenadas de los PI, que se describen en el inciso 2.8.1.

Figura 6. Tipos de corrimientos



Fuente: elaboración propia.

2.4.3. Cálculos de elementos de curva horizontal

Para definir cada curva horizontal, se toma en cuenta la visibilidad del conductor, que es la distancia entre la vista del conductor hacia un objeto ubicado en la orilla de la vía. Esta distancia tiene que tener relación con la distancia de frenado seguro.

Para que cualquier obstáculo que se presente en la curva, el conductor tenga la reacción y la distancia necesaria para un frenado imprevisto.

Las curvas horizontales simples se definen como arcos de circunferencia de un solo radio, que son utilizados para unir dos tangentes del alineamiento horizontal.

Una curva circular simple está compuesta de los siguientes elementos:

- Ángulo de deflexión (Δ°): es el ángulo que se forma con la prolongación de uno de los alineamientos rectos y el siguiente. Puede ser a la izquierda o a la derecha, según si está medido en sentido anti horario o a favor de las manecillas del reloj, respectivamente. Es igual al ángulo central subtendido por el arco (Δ).
- Tangente (T): distancia desde el punto de intersección de las tangentes (PI), los alineamientos rectos, también se conocen con el nombre de tangentes, si se trata del tramo recto que queda entre dos curvas se le llama entre tangencia, hasta cualquiera de los puntos de tangencia de la curva (PC o PT).
- Subtangente (St): distancia desde el punto PC hasta el PI o del PI al PT.

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

Donde:

Δ° = ángulo de deflexión

R = radio de la curva

- Radio (R): el de la circunferencia que describe el arco de la curva.

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

Donde:

Δ° = ángulo de deflexión

St = subtangente

- Grado de curva (G): corresponde al ángulo central subtendido por un arco (s) o una cuerda (c) de determinada longitud. Comparando el arco de una circunferencia completa ($2\pi R$), que subtiende un ángulo de 360° , con un arco unidad (s), que subtiende un ángulo G_s se tiene:

$$\frac{s}{G^\circ} = \frac{2\pi R}{360^\circ}$$

Donde:

G° = grado de curvatura

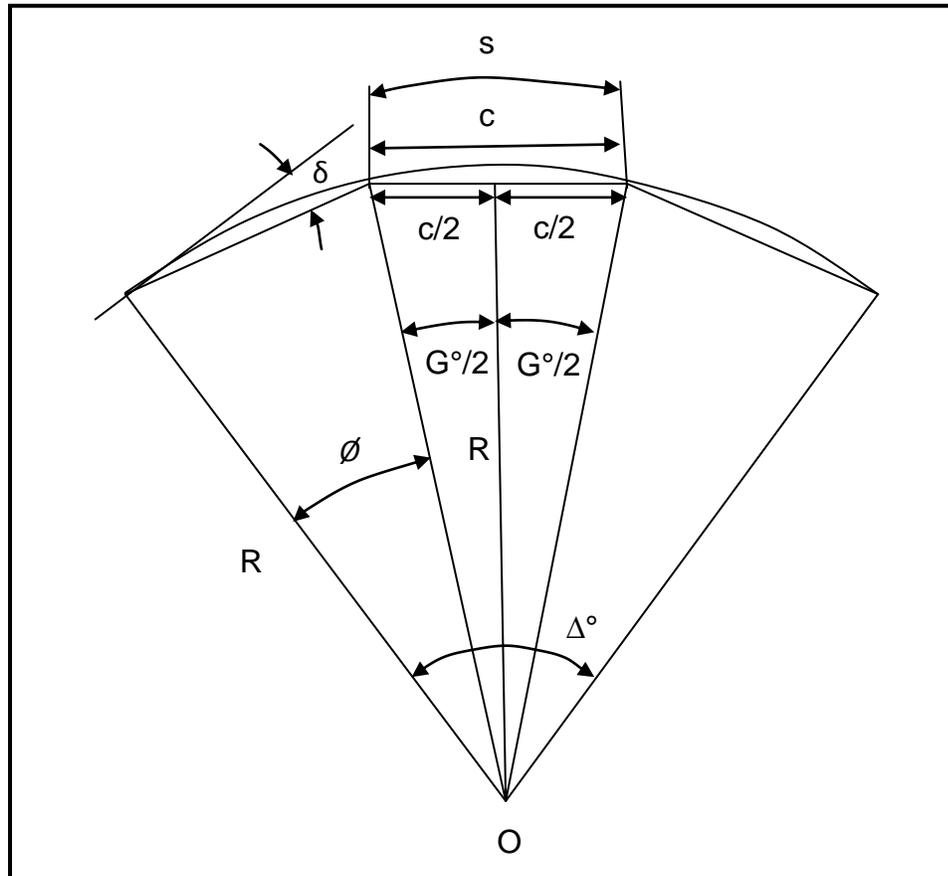
s = cuerda de 20 m

R = radio de la curva

Sustituyendo s:

$$G^\circ = \frac{1\,145,9156}{R}$$

Figura 7. **Grado de curvatura con base en el arco**



Fuente: elaboración propia.

Donde:

c = cuerda es una línea recta que conecta dos puntos en una curva.

s = arco es un segmento de circunferencia.

δ = ángulo de deflexión que se forma entre cualquier línea tangente a la curva y la cuerda que va desde el punto de tangencia.

Δ° = ángulo central subtendido por la cuerda.

O = es el centro de la curva.

R = radio de la curva.

Δ° = ángulo de deflexión.

- Longitud de curva (Lc): es la distancia del arco o curva, desde el PC hasta el PT.

$$Lc = \frac{\Delta^\circ \times 20m}{G^\circ}$$

Donde:

Δ° = ángulo de deflexión

G° = grado de curvatura

- Cuerda máxima (CM): línea recta que une al punto de tangencia donde comienza la curva (PC) y al punto de tangencia donde termina (PT).

$$CM = 2 \times R \times \left(\text{sen} \frac{\Delta^\circ}{2} \right)$$

Donde:

Δ° = ángulo de deflexión

R = radio de la curva

- Ordenada media (OM): distancia desde el punto medio de la curva hasta el punto medio de la cuerda larga.

$$OM = R \times \left(1 - \cos \frac{\Delta^\circ}{2} \right)$$

Donde:

Δ° = ángulo de deflexión

R = radio de la curva

- External (E): distancia desde el PI al punto medio de la curva sobre el arco.

$$E = R \times \left\{ \frac{1 - \cos \frac{\Delta^\circ}{2}}{\cos \frac{\Delta^\circ}{2}} \right\}$$

Donde:

Δ° = ángulo de deflexión

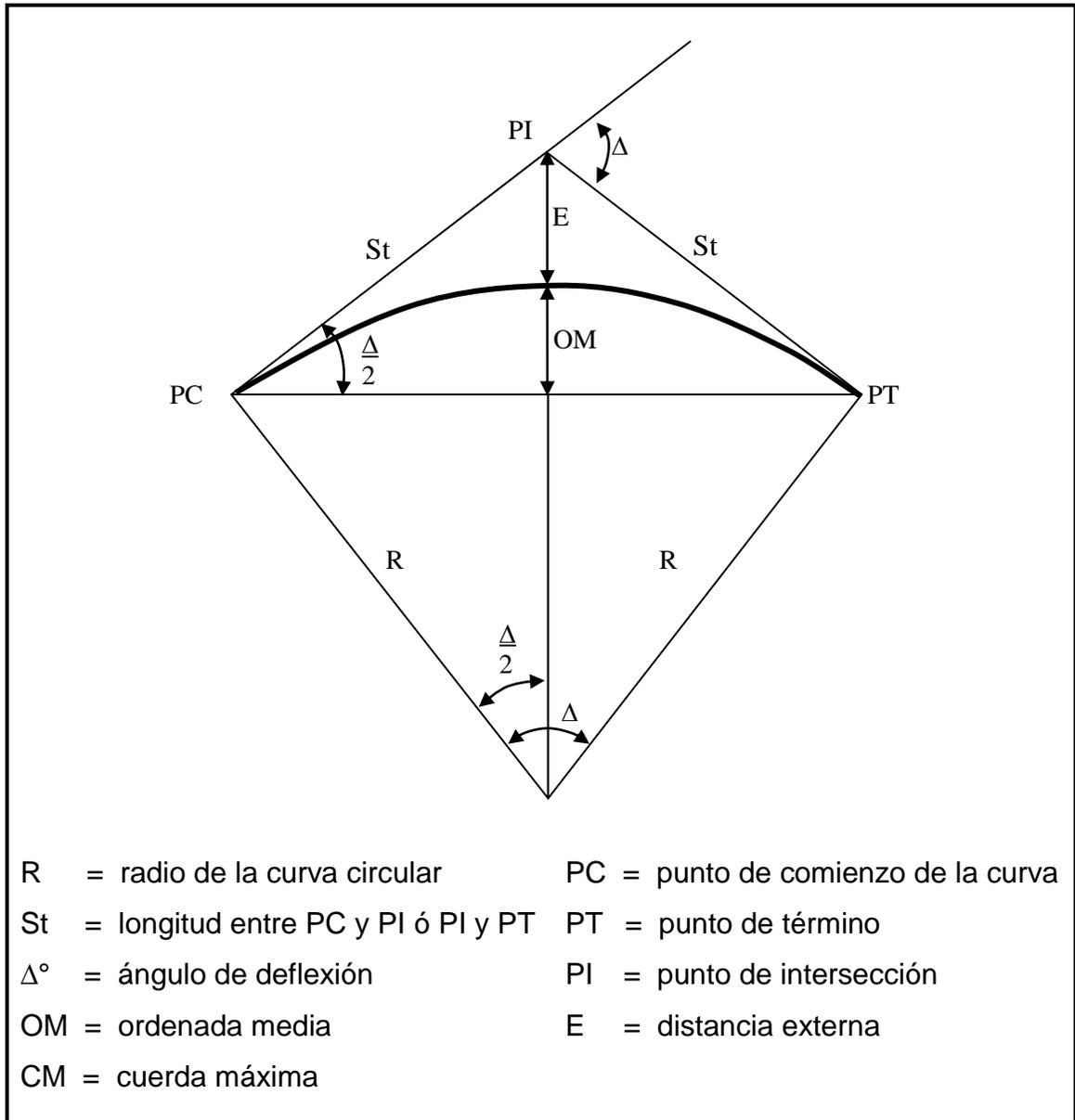
R = radio de la curva

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo de una curva:

La curva a calcular se encuentra entre la primera tangente y la segunda del tramo de la aldea El Zapote hacia Las Ovejas. Entre las dos tangentes se genera un ángulo de deflexión $\Delta^\circ = 43^\circ 31' 27''$.

Se utilizó radio mínimo de 75 m, como describe la tabla del anexo 1, y se escogió un terreno de clase llana.

Figura 8. Trazo de una curva horizontal simple



Fuente: GARBNER Nicholas J., *Ingeniería de tránsito de carreteras*, p. 731.

- Grado de curvatura

$$G^{\circ} = \frac{1\,145,9156}{75\text{ m}} = 15^{\circ}16'44''$$

- Longitud de curva

$$L_c = \frac{43^{\circ}31'27'' \times 20\text{ m}}{15,28\text{ m}} = 56,97\text{ m}$$

- Subtangente

$$St = 75\text{ m} \times \tan\left(\frac{43^{\circ}31'27''}{2}\right) = 29,94\text{ m}$$

- Cuerda máxima

$$CM = 2 \times 75\text{ m} \left[1 - \text{sen}\left(\frac{43^{\circ}31'27''}{2}\right) \right] = 55,61\text{ m}$$

- Ordenada media

$$OM = 75\text{ m} \times \left[1 - \cos\left(\frac{43^{\circ}31'27''}{2}\right) \right] = 5,35\text{ m}$$

- External

$$E = 75 \text{ m} \times \left\{ \frac{1 - \cos\left(\frac{43^{\circ}31'27''}{2}\right)}{\cos\left(\frac{43^{\circ}31'27''}{2}\right)} \right\} = 5,76 \text{ m}$$

En el inciso 2.8.2. Se presentan las tablas resumen de los elementos de cada curva de los dos tramos.

- Peralte

Es la inclinación que se le da a la corona de la calzada en los tramos en curva del alineamiento horizontal para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre un vehículo en movimiento.

Para pasar de una sección transversal con bombeo normal a otra con peralte, es necesario realizar un cambio de inclinación de la calzada. Este cambio no puede realizarse bruscamente, si no gradualmente a lo largo de la vía, donde a este tramo se le llama transición de peralte.

La transición del peralte se acostumbra realizar una parte en la recta y la otra parte sobre la curva. Se recomienda que entre el PC y el PT deben tener entre el 60% y el 80% el peralte máximo.

Para determinar el peralte máximo de cada curva, se basó en las Especificaciones de Dirección General de Caminos. Determinándose por medio de la tabla del anexo 2.

Como ejemplo, se procede a diseñar el peralte de la primera curva del tramo de la aldea El Zapote hacia Las Ovejas:

Para obtener el peralte se necesita los siguientes datos:

$$R = 75 \text{ m}$$

$$G = 15^{\circ}16'44''$$

En la tabla VI se muestran tres rangos que varían por la velocidad de diseño, para este caso se escoge el de 30 km/h. El grado de curvatura aparece en la tabla como un valor entero, entonces se aproxima a 15 y se estima un radio de 76,39 m. Ver figura 9.

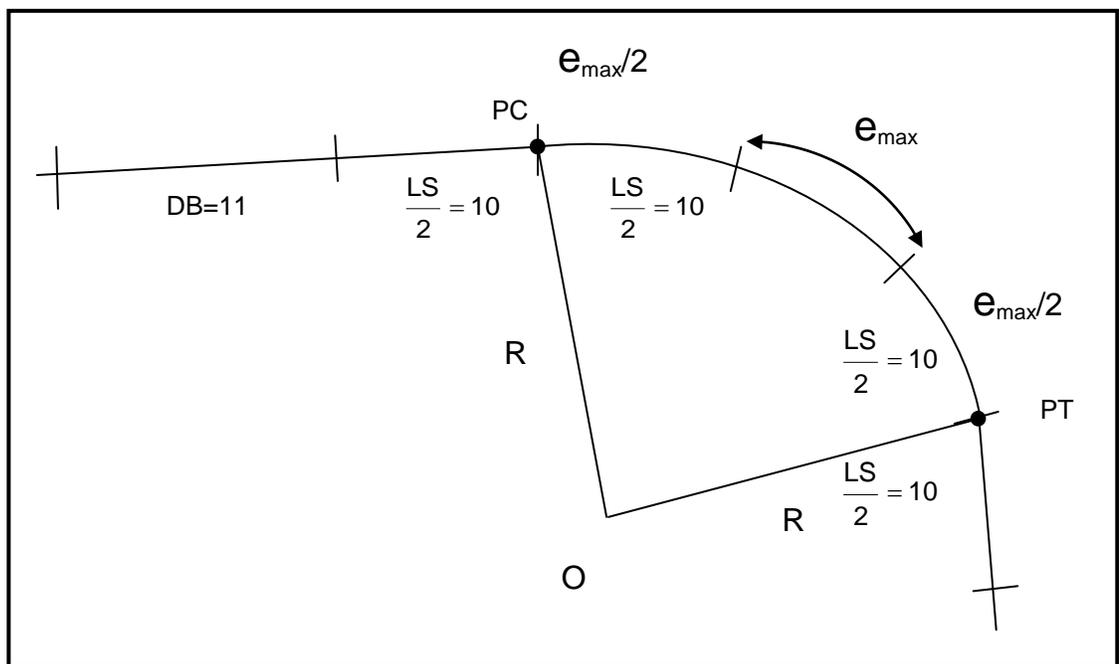
Tabla VI. **Demostración como se obtiene el peralte máximo**

G	RADIO	20 km/h				30 km/h				40 km/h			
		DB = 10				DB = 11				DB = 12			
		e%	LS	Δ	SA	e%	LS	Δ	SA	e%	LS	Δ	SA
12	95,49	2,20	11	6,70	0,60	4,70	17	10,10	0,7	7,50	29	17,40	0,80
13	88,15	2,40	11	7,20	0,64	5,00	18	11,70	0,74	7,90	31	19,80	0,85
14	81,85	2,60	11	7,80	0,68	5,40	19	13,40	0,79	8,20	32	22,40	0,90
15	76,39	2,70	11	8,30	0,72	5,70	20	15,10	0,83	8,60	33	24,90	0,95
16	71,62	2,90	11	8,39	0,76	6,00	21	17,00	0,87	8,90	34	27,50	0,99
17	67,41	3,10	11	9,40	0,80	6,20	22	18,90	0,92	9,10	35	30,10	1,04
18	63,66	3,20	11	10,00	0,84	6,50	23	20,90	0,96	9,40	36	32,60	1,09

Fuente: Dirección General de Caminos, p. 179.

Como resultado se obtuvo un peralte máximo de 5,7%, una longitud de transición de $LS = 20$ m, un ángulo de deflexión mínimo 15° , y un sobre ancho de $SA = 0,83$ m y se especifica la distancia mínima de $DB = 11$ m desarrollo del bombeo. Ver figura 9.

Figura 9. Descripción de la transición de peralte



Fuente: elaboración propia.

2.4.4. Determinación de curva vertical

Obtenidos los datos topográficos, se crea el perfil de la carretera. Se diseña el alineamiento vertical, que consta de alineamientos rectos que se le conocen como tangentes, que se unirán por medio de curvas verticales.

El diseño de las curvas verticales es una etapa muy importante para la funcionalidad de la carretera. Se diseña tomando en cuenta características como del alineamiento horizontal, la seguridad, visibilidad, velocidad de diseño del proyecto y los parámetros de pendientes máximas.

La curva vertical debe de cumplir ciertos criterios, tales como: el cambio de pendiente sea gradual y no cause incomodidad al conductor. Las curvas pueden ser circulares, parabólicas simples, parabólicas cúbicas, entre otras. En este caso se utilizó curva parabólica simple, debido a la facilidad de su cálculo y a su gran adaptabilidad a las condiciones topográficas de este caso.

El Departamento de Carreteras de la Dirección General de Caminos especifica longitudes mínimas de curvas verticales, en función de la velocidad de diseño.

Existen dos tipos de curvas, pueden ser cóncavas o convexas, también se le llama en columpio, cuando cuya concavidad queda hacia arriba, y curva en cima, cuando su concavidad esta hacia abajo. Ver figura 10.

La longitud mínima de curva vertical, se calcula con la ecuación siguiente:

$$L = k \times a$$

Donde:

L = longitud mínima

k = constante que es proporcional a la velocidad de diseño. Ver tabla VII

a = diferencia algebraica de pendientes de las tangentes en %

Tabla VII. **Valores de k, según velocidad de diseño**

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

Fuente: Departamento de Carreteras, Dirección General de Caminos.

Uno de los factores que se deben tomar en cuenta en el diseño de curva vertical, es la visibilidad de parada, que es la distancia a lo largo de un carril que existe entre un obstáculo y un vehículo que circula hacia dicho obstáculo, donde visibilidad de vista es la distancia se puede divisar sin que luego desaparezca de su vista hasta llegar al mismo.

Las alturas del obstáculo y del punto de vista del conductor sobre la calzada, se fijan en veinte centímetros (20 cm) y un metro con diez centímetros (1,10 m) respectivamente.

La distancia del punto de vista al obstáculo se medirá a lo largo de una línea paralela al eje de la calzada, trazada a un metro con cincuenta centímetros (1,50 m) del borde derecho de cada carril, por el interior del mismo y en el sentido de la marcha.

Aplicando el programa de AutoCAD Civil 3D Land Desktop, permite diseñar los dos tipos de curvas columpio y cima.

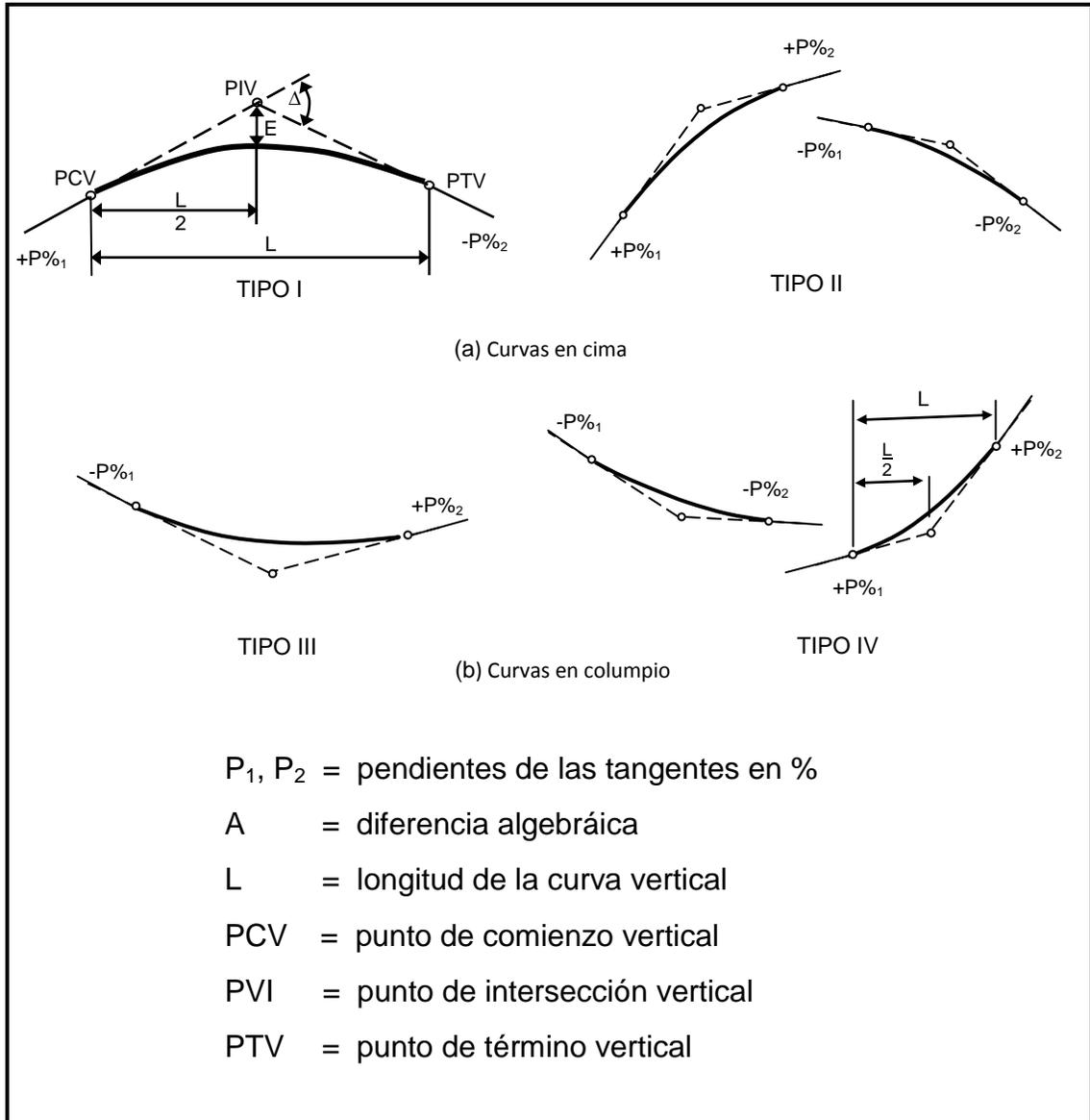
Para tipo cóncava se utilizó la opción Passing Sight, aquí es necesario introducir la distancia de visibilidad de vista, con apoyo de la tabla del anexo 1. También se debe colocar un parámetro de altura de vista promedio de 3,50 m y una altura de vista de obstáculo de 4,25 m.

Para tipo convexa se utilizó la opción Headlight, en éste es necesario introducir la distancia que alcanza el faro del automóvil, visibilidad de parada, también se ingresa la altura entre el faro y el pavimento promedio de 0,61 m y el ángulo que se forma entre una línea horizontal y el faro, en este caso se utilizó un grado (1°).

A continuación, un ejemplo de cálculo de una curva vertical, se tomó la primera que aparece en el tramo de la aldea El Zapote hacia Las Ovejas:

La pendiente de entrada es $P_1 = 10,61\%$ y la de salida es $P_2 = 10,16\%$.

Figura 10. Trazo de curvas verticales



Fuente: GARBNER Nicholas J., *Ingeniería de tránsito de carreteras*, p. 714.

Se calcula la diferencia de pendiente para obtener la longitud mínima para la curva.

$$a = 10,61\% - (-10,16\%) = 20,77 \%$$

$$L = 4 \times 20,77 \% = 83,08 \text{ m}$$

Al seleccionar Passight Sight, se ingresa una distancia de visibilidad de 110 m, el programa estima una longitud de curva de 80 m.

2.5. Movimiento de tierras

Se entiende por el conjunto de acciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra. Previo al inicio de cualquier movimiento, se debe efectuar trabajos de replanteo o preliminares. Para este caso se debe sacar el volumen de corte y relleno, por medio de área se secciones transversales.

2.5.1. Área de secciones transversales

Al proyectar la sección transversal en dibujo, incluyendo la sección típica de la calzada, se obtiene el área de la misma.

La determinación del área de cada sección transversal, se estableció a cada 20 m. Este cálculo se realizó por medio de AutoCAD Civil 3D Land Desktop. Como se representan en los planos de secciones transversales. Los planos se adjuntan en el apéndice 10.1.

2.5.2. Movimiento de tierra

Realizado el trazado y nivelado definitivo de la subrasante, se debe tener una guía estricta en las pendientes de las tangentes verticales, a fin de que la rasante tenga la posición adecuada para dar cabida a las obras y las recomendaciones geotécnicas en cuanto a la capacidad de carga del terreno natural y la altura mínima de terraplén dado.

Para cada área obtenida, se ha de idealizar un prisma de longitud (L), de terreno, estableciendo que el terreno es uniforme entre dos estaciones sucesivas, se hace un promedio de sus áreas y se multiplica por la distancia horizontal (L), existente entre ellas, se obtiene de esta manera el volumen. Ver figura 11.

$$V = \left\{ \frac{A_1 + A_2}{2} \right\} \times L$$

Donde:

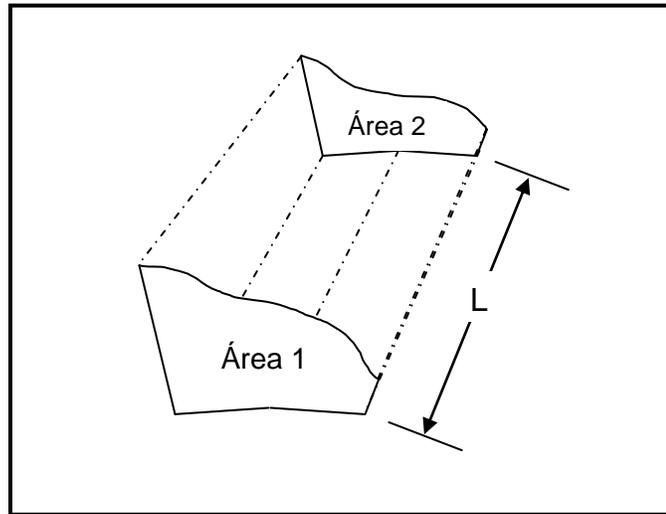
V = volumen

A₁ = área del primer transversal

A₂ = área del segundo transversal

L = distancia entre transversales (20 m)

Figura 11. Proyección del prisma



Fuente: elaboración propia.

Como ejemplo se tomaron las secciones transversales de las estaciones 2+840 y 2+860, del tramo de la aldea El Paso de los Jalapas hacia la aldea Las Ovejas. Ver figura 12.

Para determinar el volumen:

Donde:

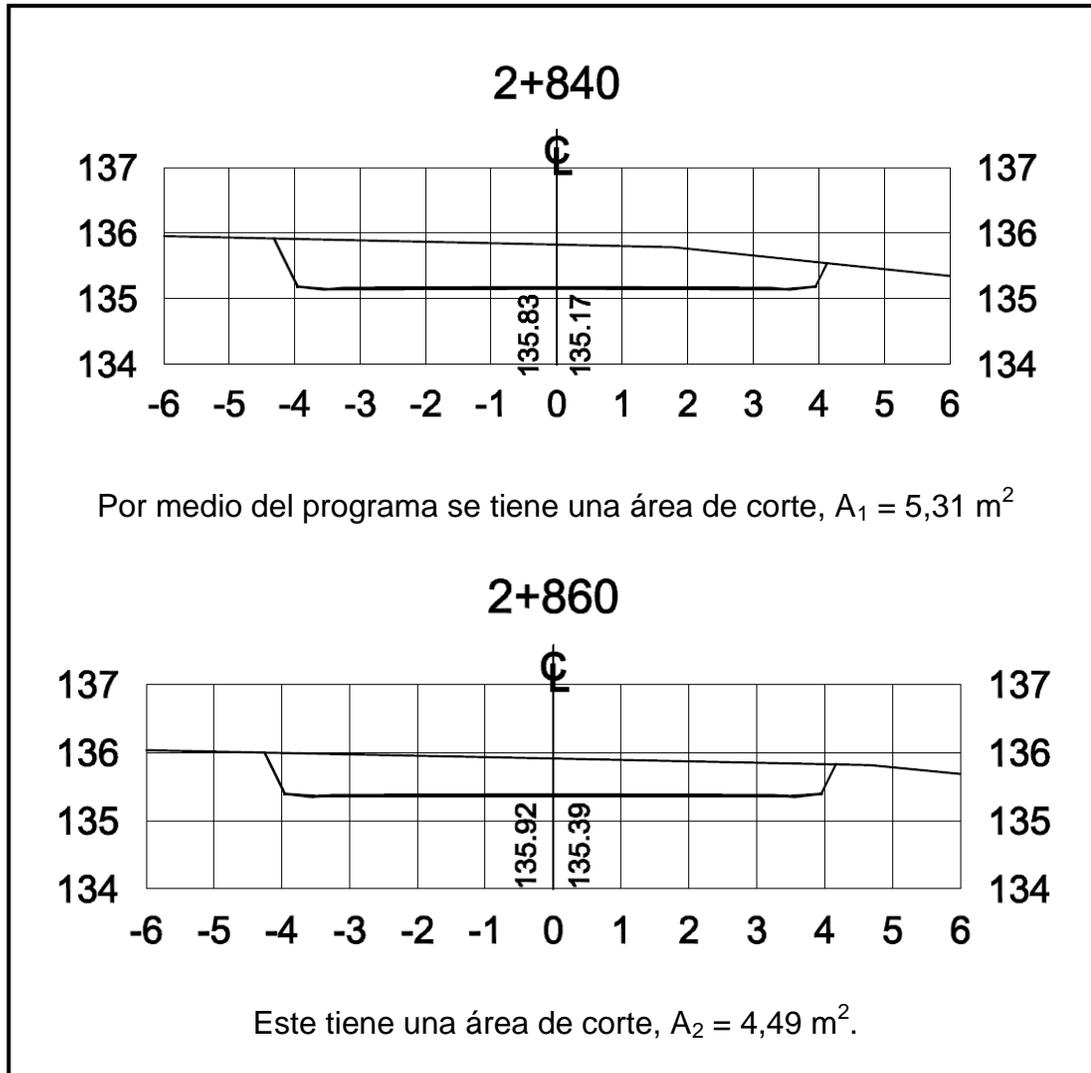
$$A_1 = 5,31 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 4,49 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{corte}} = \left(\frac{5,31 \text{ m}^2 + 4,49 \text{ m}^2}{2} \right) \times (2\ 860 \text{ m} - 2\ 840 \text{ m}) =$$

$$V_{\text{corte}} = 98,00 \text{ m}^3$$

Figura 12. Ejemplo de sección transversal



Fuente: elaboración propia.

Se realizó un cuadro resumen que representa los volúmenes de corte y relleno, que se estiman a cada 20 m entre secciones transversales. Como resultado se tiene un total de 16 677,01 m³ corte y 5 047,83 m³ de relleno, la diferencia es el volumen de desperdicio, donde se obtiene 11 629,18 m³, este suelo es acarreado a un terreno autorizado. Ver apéndice 9.

2.6. Determinación de la calidad del suelo

Para obtener un diseño del pavimento eficiente se debe determinar la estructura y características mecánicas del suelo.

2.6.1. Pruebas de laboratorio

El suelo es un factor principal para la estabilidad de la carretera. Las pruebas se realizan para clasificar el tipo de suelo, son esenciales para el diseño de la carpeta rodadura. Los ensayos que se realizan son; análisis granulométrico, límites de Atterberg, Proctor y valor de soporte CBR.

2.6.1.1. Análisis granulométrico

El objetivo del análisis es clasificar al suelo por su textura, principalmente de la forma y del tamaño de sus partículas. Generalmente, se dividen como suelos de textura fina y gruesa.

Los suelos de textura fina son invisibles a simple vista, mientras que los suelos de textura gruesa son visibles a simple vista. Por ejemplo, los suelos de textura fina consisten en arcillas y limos, mientras que de textura gruesa consisten en arenas y gravas.

Por ejemplo, un suelo con partículas finas y con un porcentaje de agua, provoca una reducción importante de resistencia, mientras que eso no ocurre en suelos con partículas gruesas.

Este ensayo se basa en las Normas AASHTO T-27 & T-11.

En la tabla VIII se muestran los resultados del análisis, donde se observa que contiene más porcentaje de arena.

Tabla VIII. **Resultados del ensayo de granulometría**

Análisis con tamices			% de Grava: 31,13
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa	% de Arena: 57,59
2"	50,8	100	% de Finos: 11,28
1"	25,40	98,44	
¾"	19	95,33	
4	4,75	68,87	
10	2	46,30	
40	0,425	22,81	
200	0,075	11,28	

Fuente: ensayo de análisis de granulometría, ver apéndice 2.

2.6.1.2. Límites de Atterberg

Los ensayos de límites de Atterberg, consiste en analizar el comportamiento de los finos de un determinado suelo, dependiendo del contenido de agua. Así, el suelo puede variar su estado en; sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido.

La finalidad del ensayo es obtener los parámetros de humedad, cuando el suelo varía sus estados, por ejemplo, qué porcentaje de humedad debe tener cuando sufre deformaciones sin romperse, es decir cuando está en un estado plástico.

Estos niveles de humedad se describen por los límites; de contracción, plástico y líquido.

- Límite de contracción: es la humedad máxima a la que una reducción de la proporción de agua no produce una disminución de volumen de la masa del suelo, se mantiene constante.
- Límite plástico: se define como el contenido de humedad cuando el suelo se comporta como un material plástico. Para determinar se moldea un cilindro de 4 mm de diámetro. La humedad es mayor, si el suelo puede moldearse hasta la forma del cilindro, y es menor si el suelo se desmorona antes de poder moldearlo.
- Límite líquido: es el contenido de humedad cuando el suelo se comporta como una pasta fluida. Este límite se fija en la división entre el estado líquido al estado plástico. El ensayo consiste en colocar la muestra en la copa del aparato de Casagrande, producirle 25 golpes aproximadamente, hasta que se cierre una ranura de 12,7 mm de ancho.

En la tabla IX describe los datos obtenidos.

Tabla IX. **Resultados del ensayo límites de Atterberg**

Ensayo No.	Muestra No.	L.I. (%)	I.p. (%)	Clasificación	Descripción del suelo
1	1	27,8	5,4	ML	Arena limosa color café con grava

Fuente: ensayo de límites de Atterberg, ver apéndice 3.

De acuerdo a lo anterior, se concluye que el suelo se encuentra en el grupo ML, lo cual significa que es una arena limosa color café con grava.

2.6.1.3. Ensayo de Proctor modificado

Ensayo muestra el porcentaje de humedad máxima, cuando el suelo alcanza esa característica, se producen varios factores como: reducción de relación de vacíos, capacidad impermeable y aumenta la capacidad del suelo para soportar cargas.

El aumento del peso volumétrico de un material, se le llama compactación. El grado de compactación de un suelo es muy importante para aumentar la resistencia y disminuir la compresibilidad del mismo.

Un aumento de la densidad del suelo es posible alcanzar incremento en la capacidad de soporte y una menor tendencia a la deformación del suelo, conjuntamente con una disminución de la permeabilidad del mismo.

Para obtener estas características, debe realizar el proceso de compactación, que consiste en aplicar cierta cantidad de energía al suelo, donde se puede hacer de diferentes formas, con cargas de impacto o con cargas estáticas.

Las principales normativas que define este ensayo es la Norma Americana ASTM D-698.

En este caso, los resultados del análisis indican que cuando alcance el 100% de compactación va tener una densidad seca máxima de $2\ 075\ \text{kg/m}^3$, con un porcentaje de humedad de 7,6%. Ver apéndice 4.

2.6.1.4. Ensayo de valor de soporte del suelo, CBR

Este ensayo sirve para determinar la capacidad de soporte o la resistencia al esfuerzo penetrante, que tiene un determinado suelo, compactado a su densidad máxima, y en condiciones de humedad óptima. Con lo cual se define la curva de carga vrs. deformación del suelo.

Este porcentaje se expresa por medio del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón estándar en la muestra de suelo compactado a humedad óptima. Se compara con el patrón de piedra triturada de propiedades mecánicas ideales.

El procedimiento de ensayo se rige por la Norma AASHTO T-193 y el resultado se muestra con una gráfica CBR vrs. % compactación. Ver apéndice 5.

Tabla X. **Resultados del ensayo de CBR**

Probeta No.	Golpes No.	Para la compactación		C (%)	Expansión (%)	CBR (%)
		H (%)	γd (lb/ft ³)			
1	10	7,14	119,0	91,9	0,20	53,3
2	30	7,14	124,5	96,2	0,15	104,4
3	65	7,14	129,5	100,0	0,11	152,9

Fuente: ensayo de valor de soporte CBR, ver apéndice 5.

Según los resultados la capacidad de soporte del suelo es alta 53,3%, por lo que se clasifica como una excelente base.

Tabla XI. **Resistencia del suelo**

% CBR	Clasificación	Utilización en obra
0 – 3	Muy pobre	Subrasante
4 – 7	Pobre a regular	Subrasante
8 – 20	Regular	Subbase
21 – 50	Bueno	Subbase, base
51 o más	Excelente	Base

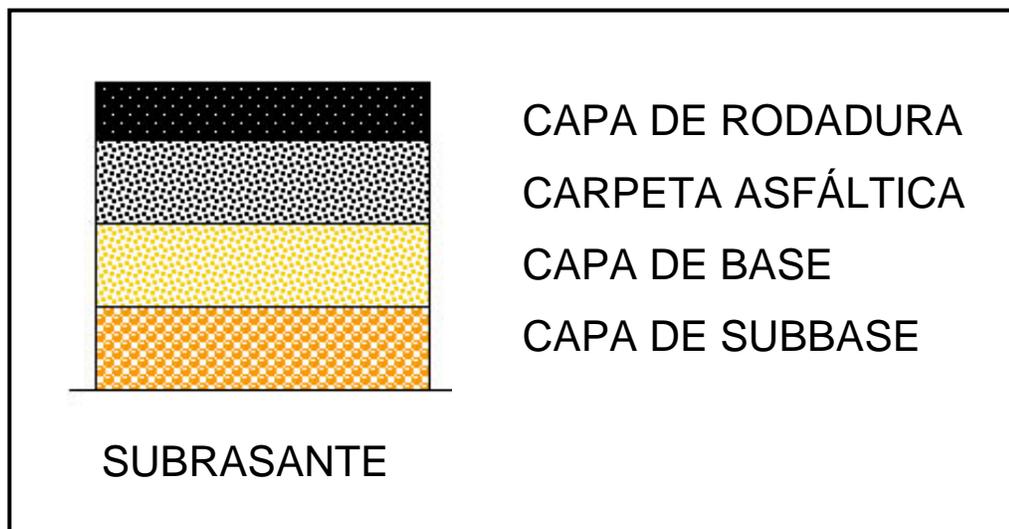
Fuente: Departamento de Carreteras de la Dirección General de Caminos.

2.6.2. **Cráterios para definir la capa de rodadura**

Para definir entre el pavimento flexible o rígido, existen diferentes factores importantes.

- Pavimento flexible: está conformado por varias capas, como se muestra en la figura 13. Se diseña para un determinado número de repeticiones de carga, al alcanzar este número de repeticiones, se espera que el pavimento se fatigue y falle, este fallo del pavimento se demuestra con la presencia de fisuras, grietas en la parte superficial.

Figura 13. **Capas del pavimento flexible**



Fuente: ERAZO MEJÍA, Juan Carlos. *Especialista en geotecnia vial y pavimentos*. 76 p.

- Pavimento rígido: este consiste básicamente, en losas de hormigón simple o armado, apoyadas directamente sobre una base, si la subrasante es inestable se construye una de concreto pobre, que por lo general es colocada en losas. Se diseña para un tránsito específico, con la diferencia que este pavimento puede fallar con solo una repetición de carga, si el TPDA es demasiado alto se debe optar por concreto rígido.

El principal factor es el costo, si para un flexible la subrasante no es eficiente, se debe diseñar las capas específicas con sus respectivos agregados y eso conlleva al aumento del costo considerablemente. La solución más próxima es optar por un rígido.

Para el rígido, inicialmente su costo es más elevado que el flexible, pero su período de vida varía entre 20 a 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo, solo se efectúa en las juntas de las losas. Y para flexible resulta ser más económico en su construcción inicial, pero tiene un período de vida menor que el rígido, de 10 a 15 años, y tiene desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir su período de vida útil.

Con respecto al contacto con el agua, el comportamiento del rígido es más eficaz, siempre y cuando la carretera contenga los sistemas de drenajes. Pero se puede utilizar también, un flexible, sólo que se debe realizar un filtro con diferentes tamaños de agregados, para evitar la ascensión del agua por capilaridad.

2.7. Diseño de la carpeta de rodadura

Para el diseño del pavimento rígido se utilizó el método simplificado, propuesto por la Asociación del Cemento Portland (PCA por sus iniciales en inglés).

El método considera dos criterios de evaluación en el procedimiento de diseño, el criterio de erosión de la subrasante o subbase y la fatiga del pavimento de concreto.

Una ventaja que se debe reconocer en el método del PCA es que toma el tránsito real de camiones que circulará sobre el pavimento, refiriéndose al caso más crítico que puede existir.

El criterio de erosión reconoce que el pavimento puede fallar por un excesivo bombeo, por deficiente compactación a la subrasante y por diferencias de elevaciones en las juntas. El criterio del esfuerzo de fatiga, puede fallar presentando agrietamiento derivado de excesivas repeticiones de carga.

A diferencia del método AASHTO, el método de diseño PCA, consideró un valor fijo de módulo de elasticidad del concreto ($E_c = 4\ 000$ psi), que no lo hizo variar en relación con la resistencia a la flexión del concreto (MR), así como tampoco varió el coeficiente de poisson de 0,15.

El método se guía con tablas de datos tabulados, para distribuciones de carga eje, en función de diferentes categorías de tránsito esperado para tramos.

Las tablas XII, XIII y XIX, son para un período de diseño de 20 años y tienen un factor de seguridad de 1, 1.1, 1.2 & 1.3 para las categorías 1, 2, 3, & 4 respectivamente.

Proceso para el método PCA:

- Estimar TPDC
- Seleccionar la categoría de carga eje, según tabla XII
- Con base al valor de CBR, se obtiene el módulo de reacción de la subrasante K.

- Con el valor de K, se determina su capacidad de soporte del suelo.
- Y con los valores de Mr y de K, se estima el espesor del pavimento.

Finalmente, el valor de CBR es el que determinará la propuesta de espesor de capa del pavimento.

Con la tabla XII se establece la categoría de la carretera, con ello, determinar el módulo de reacción K, que se determina por medio del CBR del laboratorio, en este caso, es de 53,3%. Según la figura 14.

En donde el módulo de reacción K es de $14,9 \text{ kg/cm}^3$, que es equivalente a 537,75 psi. Como se observa la capacidad de soporte de la subrasante es muy alta, se coloca una base con el espesor mínimo de 10 cm, que indica en la sección 304 de las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos.

- Diseño de espesor de pavimento

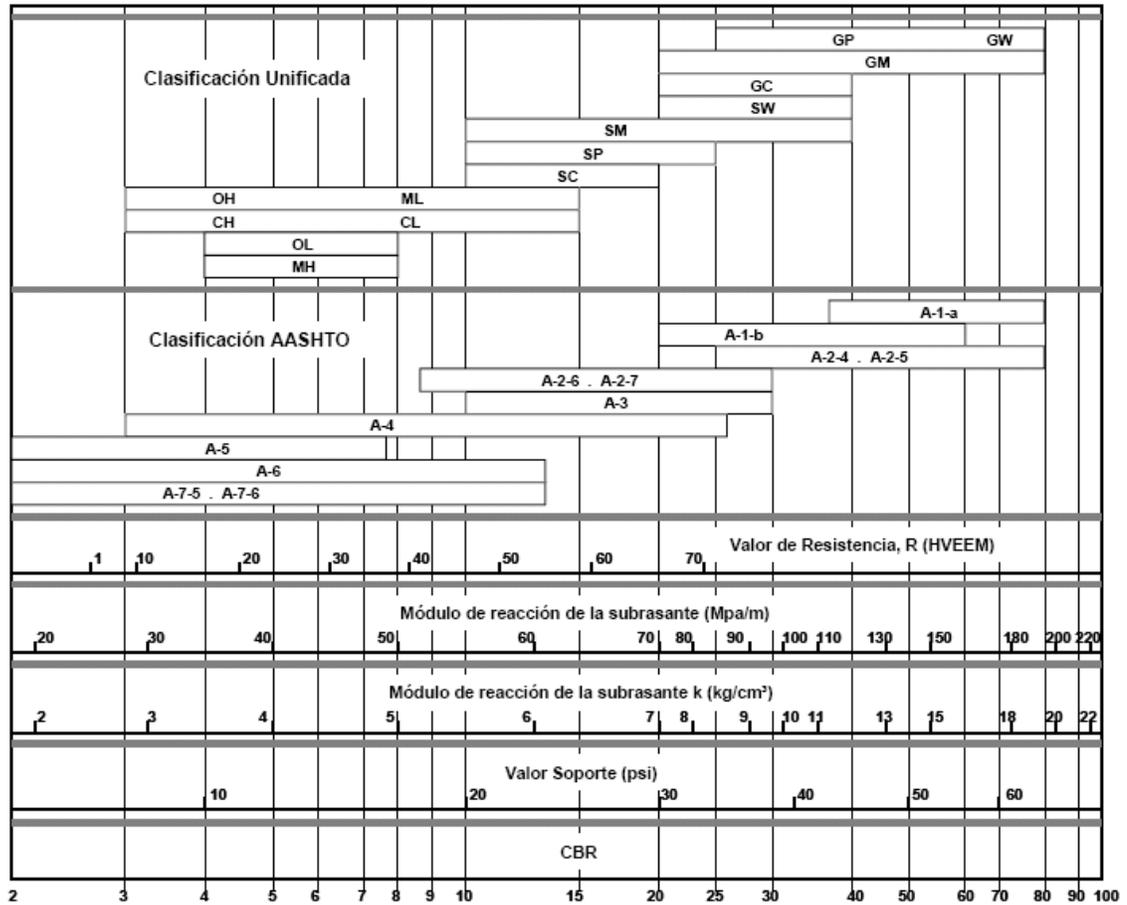
Para determinar el espesor del pavimento se define el tipo de juntas, en este caso se utilizará juntas aserradas, tanto longitudinal como transversal.

Tabla XII. **Clasificación de tipo de carretera según TPDC**

No.	Descripción de categoría	Tráfico			Máxima carga por eje, KIPS	
		TPD	TPDC		Sencillo	Tándem
			%	Por día		
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio).	200 a 800	1 a 3	Arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo).	700 a 5 000	5 a 18	De 40 a 1 000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio). Supercarreteras interestatales urbanas y rurales (bajo a medio).	3 000 a 12 000 - 2 carriles 3 000 a 5 000 - 4 carriles o más	8 a 30	De 500 a 5 000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas), interestatales urbanas y rurales (medio a alto).	3 000 a 20 000 - 2 carriles 3 000 a 15 000 - 4 carriles o más	8 a 30	De 1 500 a 8 000	34	60

Fuente: Dirección General de Caminos.

Figura 14. Determinación de la reacción K por medio de CBR



Fuente: Dirección General de Caminos.

Tabla XIII. **Valores de K según clasificación del suelo**

Tipo de suelo	Soporte	k en lb/pulg³
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan.	Bajo	75 – 120
Arenas y mezclas de arenas con grava, con una cantidad considerable de limo arcilla.	Mediano	130 – 170
Arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos.	Alto	180 – 220
Subbase tratada con cementos.	Muy alto	250 - 400

Fuente: Dirección General de Caminos.

En la tabla XIV se busca el lado derecho con bordillo, subrasante de rango muy alto y el módulo de ruptura de 600 psi (4000 psi x 15%), por medio de los datos de la tabla XII se obtiene la cantidad de camiones que circularán por día (800 x 3% = 24), la tabla XIV se observa varias cantidades de camiones y se escoge el dato posterior del intervalo donde se encuentra el valor de 24. Con ello nos indica un espesor de 5,5 pulg, para el efecto de diseño se adopta un espesor de 14 cm.

2.8. Cálculo de localización

Por medio de las características geométricas establecidas por Dirección General de Caminos, se diseña el alineamiento horizontal y vertical. Con el objetivo de establecer un tránsito eficiente y seguro.

Tabla XIV. **Para determinación del espesor del pavimento**

Mr	Espesor (pulg)	Sin hombros o bordillo Soporte de sub-base				Espesor (pulg)	Con hombros o bordillo Soporte de sub-base			
		Bajo	Medio	Alta	Muy alto		Bajo	Medio	Alta	Muy alto
650 psi	5,5				5	5,0		3	9	42
	6,0		4	12	59	5,5	9	42	120	450
	6,5	9	43	120	490	6,0	96	380	700	970
	7,0	80	320	840	1 200	6,5	650	1 000	1 400	2 100
	7,5	490	1 200	150		7,0	1 100	1 900		
	8,0	1 300	1 900							
600 psi	6,0				11	5,0			1	8
	6,5		8	24	100	5,5	1	8	23	98
	7,0	15	70	190	750	6,0	19	84	220	810
	7,5	110	440	110	2 100	6,5	160	520	1 400	2 100
	8,0	590	1 900			7,0	1 000	1 900		
	8,5	1 900								
550 psi	6,5			4	19	5,5			3	17
	7,0		11	34	50	6,0	3	14	41	160
	7,5	19	84	230	890	6,5	29	120	320	1 100
	8,0	120	470	120		7,0	210	770	1 900	
	8,5	560	220			7,5	1 100			
	9,0	2 400								

Fuente: Dirección General de Caminos.

2.8.1. Cálculo de PI de localización

A continuación se presentan en las tablas XV y XVI, las coordenadas parciales y totales de cada punto de intersección (PI), con alineamiento ya analizado y con sus respectivos corrimientos.

Tabla XV. **Coordenadas del tramo El Zapote hacia Las Ovejas**

Est	Po	y	x	Y	X
1	2	-66,1522	-83,2591	-66,1522	-83,2591
2	3	157,3413	-17,8449	91,1891	-101,1040
3	4	-13,3005	-69,1118	77,8886	-170,2158
4	5	-58,3839	-63,7025	19,5047	-233,9183
5	6	18,2292	-82,7048	37,7339	-316,6231
6	7	57,9134	-52,2050	95,6473	-368,8281
7	8	-29,5573	-77,6016	66,0900	-446,4297
8	9	16,8469	-97,6575	82,9369	-544,0872
9	10	-105,9747	-133,7054	-23,0377	-677,7926
10	11	-24,1513	-84,7042	-47,1890	-762,4968
11	12	-46,6008	-80,8055	-93,7899	-843,3023
12	13	-141,4283	-108,4618	-235,2181	-951,7641
13	14	-114,8612	-137,7697	-350,0794	-1 089,5338
14	15	195,3772	-51,6148	-154,7022	-1 141,1486

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Coordenadas del tramo El Paso de los Jalapas hacia Las Ovejas**

Est	Po	y	x	Y	X
1	2	28,3894	-82,2377	28,3894	-82,2377
2	3	-18,9848	-99,8003	9,4046	-182,0380
3	4	72,2987	-144,7485	81,7033	-326,7866
4	5	4,0152	-92,3127	85,7185	-419,0993
5	6	34,2470	-79,4317	119,9656	-498,5310
6	7	74,4424	-436,1426	194,4080	-934,6735
7	8	580,2857	142,2634	774,6937	-792,4101
8	9	130,3068	-198,6564	905,0006	-991,0666
9	10	97,9610	-73,4020	1 002,9615	-1 064,4686
10	11	1,5575	-153,1921	1 004,5190	-1 217,6607
11	12	205,5510	-33,2317	1 210,0700	-1 250,8923
12	13	203,7203	-145,1484	1 413,7903	-1 396,0407
13	14	287,0766	17,0080	1 700,8670	-1 379,0327
14	15	261,3396	-89,3760	1 962,2065	-1 468,4088
15	16	178,5633	8,8000	2 140,7698	-1 459,6088
16	17	159,9148	-18,1367	2 300,6846	-1 477,7455
17	18	228,5419	3,5847	2 529,2265	-1 474,1608

Fuente: elaboración propia.

2.8.2. Cálculo de elementos de curva y estacionamientos

Los cálculos de los elementos de curvas horizontales se realizan como especifica la sección 2.4.3. Y a continuación se presentan los resultados en las tablas XVII y XVIII:

Tabla XVII. **Elementos curvas del tramo El Zapote hacia Las Ovejas**

No. Curva	R (m)	G°	Δ°	Lc (m)	St (m)	CM (m)	OM (m)	E (m)
1	75	15°16'44"	43°31'27"	56,97	19,96	37,08	3,56	5,76
2	50	22°55'5"	15°10'08"	13,24	6,66	13,20	0,44	0,44
3	50	22°55'5"	32°23'55"	28,27	14,53	27,90	1,99	2,07
4	50	28°38'52"	53°56'08"	37,65	20,35	36,28	4,35	2,07
5	40	28°38'52"	34°32'15"	24,11	12,43	23,75	1,80	4,88
6	40	38°11'50"	76°36'23"	40,11	23,69	37,19	6,46	1,89
7	30	28°38'52"	40°25'36"	28,23	14,73	27,65	2,46	8,23
8	40	19°5'55"	48°11'17"	50,46	26,83	48,98	5,23	2,63
9	60	15°16'44"	22°29'10"	29,43	14,91	29,24	1,44	5,73
10	75	15°16'44"	14°03'30"	18,43	9,26	18,39	0,57	1,47
11	75	15°16'44"	22°23'14"	29,54	14,96	29,35	1,45	0,57
12	75	15°16'44"	18°44'26"	24,52	12,37	24,41	1,00	1,48
13	75	14°19'26"	9°01'11"	12,59	6,31	12,58	0,25	1,01

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Elementos curvas del tramo El Paso de los Jalapas hacia Las Ovejas**

No. Curva	R (m)	G°	Δ°	Lc (m)	St (m)	CM (m)	OM (m)	E (m)
1	100	11°27'33"	29°49'09"	52,04	26,62	51,45	3,37	3,48
2	75	15°16'44"	37°19'11"	48,86	25,33	48,00	3,94	4,16
3	150	7°38'21"	24°3'22"	62,96	31,95	62,50	3,29	3,37
4	80	14°19'26"	20°49'58"	29,09	14,71	28,93	1,32	1,34
5	100	11°27'33"	13°38'09"	23,79	11,95	23,74	0,71	0,71
6	200	5°43'46"	94°5'00"	328,41	214,79	292,74	63,71	93,48
7	70	16°22'12"	70°31'52"	86,15	49,49	80,82	12,84	15,73
8	150	7°38'21"	19°54'57"	52,10	26,31	51,84	2,26	2,29
9	90	12°43'56"	54°34'54"	82,57	44,45	79,71	9,30	10,38
10	40	28°38'52"	80°14'00"	56,01	33,70	51,55	9,41	12,31
11	175	6°32'53"	26°17'54"	80,28	40,86	79,58	4,58	4,71
12	75	15°16'44"	38°52'27"	50,88	26,46	49,91	4,27	4,53
13	200	5°43'46"	22°16'39"	77,73	39,36	77,24	3,76	3,84
14	60	19°05'54"	60°01'52"	22,72	11,50	22,59	1,07	1,09
15	200	5°43'46"	9°18'16"	32,46	16,27	32,43	0,66	0,66
16	100	11°27'33"	7°22'37"	12,86	6,44	12,85	0,21	0,21

Fuente: elaboración propia.

Los estacionamientos de la rasante horizontal y vertical, se obtienen de las expresiones siguientes;

$$PC = P_o + T \qquad PT = PC + LC$$

$$PCV = P_o + T \qquad PTV = PCV + LCV$$

En los planos de planta, se indica estacionamientos a cada 20 m con (-), y rotulado a cada 100 m. Para la rasante vertical, los estacionamientos se indican en los planos de perfil.

A continuación se representan las tablas de los estacionamientos del alineamiento horizontal (XIX y XX), y vertical (XXI y XXII), indicando su respectivo tramo.

2.9. Drenajes

Los drenajes son elementos estructurales que eliminan cualquier daño a la carretera, provocado por el agua o la humedad. Se mencionan algunos problemas como: baches y/o estanques, a causa de la erosión; el exceso de agua hace que taludes y terracerías pierdan su estabilidad. Estas obras benefician en gran parte la vida útil, que tiene como objetivo primordial; dar salida al agua que se llega acumular en el camino.

Los drenajes se dividen en dos tipos; longitudinal y transversal.

Tabla XIX. **Caminamiento horizontal del tramo El Zapote hacia Las Ovejas**

No. Curva	Caminamiento	
		POT
	T	76,40
1	PC	0+076,40
	Lc	56,97
	PT	0+133,37
	T	121,75
2	PC	0+255,12
	Lc	13,24
	PT	0+268,36
	T	49,20
3	PC	0+317,56
	Lc	28,27
	PT	0+345,83
	T	46,44
4	PC	0+392,27
	Lc	47,07
	PT	0+439,34
	T	46,81
5	PC	0+486,15
	Lc	24,12
	PT	0+510,27
	T	33,94
6	PC	0+544,21
	Lc	53,48
	PT	0+597,69
	T	40,40
7	PC	0+638,09
	Lc	21,17
	PT	0+659,26
	T	70,16

No. Curva	Caminamiento	
		PC
8	Lc	33,65
	PT	0+763,07
	T	140,79
9	PC	0+903,86
	Lc	23,55
	PT	0+927,41
	T	66,90
10	PC	0+994,31
	Lc	18,41
	PT	1+012,72
	T	69,19
11	PC	1+081,91
	Lc	29,30
	PT	1+111,21
	T	151,01
12	PC	1+262,22
	Lc	24,53
	PT	1+286,75
	T	160,69
13	PC	1+447,44
	Lc	12,59
	PT	1+460,03
	T	215,42
	PF	1+675,45

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Caminamiento horizontal del tramo El Paso de los Jalapas hacia Las Ovejas**

No. Curva	Caminamiento	
	POT	0+000,00
	T	60,38
1	PC	0+060,38
	Lc	52,04
	PT	0+112,42
	T	49,63
2	PC	0+162,05
	Lc	48,86
	PT	0+210,91
	T	132,93
3	PC	0+343,84
	Lc	62,96
	PT	0+406,80
	T	45,74
4	PC	0+452,54
	Lc	29,09
	PT	0+481,63
	T	59,84
5	PC	0+541,47
	Lc	23,79
	PT	0+565,26
	T	215,71
6	PC	0+780,97
	Lc	328,42
	PT	1+109,39
	T	333,19
7	PC	1+442,58
	Lc	86,15
	PT	1+528,73
	T	161,78
8	PC	1+690,51
	Lc	52,10
	PT	1+742,61
	T	51,64

No. Curva	Caminamiento	
9	PC	1+794,25
	Lc	82,59
	PT	1+876,84
	T	75,04
10	PC	1+951,88
	Lc	56,01
	PT	2+007,89
	T	133,66
11	PC	2+141,55
	Lc	80,28
	PT	2+221,83
	T	182,82
12	PC	2+404,65
	Lc	50,88
	PT	2+455,53
	T	221,76
13	PC	2+677,29
	Lc	77,72
	PT	2+755,01
	T	225,34
14	PC	2+980,35
	Lc	22,73
	PT	3+003,08
	T	151,01
15	PC	3+154,09
	Lc	32,46
	PT	3+186,55
	T	138,24
16	PC	3+324,79
	Lc	12,85
	PT	3+337,64
	T	222,14
	PF	3+559,78

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Caminamiento vertical del tramo El Zapote hacia Las Ovejas**

No. Curva	Caminamiento		Cota
	Pinicial	0+000,00	100,00
	T	35,24	
1	PCV	0+035,24	99,5
	LcV	38,31	
	PTV	0+073,55	100,26
	T	142,58	
2	PCV	0+216,13	107,38
	LcV	60,99	
	PTV	0+277,12	112,13
	T	226,35	
3	PCV	0+503,47	136,14
	LcV	59,80	
	PTV	0+563,27	136,27
	T	128,53	
4	PCV	0+691,80	123,23
	LcV	43,08	
	PTV	0+734,88	121,19
	T	319,29	
5	PCV	1+054,17	123,38
	LcV	65,00	
	PTV	1+119,17	124,19
	T	558,76	
	PF	1+677,93	134,13

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Caminamiento vertical del tramo El Paso de los Jalapas hacia Las Ovejas**

No. Curva	Caminamiento		Cota
	Pinicial	0+000,00	100,00
	T	159,49	
1	PCV	0+159,49	109,00
	LcV	99,99	
	PTV	0+259,49	112,94
	T	359,29	
2	PCV	0+618,78	120,96
	LcV	48,00	
	PTV	0+666,78	122,27
	T	271,16	
3	PCV	0+937,94	130,38
	LcV	76,70	
	PTV	1+014,64	130,46
	T	447,21	
4	PCV	1+461,85	117,95
	LcV	123,58	
	PTV	1+585,43	118,08
	T	291,09	
5	PCV	1+876,52	126,88
	LcV	35,00	
	PTV	1+911,52	127,36
	T	277,49	
6	PCV	2+189,01	126,44
	LcV	92,62	
	PTV	2+281,63	127,58
	T	282,54	

No.	Caminamiento		Cota
7	PCV	2+564,17	135,44
	LcV	40,00	
	PTV	2+604,17	135,86
	T	141,53	
8	PCV	2+745,70	134,87
	LcV	80,00	
	PTV	2+825,70	135,02
	T	273,13	
9	PCV	3+098,83	137,93
	LcV	100,00	
	PTV	3+198,83	138,47
	T	175,31	
	PF	3+374,14	138,44

Fuente: elaboración propia.

2.9.1. Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal en una carretera es la cuneta; que son canales en los cortes que construyen a los extremos de la calzada. Cuya función principal es transportar el agua que escurre de la corona, así como del talud de corte.

Su diseño se basa en los principios de los canales abiertos. Se considera utilizar para carreteras una sección transversal o triangular. Para un flujo uniforme se utiliza la ecuación de Manning. Para este caso se realizó para un período de diseño de 5 años.

$$Q_{\text{Hidráulico}} = \left(\frac{1}{\eta} \right) \times R^{2/3} \times S^{1/2} \times A_{\text{Hidráulica}}$$

Donde:

$Q_{\text{Hidráulico}}$ = caudal medio (m^3/s)

$A_{\text{Hidráulica}}$ = área hidráulica de la cuneta (m^2)

η = coeficiente de rugosidad de Manning

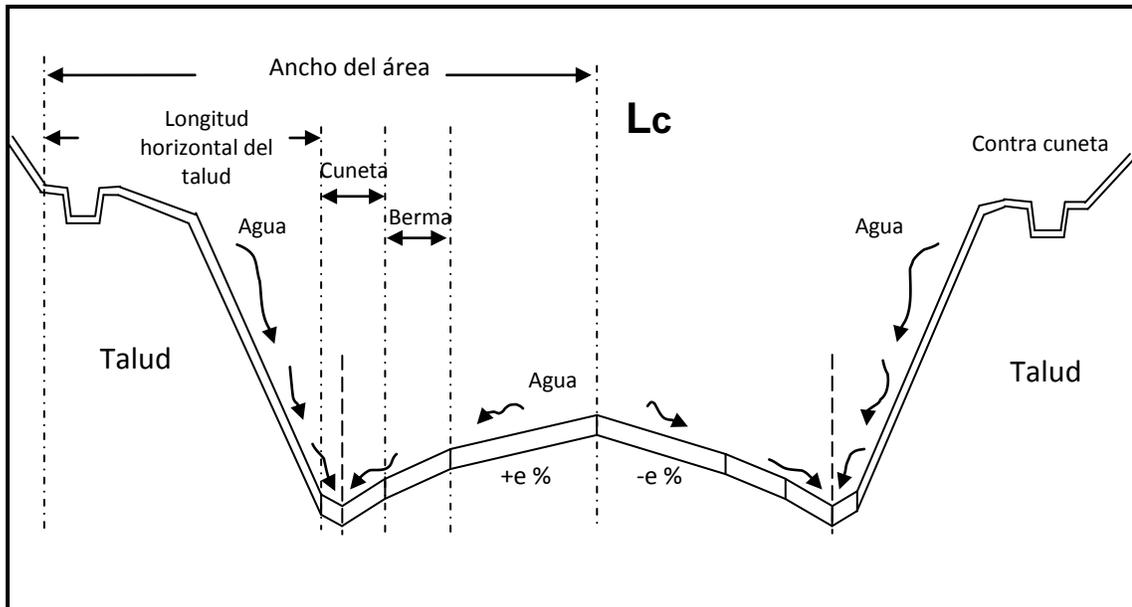
R = radio hidráulico (m)

S = pendiente del canal (m/m)

A continuación presentan los cálculos para determinar las dimensiones de la cuneta. Ver figura 15.

- Área tributaria: es igual al ancho por la longitud de la cuneta, que se opta a 400 m que es la distancia promedio entre las tuberías transversales.

Figura 15. Localización del área tributaria de la cuneta



Fuente: elaboración propia.

$$A_{\text{tributaria}} = (\text{ancho de talud} + \text{cuneta} + \text{berma} + \text{ancho del carril}) * \text{Longitud} =$$

$$A_{\text{tributaria}} = (2,41 \text{ m} + 0,6 \text{ m} + 0,2 \text{ m} + 3,05 \text{ m}) * 400 \text{ m} = 1\,376,20 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{tributaria}} = 0,14 \text{ ha}$$

- Berma: es la zona longitudinal de la carretera comprendida entre el borde exterior del pavimentado y la cuneta o terraplén. En este caso es 20 cm.
- Intensidad de lluvia: fórmula por medio de INSIVUMEH, según los registros de la estación meteorológica La Fragua, Zacapa, con un tiempo de concentración de 12 min.

$$i = \frac{3\,905}{t + 41,75} = \frac{3\,905}{5 + 41,75} = 83,53 \text{ mm/h}$$

- Caudal hidrológico:

$$Q_{\text{Hidrológico}} = \frac{C \times i \times A_{\text{tributaria}}}{360}$$

Donde:

$A_{\text{tributaria}}$ = área en hectáreas (ha)

C = coeficiente de escorrentía ($C = 0,6$)

i = intensidad de lluvia (mm/h)

Sustituyendo:

$A_{\text{tributaria}} = 0,14 \text{ ha}$

$i = 83,53 \text{ mm/h}$

$C = 0,6$

$$Q_{\text{Hidrológico}} = \frac{0,60 \times 83,53 \text{ mm/hr} \times 0,14 \text{ ha}}{360} = 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para este proyecto se construirá cuneta de la forma de dos triángulos equiláteros. Ver figura 16. Con base a esto se estima una profundidad de la cuneta. Con la fórmula de Manning y con las pendientes mínimas y máximas.

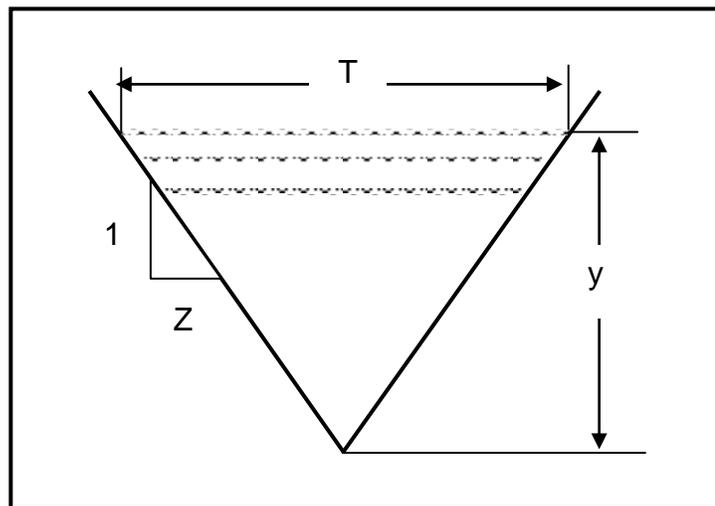
Se utilizó piedra para la fundición de la cuneta, con un factor de rugosidad de $\eta = 0,029$.

Tabla XXIII. Tipos de coeficiente de escorrentía

Tipos de superficies	C
Techos	0,70 – 0,95
Pavimento de concreto y asfalto	0,85 – 0,90
Pavimento de piedra y ladrillo	0,40 – 0,85
Calles y aceras de grava	0,15 – 0,30
Calles sin pavimento, lotes desocupados	0,10 – 0,30
Parques, canchas, jardines, entre otros	0,05 – 0,25
Bosques y tierra cultivada	0,01 – 0,20

Fuente: TORRES BERNADES, Bartolomé, *Estudio de los principales métodos para predeterminar crecidas*. 145 p.

Figura 16. Detalle de cuneta triangular



Fuente: elaboración propia.

Donde:

$$R = A_{\text{Hidráulica}} / P_{\text{mojado}}$$

$$A_{\text{Hidráulica}} = zy^2$$

$$P_{\text{Mojado}} = 2y\sqrt{(1+z^2)}$$

$$T_{\text{Espejo de agua}} = 2zy$$

Para este caso se utilizará $z = 1$;

$$A_{\text{Hidráulica}} = y^2$$

$$P_{\text{Mojado}} = 2y\sqrt{2}$$

$$T_{\text{Espejo de agua}} = 2y$$

$$R = y/2\sqrt{2}$$

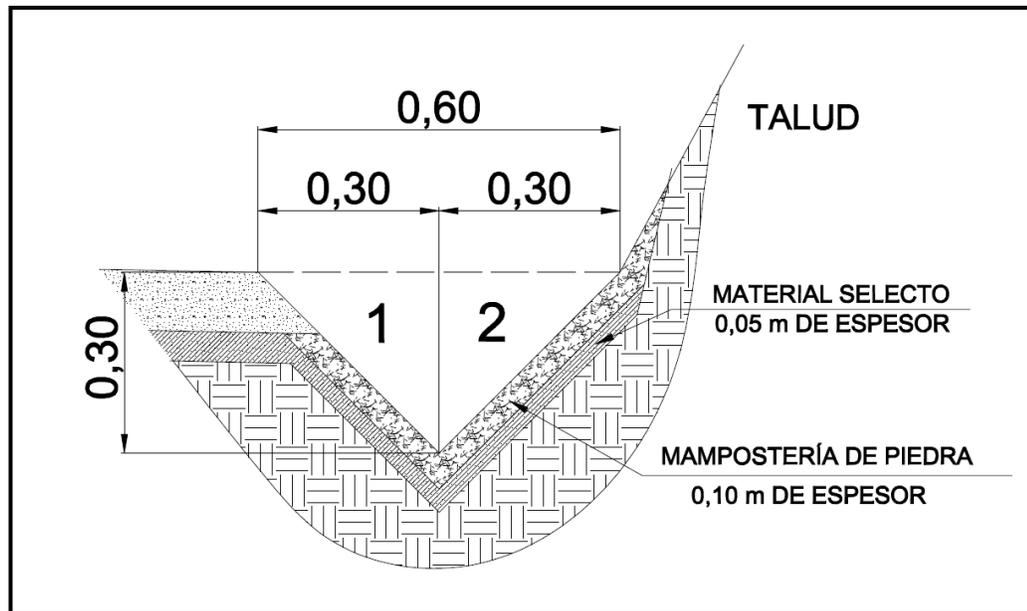
Sustituyendo en la ecuación del caudal hidráulico se obtiene;

$$0,019 = \left(\frac{1}{0,029}\right) \times \left(\frac{y}{2\sqrt{2}}\right)^{2/3} \times S^{1/2} \times y^2$$

Con estimaciones de las pendientes máximas y mínimas de la carretera se determinó el tirante máximo de 20 cm y el mínimo de 10 cm.

Como resultado se estima una profundidad de 30 cm y un ancho de 60 cm como se muestra en la figura 17. Se espera una crecida máxima de 25 cm.

Figura 17. Dimensiones de la cuneta



Fuente: elaboración propia.

2.9.2. Drenaje transversal

Debido a que la presencia de una carretera interrumpe la continuidad de la red de drenaje natural del terreno, como laderas, cauces, arroyos, ríos, entre otros. Procurar un sistema que restituya dicha continuidad, permitiendo su paso bajo la carretera. Además, también se aprovechan para desaguar el caudal recolectado por la calzada y canalizado a través de las cunetas. La estructura más recomendada es alcantarilla laminar, que se complementan con muros, aletones, cajas receptoras, entre otros.

Al proponer obras de drenaje transversal se deberán tomar en cuenta los criterios de diseño, tales como:

- Deben perturbar lo menos posible la circulación del agua, sin provocar excesivas sobreelevaciones del nivel de agua.
- Suele ser preferible un conducto único, que abarque la anchura del cauce. Porque si se utilizan varios conductos y con dimensiones más pequeñas, existe el riesgo de obstrucción.
- Debe proyectarse tratando de seguir el cauce natural del agua, salvo que la longitud del conducto resultara excesiva, en cuyo caso podrá modificarse, sin producir cambios bruscos que afectarían al rendimiento de la propia obra.
- No conviene dimensionar estrictamente los diámetros de los tubos, es preferible sobredimensionarlos para así prever posibles reducciones de sección provocados por acumulación de escombros. Debido a esto se considera la anchura efectiva de un conducto circular es igual al 60% de su diámetro nominal.

El drenaje transversal se compone de área de descarga y caja receptora de aguas, que provienen de las cunetas. Las dimensiones se describen en la figura 18.

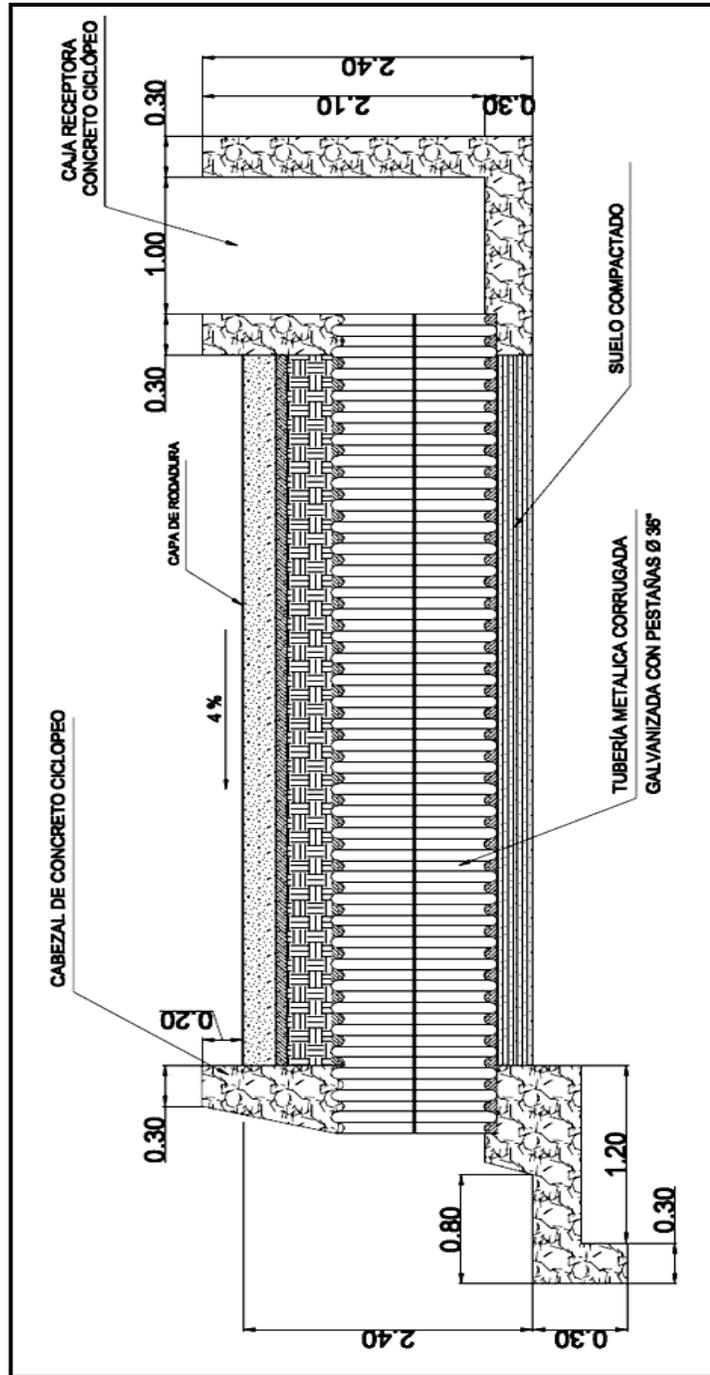
- Ejemplo de diseño de alcantarilla transversal
 - Alcantarilla No.1

Área tributaria

$C = 0,6$

Período de retorno 10 min

Figura 18. Detalle de drenaje transversal



Fuente: elaboración propia.

- Intensidad de lluvia

$$i = 83,53 \text{ mm/hr}$$

- Caudal hidrológico

$$Q_{\text{Hidrológico}} = \frac{0,60 \times 83,53 \text{ mm/hr} \times 2 \text{ ha}}{360} = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pendiente 3%

Sección parcialmente llena 90%

- Fórmula de radio hidráulico:

$$Rh = \frac{A}{Pm}$$

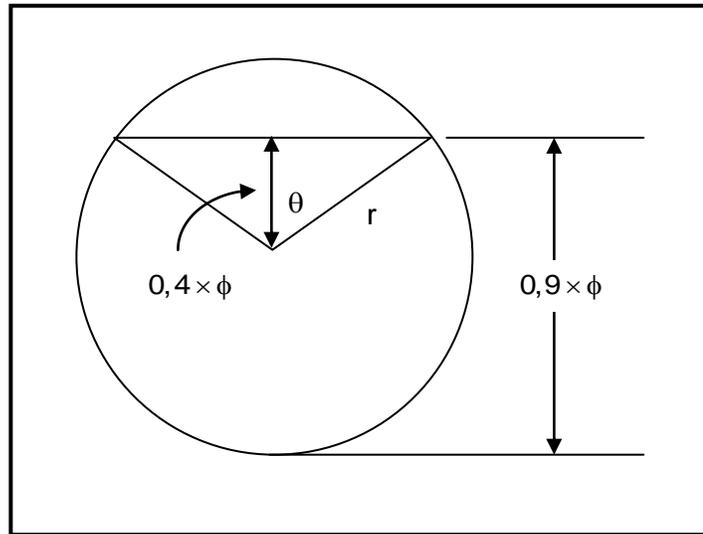
- Área del círculo

$$A_{\text{círculo}} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times \phi^2$$

- Área del sector circular

$$A_{\text{sc}} = 0,6435 \text{ rad} \times \left(\frac{\phi}{2}\right)^2 = 0,161 \phi^2$$

Figura 19. Esquema de la tubería transversal



Fuente: elaboración propia.

$$\cos \theta = \frac{0,4 \times \phi}{0,5 \times \phi} \quad \theta = \cos^{-1}(0,4) = 36^{\circ}52'11,63 = 0,6435 \text{ rad}$$

- Área del triángulo

$$A_{\text{triángulo}} = 2 \times \left(\frac{0,4\phi \times 0,3\phi}{2} \right) = 0,12 \times \phi^2$$

- Área tributaria

$$A_{\text{total}} = A_{\text{círculo}} - A_{\text{sc}} + A_{\text{triángulo}} = 0,785 \phi^2 - 0,161 \phi^2 + 0,12 \phi^2 = 0,744 \phi^2$$

- Perímetro mojado

$$P_m = P_{\text{círculo}} - P_{\text{sector}} = \pi\phi - \left(\frac{0,6435 \phi}{2}\right) = 2,82 \phi$$

Se sustituye área tributaria y perímetro mojado, en radio hidráulico.

$$R_h = \frac{0,744 \phi^2}{2,82 \phi} = 0,26 \phi$$

Utilizar la fórmula de Manning, para determinar el diámetro teórico.

$$0,28 = \left(\frac{1}{0,017}\right) \times (0,26 \phi)^{2/3} \times 0,03^{1/2} \times 0,744 \phi^2$$

$$\phi = \left(\frac{0,28}{1,9709}\right)^{3/8} = 0,48 \text{ m} = 18,94 \text{ pulg}$$

Obtenido el diámetro teórico, se establece un diámetro comercial más próximo, en este caso se tomará una tubería de 24 pulg, como un factor de seguridad. Se debe comprobar si la velocidad es adecuada.

Velocidad se calcula con la relación de Manning.

$$V = \frac{0,003429 \times \phi^{2/3} S^{1/2}}{\eta}$$

Donde:

V = velocidad del flujo (m/s)

ϕ = diámetro de la sección circular (pulg)

η = coeficiente de Manning

S = pendiente del terreno (3%)

Sustituyendo se obtiene:

$$V = \frac{0.003429 \times (24 \text{ pulg})^{2/3} (3)^{1/2}}{0,017} =$$

$$V = 2,9 \text{ m/s}$$

La velocidad es apropiada para el rango entre 0,6 a 3 m/s.

La tubería será de lámina de acero galvanizada con corrugas, con un diámetro de 24 pulg. Se especifica una pendiente mínima de 3% y una máxima de 10%.

- Bombeo

Es un sistema de drenaje superficial, que consiste en proporcionar a la corona, una pendiente transversal desde el eje central de la calzada hasta la cuneta. Con el objetivo de dar salida expedita al agua que cae sobre el pavimento, evitando que el líquido penetre a la terracería.

Tabla XXIV. **Parámetros de bombeo**

Superficie de rodamiento	Condición	Bombeo
Concreto hidráulico o asfáltico	Muy buena	1% a 2%
Mezclas asfálticas o carpetas de riego asfáltico	Buena	1,5% a 3%
Superficie de tierra o grava	Regular a mala	2% a 4%

Fuente: Dirección General de Caminos.

Para esta carretera se utilizará el 2% de bombeo.

2.10. Elaboración de planos del proyecto

Los planos elaborados para este proyecto son:

- Planta de ubicación
- Planta general (topográfica)
- Planta perfil
- Secciones transversales
- Detalles

2.11. Especificaciones de construcción

Ya establecido el diseño geométrico de la carretera, se procede a realizar el replanteo topográfico, para obtener la rasante. Se debe tener una supervisión calificada y minuciosa, porque se enmarcan los límites entre las secciones transversales de corte y relleno.

Cuando se realiza el movimiento de tierra, el relleno se compactará con el peso de la maquinaria. La pendiente de talud para corte se especifica que es 1/2:1 y para relleno de 1/2:3. El ancho de la calzada es de 5,5 m, pero se debe enmarcar un ancho de 8,10 m, para incluir el sistema de drenaje longitudinal y hombros.

Con la rasante, antes de realizar cualquier fundición, se debe indicar y colocar la tubería para el drenaje transversal. Este drenaje está conformado por: una caja receptora, por aletones, un cabezal de descarga y la tubería galvanizada.

Toda la parte gris del elemento constructivo consiste en concreto ciclópeo. Para el concreto ciclópeo, utilizar la proporción; 66% de piedra bola y un 33% de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

La tubería es de lámina de acero galvanizado con corrugas. Para su colocación se debe armar por medio de pernos, tuercas y arandales. Su pendiente mínima es 3% y una pendiente máxima de 10%. Entre la corona de la tubería y la rasante debe de haber una distancia no menos de 1,20 m. Ya colocada la tubería, el relleno, debe ser compactado por capas de 20 cm.

Se especifica un 2% de pendiente transversal llamado bombeo, con supervisión calificada. Se menciona que sólo se colocará en los tramos rectos o tangentes. El hombro tendrá una pendiente transversal de 6%.

Se determinó una base de selecto de 10 cm, establecido por la Dirección General de Caminos, debido a que el suelo de la rasante se encuentra en buenas condiciones mecánicas. Esta base tiene como función la conformación de la rasante y debe ser compactada hasta 95%.

El espesor del pavimento debe ser de 14 cm, utilizar cemento para pavimento marca Cementos Progreso, tipo Portland. La resistencia del concreto tiene que ser de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, es equivalente a 4 000 psi. Los agregados deben de estar limpios de impurezas y el agua preferiblemente potable.

Colocar juntas transversales a una distancia de 3 m, y la junta longitudinal que abarca en totalidad la longitud de la carretera. Se realizará con una cortadora de concreto a una profundidad de 5 cm y un ancho de 2 mm.

Las cunetas tendrán forma de triángulo, llevarán una base de 5 cm de selecto y se revestirán con mampostería de piedra.

2.12. Presupuesto

En esta sección se establece el costo del proyecto. Se realizó con base en los precios unitarios para cada renglón, que se presentan en la sección de apéndice 8.1. Los costos de materiales fueron establecidos los que se cotizan en la región, para la mano de obra se aplicaron los salarios que la municipalidad asigna para precios similares. Ver tabla XXV.

Para costos indirectos se aplicó el 30% de los costos directos.

Tabla XXV. **Resumen del presupuesto del diseño de la carretera que comunica a la aldea Las Ovejas**

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Limpia, chapeo y destronque	Ha	4,12	Q. 1 874,57	Q. 7 724,83
2	Replanteo topográfico	km	5,03	Q. 1 029,17	Q. 5 179,80
3	Excavación no clasificada	m ³	5 047,83	Q. 6,48	Q. 32 718,56
4	Excavación no clasificada de desperdicio	m ³	11 629,18	Q. 91,98	Q. 1 069 593,83
5	Conformación de subrasante	m ³	4,12	Q. 78 390,00	Q. 323 034,12
6	Base granular	Ha	3 306,86	Q. 231,85	Q. 766 702,50
7	Drenaje transversal				
7.1	Excavación	m ³	273,00	Q. 728,68	Q. 198 930,45
7.2	Tubería de galvanizada de 24	Unidad	13	Q. 8 000,00	Q. 104 000,00
7.3	Concreto ciclópeo	m ³	195,00	Q. 551,37	Q. 107 516,51
8	Pavimento rígido	m ³	5 290,98	Q. 1 353,65	Q. 7 162 157,48
9	Cunetas revestidas	km	10,17	Q. 134 175,81	Q. 1 365 233,51
10	Transporte de maquinaria	Global	1	Q. 20 475,00	Q. 20 475,00
				Costo total =	Q. 11 163 264,87
				Costo total en \$ =	\$. 1 389 807,19
				Costo total por m ² =	Q. 270,95

Fuente: elaboración propia.

2.13. Evaluación de impacto ambiental (EIA)

La EIA es una actividad orientada a identificar y predecir las consecuencias que un proyecto tiene sobre el medio ambiente, así como proponer acciones o medidas que sean mitigadoras, correctivas o compensatorias.

Para este proyecto se estima un diagnóstico de la evaluación de las acciones de construcción con factores ambientales, que se basa en un rango cualitativo, por medio de la matriz de Leopold que identifica los impactos.

La matriz de Leopold describe la confrontación de un listado horizontal de las actividades del proyecto con un listado vertical de parámetros ambientales. Las posibles relaciones causa-efecto entre las actividades y las variables ambientales pueden identificarse, colocando una marca en la casilla de intersección correspondiente, dentro de la matriz.

Los impactos que ocasionan alteraciones significativas al medio son los que se representan con los colores amarillos y rojos, que a su vez son los que merecen una mayor atención del equipo evaluador en el proceso de mitigación de impactos.

Las casillas que se encuentran en blanco en las matrices anteriores son interacciones que no ocasionan una alteración significativa o que la acción del proyecto no produce ningún impacto en el factor ambiental evaluado.

En la tabla XXVI se identifican los impactos que afectan al medio ambiente.

Si una carretera tiene, sin lugar a dudas, un impacto sumamente positivo en el desarrollo de la comunidad, la construcción de sus componentes acarrea, potencialmente algunos problemas como: chapeo, destronque, campamento, excavación y corte, botadero de materiales de desperdicio, uso de maquinaria y equipo, obras de drenaje, entre otros.

Para todos estos factores negativos debe existir un plan de contingencia, que disminuirá su daño. Por ejemplo: en chapeo, destronque, excavación y nivelación de tierras, se propone repoblar de vegetación en las áreas afectadas; en casos de talud, poblar con gramilla.

Trabajos de corte y rellenos, se propone un buen diseño tomando en cuenta la pendiente de talud, y la compactación conforme a las especificaciones establecidas por la Dirección General de Caminos, que conlleva una supervisión calificada, por negligencia puede provocar derrumbes, hasta accidentes trágicos.

La pendiente de talud tiene que permitir el flujo del agua, que no llegue a estancarse y causar erosiones.

Con el botadero de desperdicios, proponer un lugar adecuado para depositarlo, que posiblemente pueda, servir como agregado para la fundición de la cuneta o para el pavimento, siempre y cuando cumpla con sus especificaciones y normas de calidad.

En el acarreo de materiales o específicamente de suelos, proponer que cada viaje que realice el camión de carga, debe utilizar una lona que evite desprendimiento de partículas al aire, que puede ser nocivo para la higiene del ser humano.

Para un clima confortable a la orilla de la carretera, se propone forestar la mayor área posible, ya que los árboles absorben el CO₂.

Existen también, factores positivos como; capacitación del personal, prevención de accidentes, desarrollo económico y rural, señalización, entre otros.

3. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS LOS GUAYACANES, LOS RIVERA Y EL QUINEL

3.1. Descripción del proyecto

Este proyecto consiste en diseñar la red de distribución de agua potable, que brindará servicio a los barrios Los Guayacanes, Los Rivera y El Quinel. Se abastecerá de un tanque de distribución elevado existente, que se encuentra a disposición y cubre la demanda necesaria, para prestar el servicio a estas comunidades. El proyecto abarcará una extensión de 1 477,09 m aproximadamente, y comprende de una red de distribución, cajas de válvulas, 45 conexiones domiciliarias y sistema de desinfección.

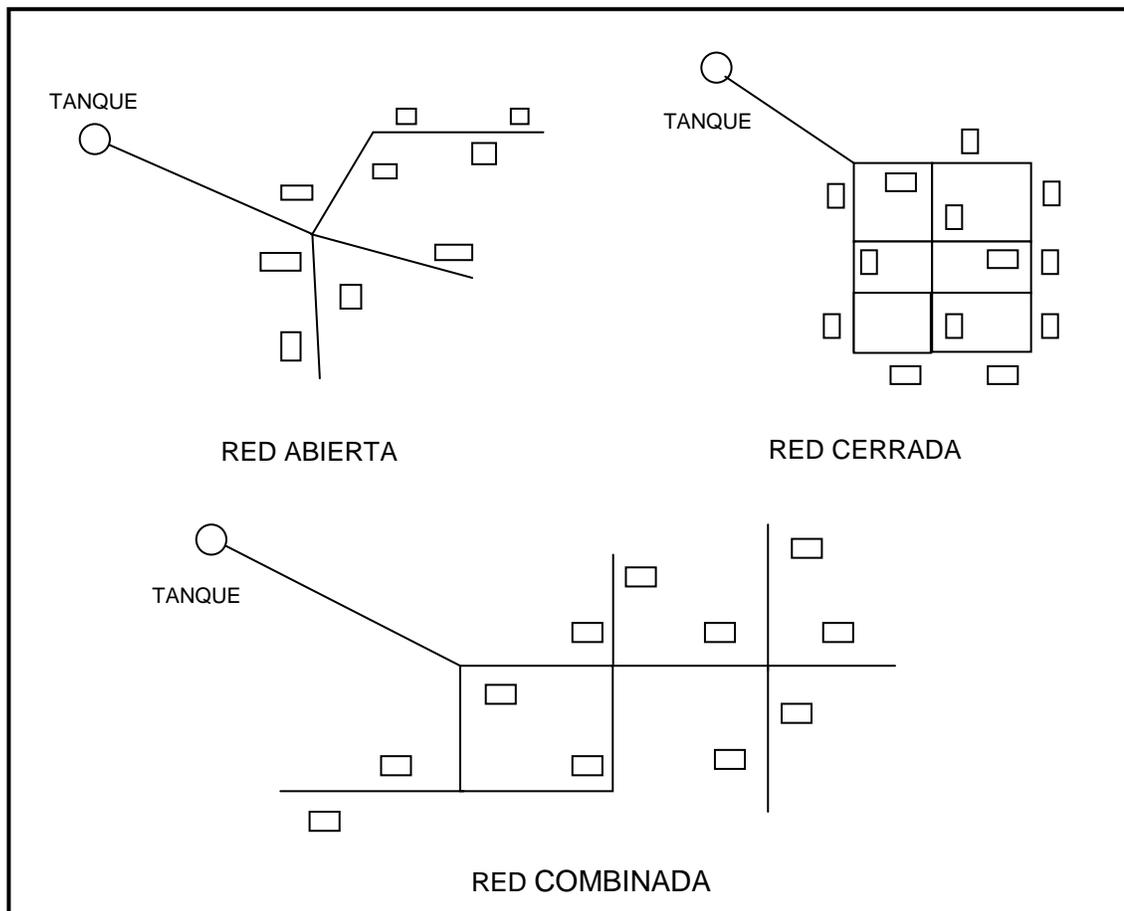
3.1.1. Tipo de red de distribución

Red de distribución es la etapa final del sistema de abastecimiento. Por lo tanto es el conjunto de tuberías encargadas de suministrar el servicio de agua potable directamente a los usuarios. Está conformada por tuberías principales y secundarias. La tubería principal es la encargada de distribuir el servicio, en todos los puntos donde se encuentran viviendas, y la tubería secundaria es la que suministra de la tubería principal a la vivienda, llamada conexión domiciliar.

La conexión del tanque de almacenamiento para el primer punto de la red de distribución, se le llama línea de distribución.

Existen diferentes tipos de redes de distribución, puede ser abierta, cerrada o combinada. El tipo de red de distribución dependerá de la ubicación de las viviendas o a criterio del diseñador. Ver figura 20.

Figura 20. **Tipos de red de distribución**



Fuente: elaboración propia.

Para el sistema a diseñar, se utiliza una red de distribución abierta, por la ubicación de cada una de las viviendas, que están bastante dispersas.

3.1.2. Especificaciones de diseño

Son parámetros que benefician al funcionamiento del sistema. El diseño de la red de distribución se basó con las especificaciones establecidas por la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), por medio de la guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas rurales.

- Realizar exámen bacteriológico y análisis físico-químico, para especificar la calidad del agua.
- La relación del diámetro, debe ir de mayor a menor.
- El rango de velocidad recomendado es 0,4 a 3 m/s.
- La profundidad de la tubería es de 0,80 m y cuando se encuentra bajo acciones del tránsito de 1,10 m.
- Diámetro mínimo de 1 pulg para conector principal y ½ pulg para conexión domiciliar.
- En redes de distribución, la presión debe estar dentro de 10 a 40 mca.
- La longitud de la tubería se recomienda que se aumente un 5% por pendiente del terreno.
- Caudal mínimo para una conexión secundaria es de 0,40 l/s.

- Para el diseño de la línea de conducción es el caudal máximo diario y para la red de distribución es el caudal máximo horario.
- La tubería HG se utiliza en condiciones a la intemperie.

3.2. Datos preliminares

Es necesario realizar una inspección preliminar, para obtener datos necesarios y esenciales para el diseño del sistema de abastecimiento, principalmente conocer la procedencia del agua, si es aceptable para su consumo y capaz de satisfacer a la población esperada.

3.2.1. Fuente de abastecimiento

Se clasifican por su origen subterráneo y superficial. Las aguas subterráneas provienen de los acuíferos y la de origen superficial son los ríos, lagos, manantiales y agua de lluvia.

La fuente más recomendable son de aguas subterráneas, ya que hay menor porcentaje de contaminación. Aunque tiene una desventaja, que su captación se realiza por medio de un sistema de bombeo, donde se elevan los costos por el servicio.

En el área de este proyecto, por la cercanía del río Motagua, la fuente de abastecimiento, comúnmente utilizada, es la captación de un pozo mecánico. Para el caso de los barrios tales, se poseen un pozo mecánico y un tanque elevado que abastece a una comunidad pequeña. Los pobladores de la comunidad consideran el permiso para compartir el agua.

3.2.2. Aforo de la fuente

El aforo es el procedimiento para medir un caudal, es decir, estimar el volumen de agua en un determinado tiempo. Existen varios métodos de aforo para realizarlo como: directo, volumétrico, por vertederos, por medio de flotador, de pozos y tipo molinete.

Según información de la municipalidad el aforo del pozo es 4 l/s.

3.2.3. Calidad de agua y sus normas

La calidad del agua es importante para la higiene de los consumidores. Agua potable es aquella que por sus características de calidad, es sanitariamente segura y agradable a los sentidos. Incapaz de transmitir enfermedades, libre de sustancias orgánicas, tóxicas, químicas y minerales. Agradable a los sentidos significa, que debe ser incoloro, inodoro y sin sabor.

Para determinar la calidad sanitaria del agua, es necesario efectuar un examen bacteriológico y un análisis físico-químico, bajo las Normas COGUANOR NGO 29 001; los muestreos para los mismos deben realizarse bajo las especificaciones COGUANOR NGO 29 002 h18 y 29 002 h19.

El examen y el análisis se realizaron en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.2.3.1. Examen bacteriológico

Es conveniente realizar el examen bacteriológico para determinar la potabilidad del agua, porque existen un grupo de organismos que provocan las enfermedades hídricas, su vía de transmisión se debe a la ingestión de agua contaminada. El examen se basa en la investigación de bacterias coliformes, como indicadores de contaminación fecal.

El agua que contenga bacterias de ese grupo se considera potencialmente peligrosa, en cualquier momento puede llegar a vehicular bacterias patógenas, provenientes de portadores sanos, individuos enfermos o animales.

Por ejemplo: gérmenes como salmonella, traen inconvenientes, porque normalmente aparecen en escasa cantidad, lo cual su supervivencia aumenta, los métodos a utilizar deben ser más seguros para establecer la calidad higiénica de las aguas.

Según el resultado del examen, bacteriológicamente el agua no es potable, para corregir esta situación, se agregó un sistema de desinfección que es a base de cloración, ver inciso 3.3.14.3.

3.2.3.2. Análisis físico-químico

El análisis físico-químico permite la identificación de los componentes el sabor, color, olor, pH, turbiedad, entre otros. Estos componentes son provocados por reacciones químicas y físicas.

Cuando las aguas no llenan los requisitos de potabilidad, según la Norma COGUANOR NGO 29 001, éstas deberán ser tratadas, mediante procesos adecuados, entre los que se pueden mencionar: el desarenamiento, sedimentación, filtración y desinfección. Este último debe adoptarse en todos los sistemas públicos, para asegurar la calidad del agua, principalmente si se determina que existe contaminación bacteriológica.

El análisis físico-químico determinó que el agua es blanda, con un potencial de hidrógeno ph ácido, lo demás se encuentra dentro de los límites máximos aceptables de normalidad.

3.2.4. Levantamiento topográfico

Este es uno de los estudios más importantes para el diseño del sistema. Deben de trazarse las líneas principales y los ramales secundarios, en donde abarquen todas las viviendas que se beneficiarán del servicio. Se compone de los estudios de planimetría y altimetría.

Para realizar el levantamiento, se utilizó el siguiente equipo:

- Un teodolito marca Universal modelo J2-2
- Un nivel de precisión marca Universal
- Un estadal de 4 m
- Una plomada
- Instrumentos para la marcación de estaciones

En esta etapa se debe localizar detalles importantes, como pasos de ríos, quebradas, estructuras existentes y pasos aéreos. Antes de realizar cualquier estudio topográfico, se debe contar con los derechos de paso para la tubería.

3.2.4.1. Planimetría

Para este estudio se utilizó el método de conservación de azimut, con referencia al norte magnético.

Este método, como su nombre lo indica, consiste en conservar el azimut, centrado el teodolito en una estación, se toma como referencia el norte magnético, luego se observa la estación siguiente, se fija el aparato y se toma la lectura del limbo horizontal que es directamente el azimut de la línea que une las dos estaciones, y así sucesivamente se realizó el procedimiento. También se debe medir la longitud entre cada estación.

3.2.4.2. Altimetría

El método utilizado fue nivelación simple en estudio. Como se describe en el inciso 2.2.2.2.

3.2.5. Cálculos topográficos

Finalizado el estudio de campo y la revisión del mismo, se procede a realizar los cálculos topográficos, como indican los incisos 2.3.2. y 2.3.3.

3.3. Diseño hidráulico

El diseño específicamente para este sistema de abastecimiento, es el conjunto de elementos necesarios para proporcionar agua potable a cada vivienda.

Componentes del sistema de abastecimiento:

- Tuberías
- Tanque elevado
- Válvulas
- Conexión domiciliar

3.3.1. Población actual

La población actual, se estima por el censo realizado en el momento del levantamiento topográfico, en este se determinó que hay 45 viviendas establecidas en lugar de estudio, con un promedio de densidad de habitantes por vivienda de 5, siendo la población de 225 personas.

3.3.2. Tasa de crecimiento poblacional

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), la tasa de crecimiento a nivel departamental es de 1,52%, y por parte de SEGEPLAN, a nivel de municipio es de 2,24%.

3.3.3. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual la red de distribución va a prestar servicio eficiente a la población. Para adoptar este período se deben tomar en cuenta muchos aspectos, como: la población de diseño, la vida útil de los materiales, facilidad de ampliación de la obra, costos de conexión y tarifa. Es recomendable que éste no sea menor de 20 años. Para este estudio se tomó la cantidad de 20 años, debido a los factores mencionados anteriormente.

3.3.4. Población futura

Para calcular la población futura existen varios métodos, para este estudio se adopta el método geométrico, el cual consiste en suponer que el crecimiento de la comunidad es proporcional a su población actual, es decir, que responde a la ecuación:

- Método geométrico

$$P_f = P_a \times (1+r)^n$$

Donde:

P_f = población futura para n años

P_a = población actual (225 habitantes)

r = tasa de crecimiento poblacional (2,24%)

n = período de diseño (20 años)

Sustituyendo datos se tiene:

$$P_{(n=20)} = 225 \text{ hab} \times (1 + 0,0224)^{20} =$$

$$P_{(n=20)} = 351 \text{ habitantes}$$

3.3.5. Dotación

Es la cantidad en volumen por unidad de tiempo de agua asignada a cada habitante. Ésta se establece en función de aspectos importantes, como: el clima, actividades productivas, la demanda de la comunidad, la cual está en función a sus costumbres, la capacidad económica, entre otros.

Varias instituciones nacionales, que se dedican al diseño y ejecución de acueductos, definen criterios para elegir una dotación. Ver tabla XXVII.

Tabla XXVII. **Dotación recomendable**

Dotación (l/hab/día)	Descripción
De 30 a 40	Pozo excavado y bomba manual
De 40 a 50	Llena cántaros en el clima frío
De 50 a 60	Llena cántaros en el clima cálido
De 60 a 80	Conexión predial en clima frío
De 100 a 150	Conexión domiciliar en clima frío y en zonas urbanas
De 150 a 200	Conexión domiciliar en clima cálido y no residenciales
De 200 a 250	Colonias residenciales

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.

Tomando en consideración lo descrito en la tabla XXVII la dotación más recomendable para este proyecto es de 150 l/hab/día.

3.3.6. Factores de consumo

Garantizan el funcionamiento del sistema de abastecimiento, a pesar de que ocurra cualquier imprevisto; tales como: una actividad cotidiana no estimada, malas condiciones del clima o alguna emergencia.

3.3.6.1. Factor de día máximo

Este factor se basa en garantizar el funcionamiento del sistema, cuando exista un consumo máximo en un día. Está relacionado con la cantidad de habitantes del proyecto. El factor tiene dos condiciones para áreas rurales, que se expresan de la siguiente forma:

- Si la población es menor de 1 000 habitantes utilizar, $F_{dm} = 1,8$
- Si la población es mayor de 1 000 habitantes utilizar, $F_{dm} = 1,2$

El proyecto tiene una población de 351 habitantes, se utilizará $F_{dm} = 1,8$.

3.3.6.2. Factor de hora máximo

Este factor se basa en garantizar el funcionamiento del sistema, cuando exista un consumo máximo en una hora. Depende de la población y sus respectivas costumbres de vida. El factor puede variar de 2 a 5, para condiciones de áreas rurales, se expresan de la siguiente forma:

- Si la población es menor de 1 000 habitantes, utilizar $F_{hm} = 3$
- Si la población es mayor de 1 000 habitantes, utilizar $F_{hm} = 2$

El proyecto tiene una población de 351 habitantes, se utilizará $F_{dm} = 3$.

3.3.7. Caudales del sistema

Los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua potable se diseñan a partir de los caudales que varían dependiendo de la población que se pretende dotar o satisfacer con el servicio, dentro de estos caudales están: medio diario, máximo diario, máximo horario, instantáneo y de vivienda.

3.3.7.1. Caudal medio diario

También llamado el caudal de demanda, es la cantidad de agua que consume una población durante un período de 24 horas. Si no hay a disposición datos estadísticos de consumos diarios, este caudal está en función de la población futura y la dotación asignada en un día.

Se expresa como el producto de multiplicar la dotación por la cantidad de habitantes, estimado al final del período de diseño, dividido entre el número de segundos que contiene un día.

$$Q_m = \left(\frac{\text{Dotación} \times \text{No. Habitantes}_{n=20}}{86\ 400} \right)$$

Sustituyendo se tiene:

$$Q_m = \left(\frac{150 \text{ l/hab/día} \times 351 \text{ hab}}{86\,400} \right) =$$

$$Q_m = 0,61 \text{ l/s}$$

3.3.7.2. Caudal máximo diario

Es conocido también como caudal de conducción, ya que se utiliza para diseñar la línea de conducción. Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas registrado durante un período de un año. Cuando no se tiene conocimiento del mismo, se obtiene, al multiplicar el caudal medio diario por el factor de día máximo (Fdm), como se especifica a continuación:

$$Q_{md} = Fdm \times Q_m$$

Donde:

Q_{md} = caudal máximo diario (l/s)

Fdm = factor de día máximo

Q_m = caudal medio diario

Sustituyendo se tiene:

$$Q_{md} = 1,8 \times 0,61 \text{ l/s} =$$

$$Q_{md} = 1,1 \text{ l/s}$$

3.3.7.3. Caudal máximo horario

Este caudal se utiliza para el diseño de la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua que se da en una hora del día en un período de un año. Si no se dispone con los registros, se obtiene multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima (Fhm).

$$Q_{mh} = Fhm \times Q_m$$

Donde:

Q_{mh} = caudal máximo horario (l/s)

Fhm = factor de hora máximo

Q_m = caudal medio diario

Sustituyendo se obtiene:

$$Q_{mh} = 3 \times 0,61 \text{ l/s} =$$

$$Q_{mh} = 1,83 \text{ l/s}$$

3.3.7.4. Caudal instantáneo

Este caudal se relaciona con la cantidad de conexiones domiciliarias de un ramal. Se utiliza cuando la red de distribución es abierta, y nunca tomará valores menores de 0,20 l/s.

$$Q_{ins} = k\sqrt{(N-1)}$$

Donde:

Q_{ins} = caudal instantáneo

N = número de viviendas del ramal

$$k = \begin{cases} 0,15 & \text{para menos de 55 viviendas} \\ 0,20 & \text{para más de 55 viviendas} \\ 0,25 & \text{para llenar cántaros} \end{cases}$$

3.3.7.5. Caudal de vivienda

Es un valor estimado que le corresponde a cada domicilio y se obtiene dividiendo el caudal de máximo horario dentro del número de viviendas futuras del proyecto.

$$Q_{vu} = \frac{Q_{mh}}{N_{ovi}}$$

Donde:

Q_{vu} = caudal de vivienda unitario (l/s/viv)

Q_{mh} = caudal máximo horario

N_{ovi} = número de viviendas futuras (66 Viviendas)

Sustituyendo se obtiene:

$$Q_{vu} = \frac{1,83 \text{ l/s}}{67 \text{ viviendas}} =$$

$$Q_{vu} = 0,027 \text{ l/s}$$

3.3.8. Velocidades del sistema

Es recomendable que las velocidades del sistema se mantengan dentro de ciertos límites. La velocidad mínima será de 0,6 m/s, ésta se establece para evitar la sedimentación en las tuberías, pero queda a criterio del diseñador y las condiciones del proyecto, ésta puede ser menor hasta una velocidad de 0,40 m/s. El valor máximo recomendable puede ser de 3 m/s, éste no puede ser mayor para evitar el desgaste de las tuberías o que pueda surgir golpe de ariete.

El golpe de ariete es el aumento brusco de la presión de agua que se produce dentro de la tubería, es frecuente en líneas de conducción por gravedad para el abastecimiento de agua potable, es ocasionado por causas imprevistas como son: cierres bruscos de válvulas ante las turbinas, causados por averías en los mecanismos de amortiguamiento.

Para calcular la velocidad del agua dentro de una tubería se utilizó la ecuación de continuidad, que establece que la descarga de un fluido a través de una tubería.

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde:

V = velocidad (m/s)

Q = caudal (m³/s)

A = área de la sección de la tubería (pulg²)

A continuación se presenta la ecuación adaptada para trabajar con unidades de medidas convencionales:

$$V = \frac{1,974 \times Q}{\phi^2}$$

Donde:

V = velocidad (m/s)

Q = caudal (l/s)

ϕ = diámetro (pulg)

3.3.9. Presiones del sistema

En el diseño hidráulico, la presión es un fenómeno importante para el funcionamiento del sistema, por lo que se realizó una observación minuciosa, en su respectivo cálculo. Hay dos tipos de presión estática y dinámica.

3.3.9.1. Presión estática

Es la presión debida al peso de un fluido, en este caso se habla del agua. Se le llama presión hidrostática cuando un fluido se encuentra en reposo. Dicha presión no debe sobrepasar la capacidad de la tubería, para evitar el riesgo de ruptura, y que falle las uniones de accesorios utilizados en la construcción del sistema, principalmente en válvulas y grifos.

3.3.9.2. Presión dinámica

Esta es cuando el fluido se encuentra en movimiento. Se le llama presión hidrodinámica relacionada con la velocidad del fluido. En la red de distribución debe de estar entre los 40 a 10 mca, aunque en algunos casos se podría considerar hasta 6 mca, cuando la topografía sea irregular.

3.3.10. Tipo de tuberías

La tubería consta de tres características fundamentales para su funcionamiento, las cuales son; el diámetro, clase y tipo.

Una tubería posee dos diámetros; interno y nominal. Para realizar el diseño hidráulico se utiliza el interno y el nominal es asignado como referencia en el mercado.

La clase se refiere a la norma que se utilizó para su fabricación.

Por el tipo de tubería se refiere al material de que está fabricada. Las tuberías más comunes son las de cloruro de polivinilo (PVC) y de acero galvanizado (HG).

La tubería de cloruro de polivinilo (PVC), es de material plástico, es la más utilizada en la actualidad, debido a que no aporta ningún elemento al agua, es económica, fácil de transportar y de instalar, pero tiene sus desventajas es frágil y es necesario protegerla de la intemperie. Es fabricada según la Norma ASTM D-1785.

La tubería de acero galvanizado (HG), está recubierta de zinc, en su interior, como en su exterior, y es utilizada en lugares donde la tubería no se puede enterrar, cuando la presión es mayor de 175 mca, en pasos de zanjón o aéreos, de lo contrario evitar su uso, porque su costo es alto. La tubería debe cumplir según la Norma ANSI-ASTM A 120-79.

3.3.11. Fórmulas, coeficientes

- Ecuación de Hazen-Williams

La ecuación de Hazen-Williams es válida solamente para el agua que fluye en las temperaturas ordinarias (5 - 25 °C). La fórmula es sencilla y su cálculo es simple, debido a que el coeficiente de rugosidad (C), no está en función de la velocidad, ni del diámetro de la tubería. Es útil en el cálculo de pérdidas de carga en tuberías para redes de distribución de diversos materiales.

$$h_f = \frac{1743,811 \times L \times Q^{1,852}}{C^{1,852} \times \phi^{4,871}}$$

Donde:

h_f = pérdida de carga o de energía (m)

Q = caudal (m³/s)

C = coeficiente de rugosidad (adimensional)

ϕ = diámetro interno de la tubería (pulg)

L = longitud de la tubería (m)

Tabla XXVIII. **Coeficiente de Hazen-Williams para algunos materiales**

Material	C	Material	C
Asbesto cemento	140	Hierro galvanizado	120
Latón	130 - 140	Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130 - 140
Hierro fundido, nuevo	130	Plástico (PE, PVC)	140 - 150
Hierro fundido, 10 años	107 - 113	Tubería lisa nueva	
Hierro fundido, 20 años	89 - 100	Acero nuevo	140 - 150
Hierro fundido, 30 años	75 - 90	Acero	130
Hierro fundido, 40 años	64 - 83	Acero rolado	110
Concreto	120 - 140	Lata	130
Cobre	130 - 140	Madera	120
Hierro dúctil	120	Hormigón	120 - 140

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.

- Carga disponible

Es la diferencia de nivel de terreno, que se estima en un tramo dado. Que es igual a la sumatoria de todas las pérdidas que ocurren en el tramo en estudio. Esta expresión proviene de la aplicación del principio de Bernuolli,

$$H_{\text{disp}} + P_a - P_b + \left(\frac{V^2}{2g} \right) = \sum \text{pérdidas}$$

Como la presión es la misma en un tramo entonces, $P_a - P_b = 0$

La energía cinética es muy pequeña se estima, $(V^2 / 2g) = 0$

Por lo tanto;

$$H_{\text{disp}} = \sum \text{pérdidas}$$

$$H_{\text{disp}} = C p z_{\text{inicial}} - C T_{\text{final}}$$

- Coeficiente de rugosidad (C)

El coeficiente de rugosidad es un factor del material de la tubería, principalmente del estado de las paredes internas. Con el tiempo se presentarán incrustaciones de calcio y magnesio (contenidos en el agua) en las paredes de la tubería, modificando su rugosidad; este fenómeno es especialmente crítico para tuberías de acero o hierro fundido.

Los tubos de concreto, asbesto cemento, cobre y plástico mantienen por un mayor período de tiempo sus características originales de rugosidad. Otro factor de la rugosidad es la corrosión de la tubería, la cual se manifiesta por medio de tubérculos que aparecen en la superficie interna. Este fenómeno es más controlable que el de la incrustación, ya que es posible revestir adecuadamente la superficie interna de la tubería.

3.3.12. Tanque de distribución

Los tanques de distribución juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico, como por su importancia en el diseño hidráulico del sistema, y su función es almacenar agua potable.

Para satisfacer estas necesidades, debe realizar varias funciones tales como: suplir las demandas máximas horarias, almacenar un volumen determinado de reserva, prevenir gastos por incendio y proporcionar suficiente presión para el sistema.

El volumen necesario para compensar la variación de consumo puede ser establecida mediante una curva de variaciones horarias de consumo de una población, con iguales características a la población estudiada, y cuando se carezca de ésta, pueden adoptarse los criterios de UNEPAR, los cuales establecen que el volumen del tanque debe ser del 25% al 45% del caudal medio diario; que se aplican de acuerdo con las restricciones siguientes:

- En poblaciones menores de 1 000 habitantes, del 25% al 35% del consumo medio diario de la población, sin considerar reserva por eventualidades.
- Si la población está entre 1 000 y 5 000 habitantes, 35% del consumo medio diario, más un 10% por eventualidades.
- Para poblaciones mayores de 5 000 habitantes el 40% del consumo medio diario, más el 10% por eventualidades.

Para el cálculo de volumen, está la ecuación siguiente:

$$V_t = Q_m \times 86\,400 \times P$$

Donde:

V_t = volumen del tanque (l/s)

Q_m = caudal medio (l/s)

P = porcentaje (35%)

Para este proyecto, el volumen del tanque es:

$$V_t = 0,61 \text{ l/s} \times 86\,400 \text{ s} \times 0,35 =$$

$$V_t = 18\,427,50 \text{ l} = 18,43 \text{ m}^3$$

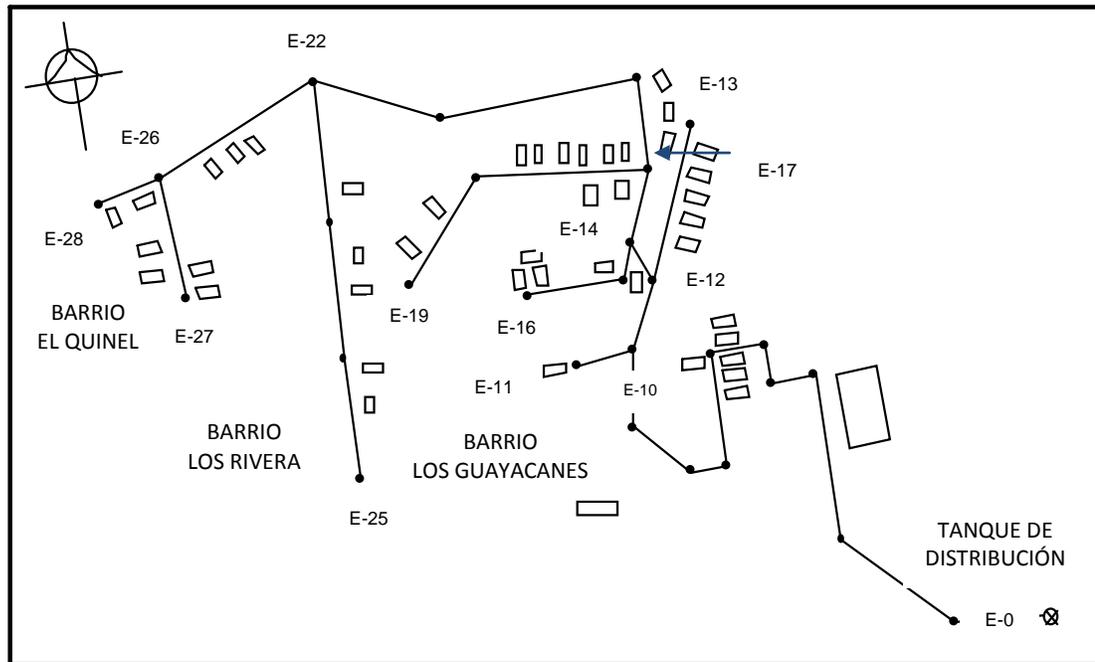
Obtenido el volumen de demanda, se compara con el del tanque existente (35 m^3), se concluye que sí es capaz para suplir la demanda.

3.3.13. Cálculo hidráulico de la red de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías unidas entre sí, que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta el consumidor, y su función sanitaria es brindar un servicio en forma continua, en cantidad suficiente y desde luego, con calidad aceptable, por lo que se debe tratar el agua antes de entrar a la misma.

Para este proyecto se diseñó una red abierta, ya que las viviendas están dispersas. En este tipo de red, los ramales principales se colocan en las rutas de mayor importancia, de tal manera que alimenten a los secundarios. Ver figura 21.

Figura 21. Esquema del sistema



Fuente: elaboración propia.

Como ejemplo se diseñará el tramo que va desde la estación (E - 17) hasta la estación (E - 19).

Datos:

Viviendas actuales: 5

Habitante/vivienda: 5

$P_{act} = 50$ habitantes

Período de diseño (n = 20 años)

Tasa de crecimiento (r = 2,24%)

Población futura:

$$P_{(n=20)} = 50 \text{ hab} \times (1 + 0,0224)^{20} =$$

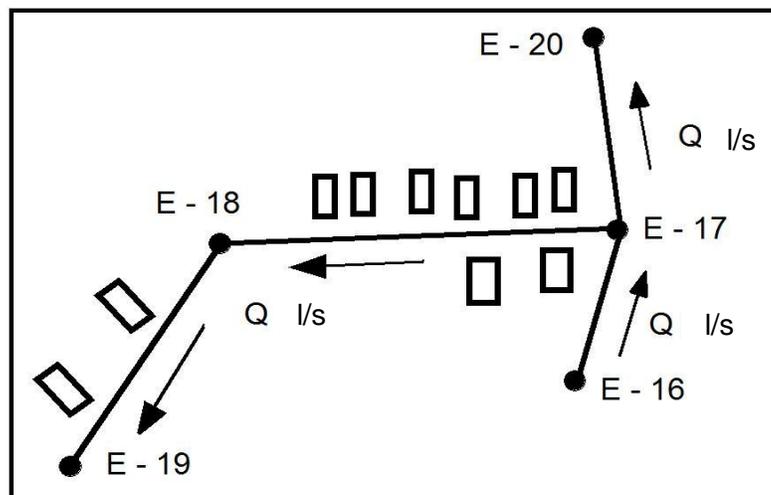
$$P_{(n=20)} = 78 \text{ habitantes}$$

16 viviendas futuras

Dotación ($D = 150 \text{ l/hab/día}$)

Para determinar el caudal de diseño, se realizó una comparación entre el caudal de vivienda y el caudal instantáneo. Como se puede observar en la figura 17, el tramo no contiene subramales a suministrar, de lo contrario se tomó la población de cada tramo, para el cálculo de caudales. Y luego elegir el de mayor caudal para el diseño. A continuación se calculan los caudales. Ver figura 22.

Figura 22. Esquema del tramo a diseñar



Fuente: elaboración propia.

- Caudal medio diario

$$Q_m = \left(\frac{150 \text{ l/hab/día} \times 78 \text{ hab}}{86\,400} \right) =$$

$$Q_m = 0,14 \text{ l/s}$$

- Caudal máximo diario

$$Q_{\text{mxd}} = 1,8 \times 0,14 \text{ l/s} =$$

$$Q_{\text{mxd}} = 0,24 \text{ l/s}$$

- Caudal máximo horario

$$Q_{\text{mxh}} = 3 \times 0,14 \text{ l/s} =$$

$$Q_{\text{mxh}} = 0,41 \text{ l/s}$$

- Caudal de vivienda unitario

$$Q_{\text{vu}} = \frac{0,41 \text{ l/s}}{16 \text{ viviendas}} =$$

$$Q_{\text{vu}} = 0,025 \text{ l/s}$$

- Caudal de vivienda

$$Q_{\text{viv}} = Q_{\text{mxh}} = 0,56 \text{ l/s}$$

- Caudal instantáneo

$$Q_{\text{inst}} = 0,20\sqrt{(16-1)} =$$

$$Q_{\text{inst}} = 0,77 \text{ l/s}$$

Según los resultados anteriores, el caudal para diseñar el ramal será el caudal instantáneo de 0,77 l/s.

Datos:

$$Q_d = 0,77 \text{ l/s}$$

$$L = 137 \text{ m (Incluye el 2% de ondula miento)}$$

$$CT_{\text{inicial}} = 67,35 \text{ m}$$

$$CT_{\text{final}} = 75,28 \text{ m}$$

$$Cp_{zE-17} = 96,62 \text{ m}$$

$$C = 150 \text{ (Tubería PVC)}$$

Donde:

$$Q_d = \text{caudal de diseño}$$

$$L = \text{longitud del tramo}$$

$$CT_{\text{final}} = \text{cota de terreno final del tramo}$$

$$Cp_{zE-17} = \text{cota piezométrica de la estación E-17}$$

Carga disponible hf: en este caso es la diferencia entre la cota piezométrica de la estación (E – 17) y la cota del terreno de la estación (E – 19).

$$h_f = 96,62 \text{ m} - 75,28 \text{ m} = 21,34 \text{ m}$$

Para esta pérdida se calcula el diámetro teórico utilizando la fórmula de Hazen-Williams:

$$h_f = \frac{1743,811 \times L \times Q^{1,852}}{C^{1,852} \times \phi^{4,871}}$$

Despejando diámetro (Φ), se tiene:

$$\phi = \left(\frac{1743,811 \times L \times Q^{1,852}}{C^{1,852} \times h_f} \right)^{1/4,87}$$

$$\phi = \left(\frac{1743,811 \times 137 \text{ m} \times 0,77 \text{ l/s}^{1,852}}{150^{1,852} \times 21,34 \text{ m}} \right)^{1/4,87} =$$

$$\phi = 0,94 \text{ pulg}$$

Obtenido el diámetro teórico, se establece un diámetro comercial que se aproxime al teórico y el que mejor se adapte al diseño hidráulico. Se debe tomar en cuenta el diámetro del tramo que suministra al mismo, es decir, el anterior.

El diámetro comercial es de 1¼ de pulg, luego se calcula la pérdida de carga real del tramo, en el diámetro interno.

$$hf = \frac{1743,811 \times 137 \text{ m} \times Q^{1,852}}{150^{1,852} \times 1,532^{4,871}} =$$

$$hf = 1,934 \text{ m}$$

La cota piezométrica (Cpz) en la estación (E - 19), se obtiene restando la cota piezométrica inicial del tramo menos la pérdida de carga hf.

$$C_{pz \text{ E} - 19} = C_{pz \text{ E} - 17} - hf_{17 - 19} = 96,62 \text{ m} - 1,934 \text{ m} =$$

$$C_{pz \text{ E} - 19} = 94,69 \text{ m}$$

La presión o carga dinámica en (E - 19), se obtiene de la resta de la cota piezométrica menos la cota de terreno del punto.

$$P_{E - 19} = C_{pz \text{ E} - 19} - CT_{E - 19} = 94,69 - 75,28 =$$

$$P_{E - 19} = 19,41 \text{ m}$$

Se calcula la velocidad del agua en el tramo, y verificar si se encuentra entre la velocidad mínima y máxima (0,40 a 3 m/s).

$$V = \frac{1,974 \times 0,77 \text{ l/s}}{(1,532)^2} =$$

$$V = 0,65 \text{ l/s}$$

En la tabla XXIX se muestra el resultado del diseño hidráulico de cada tramo.

Tabla XXIX. Cálculo hidráulico de la red de distribución

TRAMO Est.	Cotas T.		hf (m)	L (m)	Q (l/s)	φ teórico (pulg)	φ Com (pulg)	φ Interno (pulg)	hf real (m)	C Pz.		Presión		V (m/s)	# Tubos	psi
	Inicio	Final								Inicio	Final	Inicio	Final			
0	10	100,00	63,42	36,58	445	1,83	1,48	2,655	2,11	100,00	97,89	0,00	34,47	0,51	74	160
10	11	63,42	67,93	29,96	33	0,20	0,39	0,926	0,44	97,89	97,44	32,85	29,51	0,46	6	250
10	12	63,42	64,54	33,35	39	1,54	0,86	2,193	0,34	97,89	97,54	32,85	33,00	0,63	7	160
12	13	64,54	63,87	33,68	80	0,39	0,59	0,926	3,70	97,54	93,84	33,00	29,97	0,90	13	250
12	14	64,54	65,60	31,94	22	1,40	0,74	2,193	0,16	97,54	97,38	33,00	31,78	0,57	4	160
14	16	65,60	75,60	21,78	70	0,40	0,63	1,195	0,96	97,38	96,42	29,83	20,82	0,55	12	160
14	17	65,60	67,35	30,03	40	1,30	0,82	1,754	0,76	97,38	96,62	29,83	29,27	0,83	7	160
17	19	67,35	75,28	21,35	137	0,77	0,94	1,532	1,93	96,62	94,69	29,27	19,41	0,65	23	160
17	22	67,35	61,79	34,83	228	1,02	1,04	1,754	2,77	96,62	93,86	29,27	32,07	0,65	38	160
22	25	61,79	74,53	19,33	195	0,40	0,80	1,195	2,68	93,86	91,18	32,07	16,65	0,55	33	160
22	26	61,79	60,76	33,10	92	0,75	0,78	1,532	1,22	93,86	92,64	32,07	31,88	0,63	15	160
26	27	60,76	62,11	30,53	61	0,37	0,55	1,195	0,73	92,64	91,91	31,88	29,80	0,51	10	160
26	28	60,76	60,94	31,70	35	0,26	0,43	0,926	0,76	92,64	91,88	31,88	30,94	0,60	6	250

Fuente: elaboración propia.

3.3.14. Obras de arte

Estas obras hidráulicas son componentes esenciales del sistema para lograr una funcionalidad ideal al sistema, que a continuación se describen:

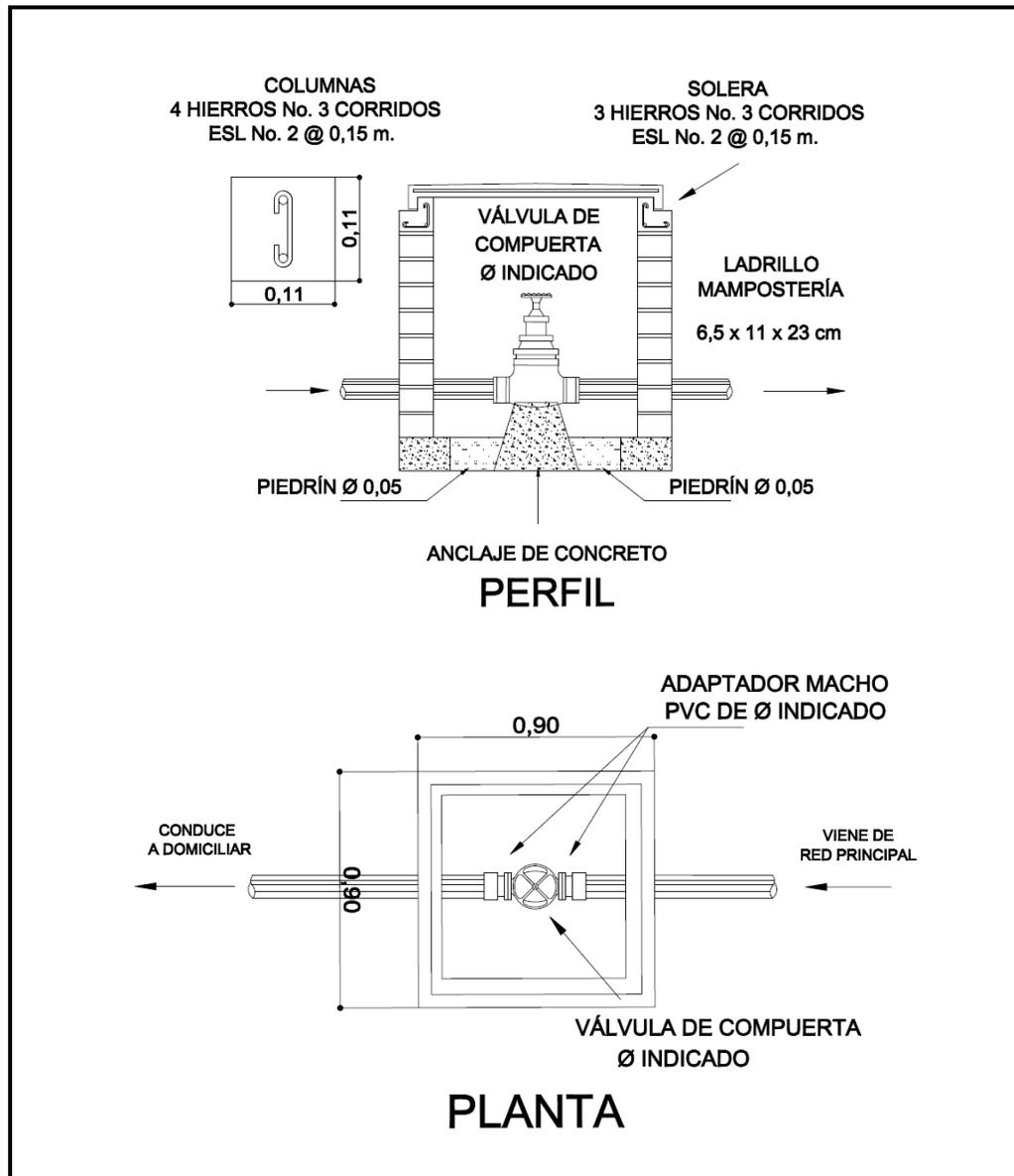
3.3.14.1. Cajas para válvulas

Estas son obras que se utilizan para proteger las válvulas de cualquier incidente. Las válvulas ayudan a controlar el caudal que circula en el sistema, son importantes para lograr eficiencia del servicio. Las cajas pueden variar su tamaño dependiendo de éstas, pero siempre deben facilitar su operación y mantenimiento. Para este proyecto se utilizaron las siguientes válvulas. Ver figura 23.

- Válvulas de aire: éstas tienen la función de permitir que se expulse automáticamente el aire acumulado en la tubería en sus puntos altos, para evitar así la formación de cámaras de aire comprimido que bloquean el libre paso del agua. Éstas, principalmente se utilizan en la línea de conducción, pero para este caso sólo se realizó diseño de red de distribución, lo cual el grifo toma esta función.
- Válvula de limpieza: son aquéllas que se usan para extraer los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la tubería; para su instalación se requiere agregar una te a la red y de allí se desprende un niple que al final tiene una válvula de compuerta, protegida por una caja de mampostería. Se colocarán en las estaciones (E – 10) y en la (E – 26).
- Válvula de compuerta: tienen la función de abrir o cerrar el paso del agua.

Se colocarán en las estaciones (E – 0), (E – 14) y (E – 22).

Figura 23. **Detalle de caja para válvula**



Fuente: elaboración propia.

3.3.14.2. Conexiones domiciliarias

Es la que suministrará el servicio de agua potable a las viviendas. El servicio terminará con un grifo instalado dentro del lote o terreno indicado.

Elementos para una conexión domiciliar son:

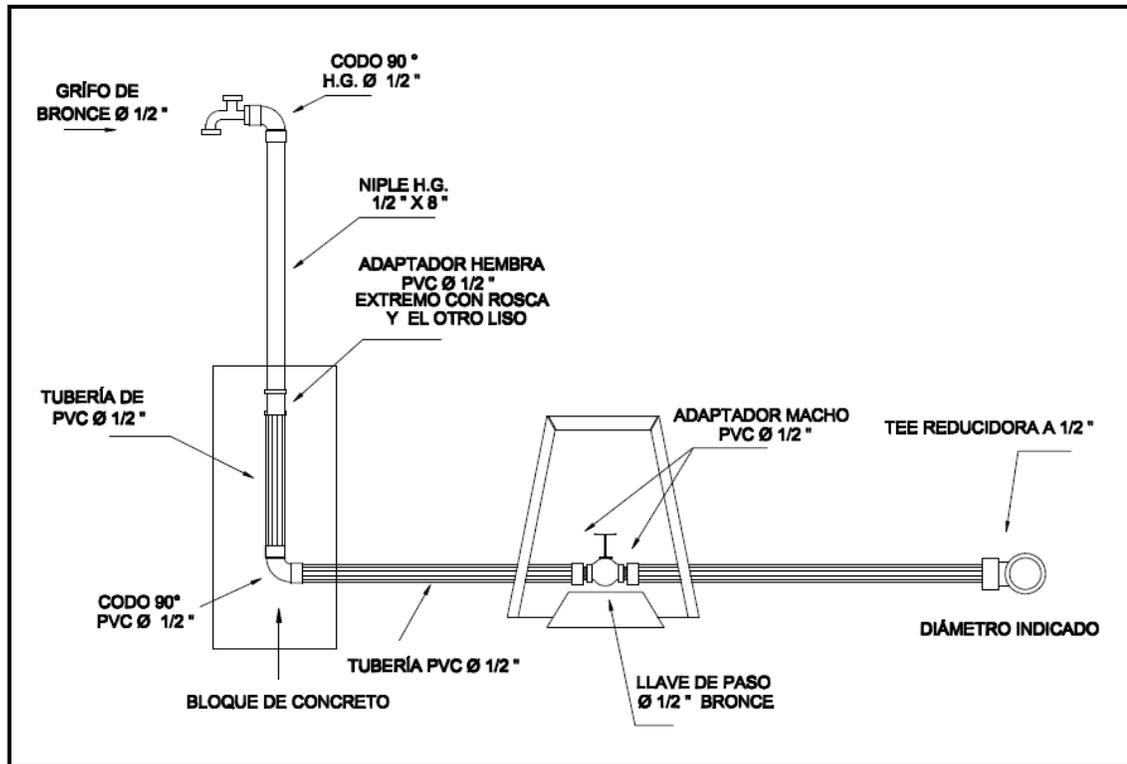
- Un grifo de bronce
- Una llave de paso de bronce
- Un niple de 1 ft
- Dos adaptadores hembra de PVC
- Un adaptador macho de PVC
- Un codo de HG de 90°
- Un codo de PVC de 90°
- Una base de concreto de 60 cm por 15 cm

Todos los accesorios con un diámetro de ½ pulg. Ver figura 24.

3.3.14.3. Anclajes de tuberías

Son obras cuya función principal es sujetar la tubería, ya que están sometidas a presión interna, lo cual genera esfuerzos que tienden a desacoplarlas. En donde afecta más esta acción son en los accesorios como válvulas, codos, tes, tapones, cambios de diámetros. La construcción se hace de concreto simple. Ver figura 25.

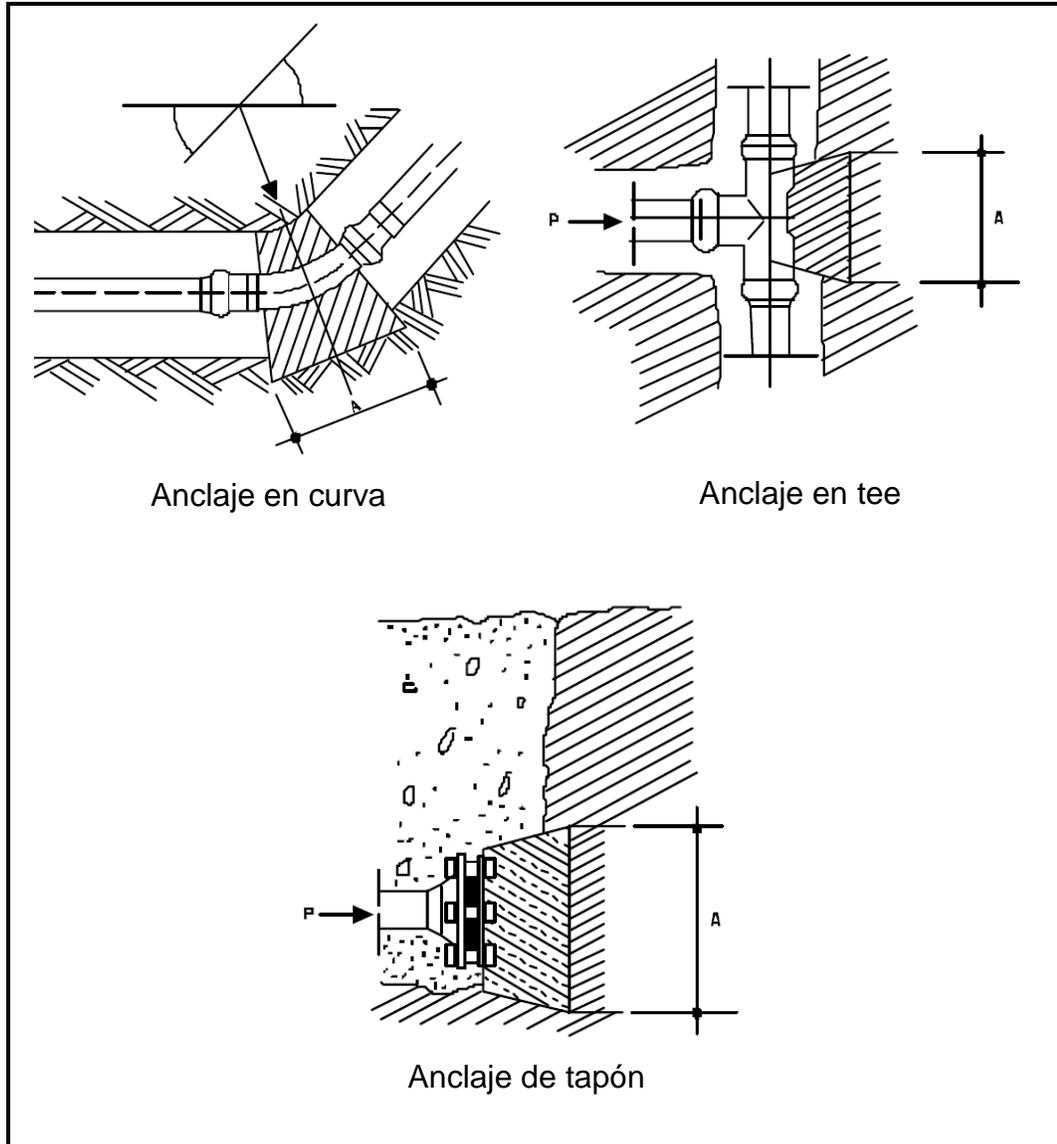
Figura 24. Detalle de conexión típica domiciliar



Fuente: elaboración propia.

- Anclaje de válvulas: deben fijarse en un bloque de anclaje a través de abrazaderas de acero o simplemente empotradas en el bloque de hormigón, se especifica que existirá válvula en las estaciones (E - 0), (E - 14) y (E - 22).

Figura 25. Tipos de anclajes en accesorios



Fuente: elaboración propia.

3.3.14.4. Sistema de desinfección

El propósito de la desinfección es garantizar la potabilidad del agua, es decir, libre de agentes patógenos. El sistema que se propone es a base de cloro, y a través de un hipoclorador, que dosifique una solución de hipoclorito de calcio, diluido en agua en pequeñas dosis, directamente al caudal de entrada al tanque de distribución.

Este hipoclorador funciona con tabletas de tricloro, que es una forma de presentación del cloro. Las tabletas se presentan en 200 gr, con una solución de 90% de cloro y 10% de estabilizador, con dimensiones de 3 pulg de diámetro y 1 pulg de espesor.

Para determinar la cantidad de gramos de cloro a utilizar, se obtiene por medio del caudal de conducción 1,1 l/s.

$$G_t = \frac{C_{mgr/l} \times M \times D}{\%CL}$$

Donde:

G_t = gramos de tricloro

$C_{mgr/l}$ = miligramos por litro

M = litros de agua a tratarse por día

D = número de días

$\% Cl$ = concentración de cloro

Para este proyecto se determinará la cantidad de tabletas, para un período de 15 días.

$$M = 1,1 \text{ l/s} * 86\ 400 \text{ s} = 95\ 040 \text{ l/día}$$

$$G_t = \frac{0,001 \times 95\ 040 \text{ l/día} \times 30 \text{ días}}{0,90} =$$

$$G_t = 3\ 168,00 \text{ gr de tricloro}$$

Esto significa que se necesitan 3 168 gr de tricloro. Para obtener la cantidad de tabletas se divide los gramos obtenidos, dentro de 200 gr; ($3\ 168 \text{ gr} / 200 \text{ gr} = 15.84$), aproximadamente 15 tabletas se necesitan.

3.4. Administración, operación y mantenimiento

- Administración

Para que el sistema de agua potable presente un servicio eficiente durante el período de diseño, debe contar con una administración que supervise la operación y mantenimiento, debe coordinar al personal encargado de realizar los trabajos mencionados y todo lo relacionado con el cobro de la tarifa.

Es importante contar con un fontanero que será el encargado del mantenimiento y el manejo de las válvulas.

- Mantenimiento

Es el conjunto de acciones que se realizan para mantener la eficiencia del sistema durante el período de diseño. Existen dos tipos de mantenimiento: preventivo y correctivo.

- El preventivo: se refiere a acciones que se planifiquen anticipadamente con el fin de minimizar daños durante su funcionamiento.

Algunas acciones preventivas son:

- Revisar el estado de taludes.
 - Verificar la existencia de fugas en los accesorios, válvulas y tuberías.
-
- El correctivo: es cuando algún componente del sistema ha sufrido algún daño y es necesario repararlos o cambiarlos por otros en buen estado. Para aplicar esta acción se debe realizar una supervisión periódicamente.

Algunas acciones correctivas son:

- Cambio de válvula debido al deterioro o la existencia de fuga.
- Reparación de tuberías debido a la existencia de fugas visibles o la existencia de taponamiento de la tubería.
- Prestar atención que cada caja contenga su candado.
- Revisar que los anclajes se encuentren en buen estado.

3.5. Propuesta de tarifa

Para que un sistema pueda operar eficiente y al mismo tiempo su respectivo mantenimiento permanente, se necesitan fondos, los cuales serán costeados por los usuarios, por medio de un pago mensual, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad del mismo y mantener un buen servicio.

- Costo de operación

Es el costo destinado a la operación del sistema, la realizará un fontanero, contratado para el efecto con un salario mínimo diario de Q. 63,70, equivalente a Q. 1 937,54 mensuales, más la bonificación con un incentivo de ley de Q. 250, lo que hace un total de Q. 2 187,54 al mes.

- Costo de mantenimiento

Este costo estará destinado para la compra de materiales necesarios para la reparación, incluye accesorios, así como herramientas e insumos para la reparación. Se calcula tomando el 4 por millar del costo total de la obra.

$$M = \frac{0,004 \times \text{costo}_{\text{obra}}}{n_{\text{meses}}}$$

$$M = \frac{0,004 \times \text{Q. } 125\,869,49}{20_{\text{años}} \times 12_{\text{meses}}} =$$

$$M = \text{Q. } 2,10 / \text{mes}$$

- Costo de tratamiento

Cubrirá la compra del suministro de cloro para el sistema de desinfección, e incluye el gasto de mantenimiento del dicho sistema.

$$Tr = \text{costo}_{\text{tableta}} \times \#_{\text{tableta/mes}}$$

$$Tr = \text{Q. } 15,00 / \text{tableta} \times 15 \text{ tableta/mes} =$$

$$Tr = \text{Q. } 225,00 / \text{mes}$$

- Costo de administración

Servirá para cubrir los gastos de oficina, además de la facturación y cobro del pago mensual que los vecinos realicen. Se calcula tomando el 12% de la suma de los costos anteriores.

$$A = 0,12 \times (O + M + Tr)$$

$$A = 0,12 \times (\text{Q. } 362,36 + \text{Q. } 2,10 + \text{Q. } 225,00) =$$

$$A = \text{Q. } 70,74 / \text{mes}$$

- Costo de reserva

Este estará reservado para cubrir los imprevistos que surjan, se calcula tomando un 10% de la suma de los tres primeros costos.

$$R = 0,10 \times (O + M + Tr)$$

$$R = 0,10 \times (Q. 362,36 + Q. 2,10 + Q. 225,00) =$$

$$R = Q. 58,95 / \text{mes}$$

La suma de los costos anteriores se divide en el número de viviendas, y se obtiene la tarifa propuesta;

$$T_{\text{arifa}} = \frac{(O + M + Tr + A + R)}{\# \text{ Viviendas}}$$

$$T_{\text{arifa}} = \frac{(Q. 362,36 + Q. 2,10 + Q. 225,00 + Q. 70,74 + Q. 58,95)}{66 \text{ Viviendas}} =$$

$$T_{\text{arifa}} = Q 10,9 / \text{mes}$$

La tarifa mensual propuesta es de Q. 11,00 al mes

3.6. Elaboración de planos del proyecto

Los planos elaborados, para el proyecto de abastecimiento de agua potable, son los siguientes:

1. Densidad de vivienda
2. Planta topográfica
3. Diseño general
4. Planta y perfil de la (E – 0) a la (E - 28), y los ramales (E – 10 a E - 11) y (E – 12 a E - 13)

5. Planta y perfil de los ramales (E – 14 a E – 16), (E – 17 a E – 19), (E – 22 a E – 25) y (E – 26 a E – 27)
6. Detalles de obras hidráulicas y conexión domiciliar

3.7. Presupuesto

Se integró con base a precios unitarios, tomando como referencia el precio de los materiales que se manejan en la región, los salarios de la mano de obra tanto calificada y no calificada, se tomó la que la municipalidad asigna para casos similares.

Se realizó una integración de precios unitarios de cada renglo del proyecto. Ver apéndice 8.2. Y se aplicó un 50% de prestaciones del costo indirecto es del 30% del costo directo de cada renglón. Ver tabla XXX.

3.8. Evaluación del beneficio social

El impacto social son las consecuencias para las poblaciones humanas de cualquier acción pública o privada, que altera el modo en que las personas viven, trabajan, juegan, se relacionan entre sí, se organizan para atender a sus necesidades y, de forma general, reaccionan como miembros de la sociedad.

El concepto incluye, también el impacto cultural, entendiendo por tal, entre otras cosas, los cambios en las normas, los valores y las creencias que orientan y racionalizan el conocimiento de las personas sobre sí mismas y su sociedad.

Tabla XXX. **Resumen del presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable para los barrios Los Guayacanes, Los Rivera y El Quinel**

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Q. unitario	Costo Q. total
1	Replanteo topográfico	ml	1 477,09	Q. 0,53	Q. 780,59
2	Excavación	m ³	715,00	Q. 105,69	Q. 75 570,55
3	Relleno	m ³	715,00	Q. 52,85	Q. 37 785,27
4	Red de distribución				
4.1	Tubería PVC Ø 2 ½" 160 psi	ml	450,00	Q. 81,41	Q. 36 636,40
4.2	Tubería PVC Ø 2 " 160 psi	ml	108,00	Q. 69,17	Q. 7 470,44
4.3	Tubería PVC Ø 1 ½ " 160 psi	ml	348,00	Q. 43,62	Q. 15 180,65
4.4	Tubería PVC Ø 1 ¼" 160 psi	ml	174,00	Q. 37,60	Q. 6 542,08
4.5	Tubería PVC Ø 1 " 160 psi	ml	444,00	Q. 27,05	Q. 12 010,65
4.6	Tubería PVC Ø 3/4 " 250 psi	ml	72,00	Q. 33,20	Q. 2 390,58
5	Conexión domiciliar	Unidad	46	Q. 905,19	Q. 41 638,67
6	Hipoclorador	Global	1	Q. 10 000,00	Q. 10 000,00
				Costo total =	Q. 246 005,89
				Costo total (US \$) =	\$ 30 627,31
				Costo por metro lineal =	Q. 166,55

Fuente: elaboración propia.

Si el proyecto no es eficiente, tendrá influencia sobre la salud de la población. El agua es vital para la sobrevivencia de los seres humanos y como objetivo principal del proyecto es servir agua potable hasta el domiciliar de cada familia.

3.9. Evaluación de impacto ambiental (EIA)

El impacto ambiental se refiere a cualquier modificación o cambio en el medio ambiente, ya sea positivo o negativo, provocada por el ser humano o por la naturaleza.

Con respecto a la evaluación, es el instrumento de gestión ambiental, política y toma de decisiones que velarán por la correcta ejecución de un diagnóstico del área donde se realizó o realizará un proyecto, especificando las medidas de protección del medio ambiente que se verá afectado.

Los resultados del diagnóstico del impacto ambiental aportarán factores técnicos o científicos, para mantener el objetivo de la evaluación. Estos resultados deberán ser considerados por la persona encargada del proyecto u obra.

Este estudio ayuda a conocer los impactos que sufre el medio ambiente, con la construcción de una obra. El principal objetivo es mantener un equilibrio entre el medio ambiente y la actividad humana, sin afectar el desarrollo humano, y sin sobrepasar la explotación de la naturaleza, por que las consecuencias pueden ser devastadoras para la población en un futuro.

La evaluación se fundamente ante la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86 del Congreso de la República de Guatemala, en donde el artículo indica:

“Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no renovables, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental”.

En este caso se realizará el diagnóstico de los impactos ambientales que pueden generarse en la construcción y el uso del sistema de abastecimiento de agua potable en la aldea El Paso de los Jalapas, indicando las medidas de mitigación para proteger el medio ambiente.

CONCLUSIONES

1. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado contribuye a que el estudiante, relacione la práctica con la teoría, además de la oportunidad de conocer la realidad y adquirir mayor responsabilidad en sus actos. Por medio de combinar el diseño realizado en gabinete y la supervisión en ejecución de proyectos de infraestructura.
2. El diseño de los tramos carreteros, que comunica a la aldea Las Ovejas, los usuarios tendrán una mejor vía de acceso y fluidez, para los vehículos que transitan, con ello se logrará un aumento económico, por medio de comercialización de cultivos. La carretera contará con un diseño que está regido por las normas específicas y su pavimento será de concreto hidráulico con una duración promedio de 20 años.
3. El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para los barrios Los Guayacanes, Los Rivera y El Quinel, es de gran beneficio social para la salud de los usuarios, en las viviendas se podrán implementar mejores medidas de higiene, que ayudan a disminuir el índice de enfermedades, porque tendrán accesible el servicio en sus viviendas y con un sistema de hipoclorador, que disminuirá la cantidad de órganos patógenos.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de El Jícaro

1. Durante la ejecución de los proyectos, incluir una supervisión técnica a través de un profesional de ingeniería civil, con el objeto de asegurar la aplicación y cumplimiento de las especificaciones que presentan los planos.
2. Finalizada la construcción de los proyectos, proporcionar el mantenimiento correspondiente, con el objetivo de obtener obras duraderas y en buen estado durante su período de vida útil.
3. Contratar mano de obra local (calificada y no calificada), de esta manera, los beneficiados se involucrarán en la ejecución de los proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

1. BOLAÑOS DEL VILLAR, Manuel Salvador. *Diseño de tramo carretero de terracería, que conduce del caserío El Zapote hacia el caserío Santa Isabel y tramo de terracería que conduce del caserío El Zapote hacia sitio arqueológico Cancuén y diseño de puente vehicular del arroyo Concordia, el tramo está ubicado en el municipio Sayaxché, departamento de Petén.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 120 p.
2. Dirección General de Caminos. *Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda República de Guatemala. Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.* Guatemala: DGC, 2001. 690 p.
3. ELÍAS CHARCHALAC, William Alejandro. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo para el caserío Xibalbay y puente vehicular para barrio El Carmen, municipio de Sololá, departamento de Sololá.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 164 p.

4. GÓMEZ SAGASTUME, Freddy Paolo. *Diseño del sistema del agua potable para la aldea La Catocha y caserío El Poshte y diseño de muro de contención para la escuela oficial rural mixta caserío El Poshte, municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 204 p.
5. GARBER, Nicholas J. *Ingeniería de tránsito de carreteras.* 3a ed. México: Thomson, 2005. 1170 p.
6. HERNÁNDEZ VENTURA, Héctor Nery. *Diseño del tramo carretero comprendido de la comunidad Volcancito, hacia la comunidad Sam Greene, del municipio de Tucurú, departamento de Alta Verapaz.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 111 p.
7. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas rurales.* Guatemala: INFOM, 1997. 145 p.

APÉNDICES

1. Libretas topográficas:
 - 1.1. Libreta del sistema de abastecimiento de agua potable de los barrios Los Guayacanes, Los Rivera y El Quinel
 - 1.2. Libreta del alineamiento horizontal del tramo carretero entre las aldeas El Paso los Jalapas hacia Las Ovejas
 - 1.3. Libreta del alineamiento horizontal del tramo carretero entre las aldeas El Zapote hacia Las Ovejas
2. Ensayo de granulometría
3. Ensayo de límites de Atterberg
4. Ensayo de Proctor modificado
5. Ensayo de valor de soporte del suelo CBR
6. Examen bacteriológico
7. Análisis físico-químico
8. Integración de precios unitarios de cada renglón:
 - 8.1. Diseño de la carretera que comunica a la aldea Las Ovejas
 - 8.2. Sistema de abastecimiento de agua potable para los barrios Los Guayacanes, Los Rivera y El Quinel
9. Cuadro resumen de volúmenes de tierra
 - 9.1. Tramo de la aldea El Zapote hacia Las Ovejas
 - 9.2. Tramo de la aldea El Paso los Jalapas hacia Las Ovejas
10. Planos
 - 10.1. Diseño de la carretera que comunica a la aldea Las Ovejas
 - 10.2. Sistema de abastecimiento de agua potable para los barrios Los guayacanes, Los Rivera y El Quinel

Apéndice 1.1. **Libreta topográfica del sistema de abastecimiento de agua potable de los barrios Los Guayacanes, Los Rivera y El Quinel**

Est	Po	Azimut			Dh (m)	Cota (m)	Obs.
		G°	Min	s			
0	1	275	42	55	50,29	100,00	Tanque
1	2	314	26	59	70,24	78,56	Esquina del campo
2	3	1	31	9	85,27	77,60	
3	4	270	00	00	35,10	76,97	Instituto
4	5	0	0	0	20,00	75,05	
5	6	269	59	43	28,38	74,08	Cerco
6	7	182	21	33	56,93	72,14	Calle
7	8	270	0	0	18,98	71,48	Esquina
8	9	315	3	41	39,17	67,08	
9	10	12	46	21	39,08	64,40	
10	11	265	37	10	30,66	63,42	
10	12	26	37	14	35,42	67,93	Ramal 1
12	13	24	6	34	81,00	64,54	
12	14	339	9	12	22,81	63,87	Ramal 2
14	15	202	10	45	17,97	65,60	
15	16	270	52	4	51,68	67,10	Ramal 3
14	17	24	45	27	38,36	75,60	
17	18	278	3	37	91,73	67,35	Calle empedrada
18	19	222	23	58	64,32	73,14	
17	20	2	4	46	46,80	75,28	Ramal 4
20	21	268	55	35	106,31	65,42	
21	22	294	59	44	70,73	66,55	
22	23	182	37	32	72,05	61,79	Cultivos
23	24	183	33	37	70,82	70,79	
24	25	183	33	7	51,54	76,47	Ramal 5
22	26	248	32	54	94,18	74,54	
26	27	176	36	39	60,58	60,75	Los Riveras
26	28	259	15	27	34,63	62,11	Quinel

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1.2. **Libreta topográfica del alineamiento horizontal del tramo carretero entre las aldeas El Paso los Jalapas hacia Las Ovejas**

Est	Po	Azimut			Dh (m)	Cota (m)	Obs.
		G°	Min	s			
0	1	0	0	0	0,00	100,75	Carretera principal.
1	2	160	57	17	87,00	104,09	
2	3	190	46	14	101,59	109,94	
3	4	153	27	32	161,80	116,25	
4	5	177	30	34	92,40	117,94	
5	6	156	40	36	86,50	119,84	
6	7	170	18	50	442,45	132,54	El Mitch
7	8	76	13	30	597,47	121,59	
8	9	146	44	15	237,58	120,00	Transversal existente.
9	10	126	50	39	122,41	123,64	
10	11	179	25	3	153,20	127,80	
11	12	99	11	1	208,22	127,56	Melonera
12	13	125	28	10	250,14	128,83	
13	14	86	36	34	287,58	135,01	Limonera
14	15	108	52	49	276,20	135,96	
15	16	87	10	43	178,78	137,29	
16	17	96	28	14	160,94	138,17	
17	18	89	6	5	228,57	139,23	Tramo final.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1.3. **Libreta topográfica del alineamiento horizontal del tramo carretero entre las aldeas El Zapote hacia Las Ovejas**

Est	Po	Azimut			Dh (m)	Cota (m)	Obs.
		G°	Min	s			
0	1	0	0	0	0,00	100,00	Carretera principal
1	2	218	28	6	106,34	100,17	
2	3	173	56	16	158,35	111,97	
3	4	190	53	36	70,38	118,21	Campo el Zapote
4	5	222	30	20	86,41	122,52	
5	6	167	34	12	84,69	136,03	
6	7	132	1	57	77,97	137,81	Cima El malpaíz
7	8	200	51	4	83,04	129,94	
8	9	170	12	44	99,10	123,52	
9	10	218	24	1	170,61	123,96	
10	11	195	54	51	88,08	123,75	Cruce para el Río
11	12	209	58	20	93,28	123,59	
12	13	232	30	55	178,23	126,53	
13	14	219	49	7	179,37	129,95	
14	15	104	47	54	202,08	134,10	Inicia adoquín

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Análisis de granulometría



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



Nº 21120

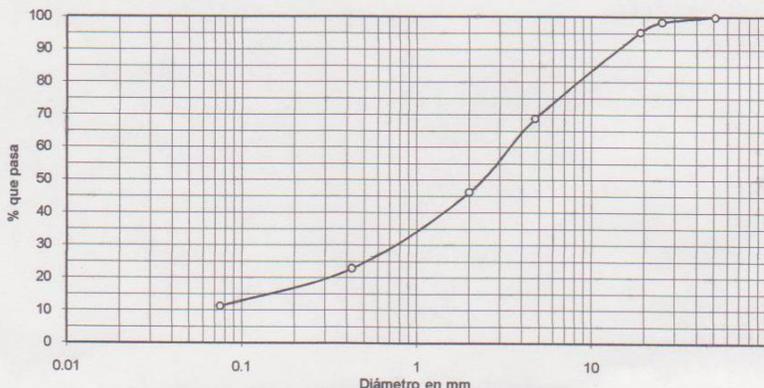
INFORME No. 264 S.S.

O.T. No. 26,881

Interesado: Mynor Daniel Barrera Mejía
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
 Proyecto: EPS-Diseño de Carretera hacia Aldea Las Ovejas.

Ubicación: Municipio de El Jicaró, Departamento de El Progreso.
 Fecha: 05 de agosto de 2010

Análisis con Tamices:			% de Grava: 31.13
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa	% de Arena: 57.59
2"	50.8	100	% de finos: 11.28
1"	25.40	98.44	
3/4"	19	95.33	
4	4.75	68.87	
10	2	46.30	
40	0.425	22.81	
200	0.075	11.28	



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

Atentamente,

Telma Maricela Cano Morales

Vo. Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC





Omar Enrique Medrano Méndez

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
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>

Apéndice 3. Ensayo de límites de Atterberg



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



Nº 21121

INFORME No. 265 S. S. O.T.: 26,881

Interesado: Mynor Daniel Barrera Mejía
 Proyecto: EPS-Diseño de Carretera hacia Aldea Las Ovejas.
 Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
 Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Municipio de El Jicaro, Departamento de El Progreso.
 FECHA: 05 de agosto de 2010

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	27.8	5.4	ML	Arena limosa color café con grava

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo. 

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC






Ing. Omar Enrique Mediano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

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

Apéndice 5. Ensayo de valor de soporte del suelo, CBR



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



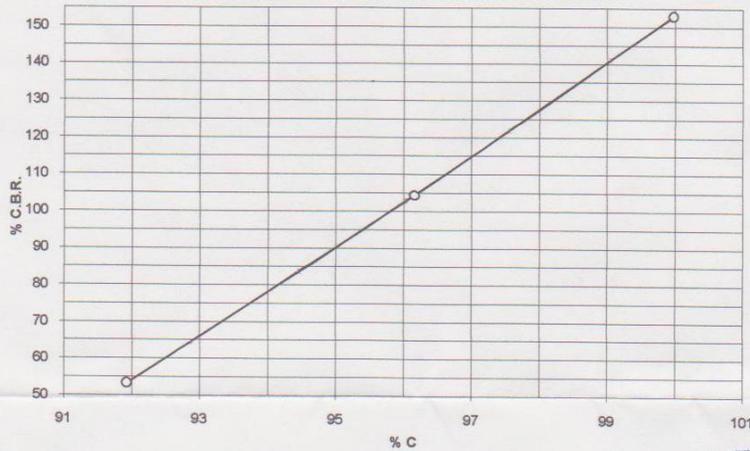
Nº 21119

INFORME No.: 263 S.S. O.T. No.: 26,881
 Interesado: Mynor Daniel Barrera Mejía
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O.T-193
 Proyecto: EPS-Diseño de Carretera hacia Aldea Las Ovejas.
 Ubicación: Municipio de El Jícaro, Departamento de El Progreso.
 Descripción del suelo: Arena limosa color café con grava

Fecha: 05 de agosto de 2010

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d b/pe ³			
1	10	7.14	119.0	91.9	0.20	53.3
2	30	7.14	124.5	96.2	0.15	104.4
3	65	7.14	129.5	100.0	0.11	152.9

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



Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



Apéndice 6. Examen bacteriológico



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



Nº 19503

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 27 342		INF. No.A-309 124	
INTERESADO	<u>MYNOR DANIEL BARRERA MEJIA</u> <small>(Carné No. 200413351)</small>	PROYECTO:	<u>EPS "Sistema de abastecimiento de agua potable para los barrios los Guayacanes, Los Rivera y El Quinel, Municipio del Jicaro Departamento del Progreso"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea El Paso de las Jalapas</u>	FECHA DE RECOLECCIÓN:	<u>2010-07-27; 11 h00</u> <u>min.</u>
FUENTE:	<u>Pozo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2010-07-27; 15 h 40</u> <u>Min</u>
MUNICIPIO:	<u>El Jicaro</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>El Progreso</u>	SABOR:	<u>-----</u>
		SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>Claro</u>	CLORO RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

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

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

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NGO 29 001.

Guatemala, 2010 -08-06

Vo.Bo.



Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Zenith Michel Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



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

Apéndice 7. Análisis físico-químico



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



Nº 19502

O.T. No. 27 342

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

INF. No. 24 141

INTERESADO: MYNOR DANIEL BARRERA MEJÍA, (carné No. 200413351)	PROYECTO: EPS " Sistema de abastecimiento de Agua Potable para los barrios los Guayacanes, Los Rivera y El Quinel, Municipio El Jicaro Departamento de El Progreso"
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA-USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Aldea El Paso de las Jalapas</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2010-07-27; 11 h 00 min.</u>
FUENTE: <u>Pozo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2010-07-27; 15 h 40 min.</u>
MUNICIPIO: <u>El Jicaro</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>
DEPARTAMENTO: <u>El Progreso</u>	

RESULTADOS

1. ASPECTO: <u>Claro</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>22,30° C</u>
2. COLOR: <u>02,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>1,585 µmhos/cm</u>
3. TURBIEDAD: <u>00,30 UNT</u>	6.potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,31 unidades</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,63	6. CLORUROS (Cl)	102,50	11. SOLIDOS TOTALES	878,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,017	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,35	12. SOLIDOS VOLÁTILES	03,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	81,40	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	165,00	13. SOLIDOS FIJOS	875,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,045	10. DUREZA TOTAL	492,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	840,00

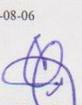
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	538,00	538,00

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA, NITRITOS altos, SULFATOS, CLORUROS, DUREZA, SÓLIDOS DISUELTOS en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los límites máximos aceptables de normalidad. Según Norma COGUANOR NGO 29 001. AMONIACO Alto. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de agua. TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. - 19th EDITION 2005, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS). REFERENCIAS

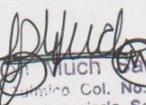
Guatemala, 2010-08-06



Vo.Bo.
Inga. Telma Mariela Cano Morales,
DIRECTORA CII/USAC



DIRECCION
Guatemala, C. A.



M. Much Santos
Ingeniero Col. No. 420
Ingeniería Sanitaria
Laboratorio



LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
"DRA. ALBA TABARNO MOLINA"
USAC
GUATEMALA

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>

Apéndice 8.1. **Diseño de la carretera que comunica a la aldea Las Ovejas**

LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE				
Área de trabajo:	40 699,84	m ²		
Rendimiento:	7 500	m ² /día		
Tiempo de ejecución:	5,43	días		
MANO DE OBRA				
No.	Trabajador	Días trabajados	Costo diario s/prestaciones	Costo total s/prestaciones
1	Caporal	5,43	Q. 100,00	Q. 542,66
10	Peones	5,43	Q. 63,00	Q. 3 418,79
Total de mano de obra				Q. 3 961,45
Factor de prestaciones (50%)				Q. 1 980,73
Costo directo				Q. 5 942,18
Factor indirecto (30%)				Q. 1 782,65
Costo total				Q. 7 724,83
Precio unitario				Q. 0,19

REPLANTEO TOPOGRÁFICO					
Longitud:	5 033,00	m			
Rendimiento:	600	m/día			
Tiempo de ejecución:	8,39	días			
MANO DE OBRA					
No.	Trabajador	Calificado	Días trabajados	Costo diario s/prestaciones	Costo total s/prestaciones
1	Topógrafo	X	8,39	Q. 250,00	Q. 2 097,08
3	Cadeneros		8,39	Q. 75,00	Q. 1 887,38
Costo directo					Q. 3 984,46
Factor indirecto (30%)					Q. 1 195,34
Costo total					Q. 5 179,80
Precio unitario					Q. 1,03

Continuación del apéndice 8.1.

EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA

Volumen: 5 047,83 m³
 Rendimiento: 25,00 m³/h tractor
 Tiempo de ejecución: 83 días

MAQUINARIA Y EQUIPO

No.	Descripción	Horas ejecutadas	Arrendamiento Q/h	Costo de arrendamiento
1	Tractor oruga D6R XL	201,91	Q. 400,00	Q. 80 765,28
Costo de ejecución				Q. 80 765,28

MANO DE OBRA

No.	Trabajador	Días trabajados	Costo diario s/prestaciones	Costo total s/prestaciones
1	Ayudante	25	Q. 63,00	Q. 1 590,07
Total de mano de obra				Q. 1 590,07
Factor de prestaciones (50%)				Q. 795,03
Costo directo				Q. 2 385,10

Costo directo	Q. 83 150,38
Factor indirecto (30%)	Q. 24 945,11
Costo total	Q. 108 095,49
Precio unitario	Q. 6,48

DESPERDICIO

Volumen: 11 629,18 m³
 Rendimiento: 12,00 m³/viaje

MAQUINARIA

No.	Descripción	Horas ejecutadas	Arrendamiento Q/hrs	Costo de arrendamiento
1	Camión de volteo	484,55	Q. 300,00	Q. 145 364,75
1	Tractor D6	969,10	Q. 300,00	Q. 290 729,50
Costo de ejecución				Q. 436 094,25

Continuación del apéndice 8.1.

MANO DE OBRA				
No.	Trabajador	Días trabajados	Costo diario s/prestaciones	Costo total s/prestaciones
2	Ayudante	969,10	Q. 63,00	Q. 122 106,39
Total de mano de obra				Q. 122 106,39
Factor de prestaciones (50%)				Q. 61 053,20
Costo directo				Q. 183 159,59

	Tractor D6	C. volteo	Cargador	Vibro	C. cisterna gl/día
gl/h	5	2	5	2	10
OTROS GASTOS					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total	
Combustible diesel-tractor D6	Galón	4 845,49	Q. 35,00	Q. 169 592,21	
Combustible diesel- volteo	Galón	969,10	Q. 35,00	Q. 33 918,44	
Total				Q. 203 510,65	

Costo directo	Q. 822 764,49
Factor indirecto (30%)	Q. 246 829,35
Costo total	Q. 1 069 593,83
Precio unitario	Q. 91,98

CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE

Área de trabajo: 4,12 ha
 Rendimiento: 0,13 ha/día patrol
 Tiempo de ejecución: 31,70 días

MAQUINARIA Y EQUIPO				
No.	Descripción	Horas ejecutadas	Arrendamiento Q/hrs	Costo de arrendamiento
1	Motonivelador 120H	253,59	Q. 450,00	Q. 114 116,09
1	Vibrocompactadora CS433C	126,80	Q. 300,00	Q. 38 038,70
1	Camión cisterna	27,47	Q. 1 000,00	Q. 27 472,39
Costo de ejecución				Q. 179 627,18

Continuación del apéndice 8.1.

MANO DE OBRA				
No.	Trabajador	Días trabajados	Costo diario s/prestaciones	Costo total s/prestaciones
2	Ayudante	31,70	Q. 63,00	Q. 3 994,06
Total de mano de obra				Q. 3 994,06
Factor de prestaciones (50%)				Q. 1 997,03
Costo directo				Q. 5 991,09

	tractor D6	Volteo	Cargador	Vibro	Cisterna gl/día
gl/h	5	2	5	2	10
OTROS GASTOS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Diesel-Moto niveladora		Galón	1 267,96	Q. 35,00	Q. 44 378,48
Diesel-Vibro compactadora		Galón	253,59	Q. 35,00	Q. 8 875,70
Diesel-Camión cisterna		Galón	274,72	Q. 35,00	Q. 9 615,34
Total de gastos					Q. 69 855,01

Costo directo	Q. 248 487,79
Factor indirecto (30%)	Q. 74 546,34
Costo total	Q. 323 034,12
Precio unitario	Q. 78 390,00

Continuación del apéndice 8.1.

BASE GRANULAR

Volumen: 3 306,86 m³
 Rendimiento: 0,03 Ha/día
 Tiempo de ejecución: 137,36 h
 Área de trazo: 45 787,32 m²

MAQUINARIA Y EQUIPO

No.	Descripción	Horas ejecutadas	Arrendamiento Q/h	Costo de arrendamiento
1	Vibro compactadora CS433C	549,45	Q. 300,00	Q. 164 834,35
1	Camión cisterna	137,36	Q. 1 000,00	Q. 137 361,96
Costo de ejecución				Q. 302 196,31

MANO DE OBRA

No.	Trabajador	Días trabajados	Costo diario s/prestaciones	Costo total s/prestaciones
6	Peones	17,17	Q. 63,00	Q. 7 211,50
Total de mano de obra				Q. 6 490,35
Factor de prestaciones (50%)				Q. 3 245,18
Costo directo				Q. 9 735,53

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Pala	Unidad	6,00	Q. 55,00	Q. 330,00
Selecto	m ³	4 546,94	Q. 42,00	Q. 190 971,28
Total de materiales				Q. 191 301,28

	tractor D6	Volteo	Cargador	Vibro	Cisterna gl/día
gl/h	5	2	5	2	10

OTROS GASTOS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Diesel-Vibro compactadora	Galón	1 221,00	Q. 35,00	Q. 38 461,35
Diesel-C. Cisterna	Galón	1 526,24	Q. 35,00	Q. 48 076,69
Total				Q. 86 538,03

Costo directo	Q. 589 771,16
Factor indirecto (30%)	Q. 176 931,35
Costo total	Q. 766 702,50
Precio unitario	Q. 231,85

Continuación del apéndice 8.1.

DRENAJE TRANSVERSAL DE 21"

Presupuesto de un transversal

Rendimiento: 5,00 m³/h Retro.
 Tiempo de ejecución: 4,20 h
 Volumen a excavar: 21,00 m³
 Volumen a rellenar: 18,00 m³

MAQUINARIA Y EQUIPO

No.	Descripción	Horas ejecutadas	Arrendamiento Q/h	Costo de arrendamiento
1	Retro-excavadora	4,20	Q. 300,00	Q. 1 260,00
Costo de ejecución				Q. 1 260,00

MANO DE OBRA

No.	Trabajador	Calificado	Días trabajados	Costo diario s/prestaciones	Costo total s/prestaciones
1	Ayudante de Retro		0,525	Q. 63,00	Q. 33,08
2	Colocación tubería		2,00	Q. 63,00	Q. 252,00
	Mano de obra (45% materiales)	X	45,00	Q. 20 088,17	Q. 75 461,63
	Mano de obra No calificada		30,00	Q. 9 039,67	Q. 22 638,49
1	Relleno		18,00	Q. 32,83	Q. 1 656,43
Total de mano de obra					Q. 100 041,62
Factor de prestaciones (50%)					Q. 50 020,81
Costo directo					Q. 150 062,43

OTROS GASTOS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Combustible diesel-retro excavadora	Galón	12,6	Q. 35,00	Q. 441,00
Total de otros gastos				Q. 441,00
Costo directo				Q. 153 023,43
Factor indirecto (30%)				Q. 45 907,03
Costo total				Q. 198 930,45
Precio unitario				Q. 728,68

Continuación del apéndice 8.1.

Tubería de HG 24 Pulg.				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Tubería de HG 24 pulg	Global	13,00	Q. 8 000,00	Q. 104 000,00
Total				Q. 104 000,00

CONCRETO CICLÓPEO

MATERIALES

Volumen de concreto ciclópeo: 195 m³

Piedra bola	m ³	141,57	Q. 60,00	Q. 8 494,20
Cemento	Saco	679,50	Q. 65,00	Q. 44 169,84
Arena de río	m ³	109,01	Q. 100,00	Q. 10 900,89
Tabla 1"X12"X10'	Unidad	15,00	Q. 4,50	Q. 67,50
Parales 3"X3"X8'	Unidad	12,00	Q. 4,50	Q. 54,00
Clavo	%	5,00	Q. 121,50	Q. 6,08
Total de materiales				Q. 63 692,51

Días por trabajar 65

MANO DE OBRA					
No.	Trabajador	Calificado	Días	Costo (Q/día)	Costo total s/prestaciones
2	Albañil	X	65,00	Q. 75,00	Q. 9 750,00
1	Ayudante	%	30,00	Q. 63,00	Q. 2 925,00
Total de mano de obra					Q. 12 675,00
Factor de prestaciones (50%)					Q. 6 337,50
Costo directo					Q. 19 012,50

Costo directo	Q. 82 705,01
Factor indirecto (30%)	Q. 24 811,50
Costo total	Q. 107 516,51
Precio unitario	Q. 551,37

Continuación del apéndice 8.1.

PAVIMENTO			
Volumen de concreto:	5 290,98	m ³	
Rendimiento:	6,00	m ³ /h	
Tiempo de ejecución:	881,83	h	
Área de Trazo:	27 981,14	m ²	
MAQUINARIA Y EQUIPO			
No.	Descripción	Costo de equipo	Costo total
2	Mezcladora de concreto	Q. 16 800,00	Q. 33 600,00
Costo de ejecución			Q. 33 600,00

MANO DE OBRA					
No.	Trabajador	Calificada	Cantidad a ejecutar	Costo Q/m ²	Costo total s/prestaciones
2	Mano de obra	X	27 981,14	Q. 20,00	Q. 1 119 245,60
4	Mano de obra no calificada		30,00		Q. 335 773,68
Total de mano de obra					Q. 335 773,68
Factor de prestaciones (50%)					Q. 167 886,84
Costo directo					Q. 503 660,52

Volumen de concreto: 5290.98 m³

MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Cemento	Saco	37 644,26	Q. 65,00	Q. 2 446 876,82
Piedrín	m ³	3 201,04	Q. 150,00	Q. 480 156,36
Arena de río	m ³	3 201,04	Q. 100,00	Q. 320 104,24
Total de materiales				Q. 3 247 137,43

Continuación del apéndice 8.1.

JUNTAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES
--

Distancia: 14 260,17 km
 Rendimiento: 11,00 km/h
 Tiempo de ejecución: 1 296,38 h

MAQUINARIA Y EQUIPO

No.	Descripción	Costo de equipo	Costo total
2	Mezcladora de concreto	Q. 23 000,00	Q. 46 000,00
Costo total			Q. 46 000,00

MANO DE OBRA

No.	Trabajador	Cantidad a ejecutar (ml)	Costo (Q/ml)	Costo total s/prestaciones
2	Mano de obra	14 260,17	Q. 2,00	Q. 57 040,67
Total de mano de obra				Q. 57 040,67
Factor de prestaciones (50%)				Q. 28 520,33
Costo directo				Q. 85 561,00

Costo directo	Q. 5 509 351,91
Factor indirecto (30%)	Q. 1 652 805,57
Costo total	Q. 7 162 157,48
Precio unitario	Q. 1 353,65

CUNETAS

Distancia: 10 174,96 ml

MANO DE OBRA

No.	Trabajador	Calificado	Cantidad a ejecutar (ml)	Costo (Q/ml)	Costo total s/prestaciones
2	Albañil	X	10 174,96	Q. 15,00	Q. 305 248,80
1	Ayudante	%	30,00		Q. 91 574,64
Total de mano de obra					Q. 396 823,44
Factor de prestaciones (50%)					Q. 198 411,72
Costo directo					Q. 595 235,16

Continuación del apéndice 8.1.

Volumen de mampostería: 1 017,496 m³

MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Piedra bola	m ³	738,70	Q. 60,00	Q. 44 322,13
Cemento	Saco	5 739,72	Q. 65,00	Q. 373 081,49
Arena de río	m ³	375,41	Q. 100 00	Q. 37 540,84
Total de materiales				Q. 454 944,46

Costo directo	Q. 1 050 179,62
Factor indirecto (30%)	Q. 315 053,89
Costo total	Q. 1 365 233,51
Precio unitario	Q. 134,18

TRANSPORTE DE CONVOY

5 Maquinarias

OTROS GASTOS				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Flete de maquinaria	km	350,00	Q. 40,00	Q. 14 000,00
Total de gastos				Q. 14 000,00

Costo directo	Q. 14 000,00
Factor indirecto (30%)	Q. 4 200,00
Costo total	Q. 18 200,00

Apéndice 8.2. **Sistema de abastecimiento de agua potable para los barrios Los Guayacanes, Los Rivera y El Quinel**

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Rend. (ml)	Salario mínimo	Costo total
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO					
	Trazo	ml	1 477,09	300,00	Q. 63,00	Q. 310,19
	Ayudante (30%)					Q. 93,06
	Total de mano de obra					Q. 403,25
	Factor de prestaciones (50%)					Q. 201,62
	Costo directo					Q. 604,87
	Factor indirecto (30%)					Q. 181,46
	Costo total					Q. 786,33
	Costo unitario					Q. 0,53
2	EXCAVACIÓN					
	Excavación	m ³	715,00	1,5	Q. 63,00	Q. 30 030,13
	Ayudante (30%)					Q. 9 009,04
	Total de mano de obra					Q. 39 039,17
	Factor de prestaciones (50%)					Q. 19 519,59
	Costo directo					Q. 58 558,76
	Factor indirecto (30%)					Q. 17 567,63
	Costo total					Q. 76 126,39
	Costo unitario					Q. 106,47
3	RELLENO					
	Relleno	m ³	715,00	3,00	Q. 63,00	Q. 15 015,07
	Ayudante (30%)					Q. 4 504,52
	Total de mano de obra					Q. 19 519,59
	Factor de prestaciones (50%)					Q. 9 759,79
	Costo directo					Q. 29 279,38
	Factor indirecto (30%)					Q. 8 783,81
	Costo total					Q. 38 063,20
	Costo unitario					Q. 53,24

Continuación del apéndice 8.2.

4	RED DE DISTRIBUCIÓN				
4.1	Tubería PVC Ø 2 ½" 160 psi	2,5	pulg		
	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo lineal	Costo total
MANO DE OBRA					
	Instalación	ml	450,00	Q. 7,50	Q. 3 375,00
	Fabricación de caja de registro	Unidad	1	Q. 100,00	Q. 100,00
	Fabricación de tapadera	Unidad	1	Q. 16,00	Q. 16,00
	Ayudante (30%)				Q. 1 047,30
	Total de mano de obra				Q. 4 538,30
	Factor de prestaciones (50%)				Q. 2 269,15
	Costo directo				Q. 6 807,45
	Factor indirecto (30%)				Q. 2 042,24
	Costo total				Q. 8 849,69
MATERIALES					
	Tubería PVC Ø 2 ½" 160 psi	ml	450,00	Q. 34,51	Q. 15 529,50
	Selecto	m ³	18,00	Q. 75,00	Q. 1 350,00
ACCESORIOS					
	Válvula de compuerta Ø 2 ½"	Unidad	2	Q. 284,00	Q. 568,00
	Rollo de teflón 3/4 "	Unidad	2	Q. 3,95	Q. 7,90
	Adaptador macho PVC Ø 2 ½"	Unidad	2	Q. 25,00	Q. 50,00
	Codo 45° PVC Ø 2 ½"	Unidad	4	Q. 58,30	Q. 233,20
	Codo 90° PVC Ø 2 ½"	Unidad	5	Q. 60,85	Q. 304,25
	Reductor Bushing PVC 2 ½ " x 2 "	Unidad	1	Q. 27,30	Q. 27,30
	Tee reductora PVC 2 ½ " x 3/4 "	Unidad	1	Q. 14,89	Q. 14,89
	Tee PVC Ø 2 ½ "	Unidad	1	Q. 56,45	Q. 56,45
	Tee reductora PVC Ø 2 ½" x 1/2"	Unidad	8	Q. 15,54	Q. 124,32
	Cemento solvente PVC	¼ Gal	2	Q. 120,00	Q. 240,00
INSUMOS					
	Thinner	Gal	1	Q. 34,00	Q. 34,00
	Lija grado No. 60	Unidad	2	Q. 3,60	Q. 7,20
	CAJA PARA VÁLVULA	Unidad	2		
	Acero G 40 No. 2 de 20	Varilla	0.78	Q. 17,27	Q. 13,47
	Acero G 40 No. 3 de 20	Varilla	1.89	Q. 40,62	Q. 76,77
	Alambre de amarre No. 16	lb	0.5	Q. 3,50	Q. 1,75
	Cemento gris	Saco	1.08	Q. 54,32	Q. 58,67
	Arena de río	m ³	0.06	Q. 157,50	Q. 9,45
	Piedrín 1/2"	m ³	0.09	Q. 157,50	Q. 14,18
	Ladrillo Tayuyo (6.5 x 11 x 23) cm.	Unidad	70	Q. 2,10	Q. 147,00

Continuación del apéndice 8.2.

	Total de materiales	Q. 19 189,58
	Factor desperdicios (5%)	Q. 959,48
	Costo directo	Q. 20 149,05
	Factor indirecto (30%)	Q. 6 044,72
	Costo total de materiales	Q. 26 193,77
	Costo total	Q. 35 043,46
	Costo unitario	Q. 77,87

4	RED DE DISTRIBUCIÓN				
4.2	TUBERÍA PVC Ø 2 " 160 psi	2,00	pulg		
	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo lineal	Costo total
	MANO DE OBRA				
	Instalación	ml	108,00	Q. 6,00	Q. 648,00
	Fabricación caja de registro	Unidad	1	Q. 100,00	Q. 100,00
	Fabricación Tapadera	Unidad	1	Q. 16,00	Q. 16,00
	Ayudante (30%)				Q. 229,20
	Total de mano de obra				Q. 993,20
	Factor de prestaciones (50%)				Q. 496,60
	Costo directo				Q. 1 489,80
	Factor indirecto (30%)				Q. 446,94
	Costo total				Q. 1 936,74
	MATERIALES				
	Tubería PVC Ø 2 " 160 psi	ml	108,00	Q. 23,55	Q. 2 543,04
	Selecto	m ³	4,32	Q. 75,00	Q. 324,00
	ACCESORIOS				
	Válvula de compuerta 2 "	Unidad	2	Q. 261,00	Q. 522,00
	Rollo de teflón 3/4 "	Unidad	2	Q. 3,95	Q. 7,90
	Adaptador macho PVC Ø 2 "	Unidad	2	Q. 9,84	Q. 19,68
	Reductor Bushing PVC 2 " x 1 "	Unidad	2	Q. 7,40	Q. 14,80
	Tee reductora PVC Ø 2 " x 1 ¼ "	Unidad	1	Q. 7,40	Q. 7,40
	Reductor Bushing PVC 2 " x 1 ½ "	Unidad	1	Q. 13,29	Q. 13,29
	Tee PVC Ø 2 "	Unidad	3	Q. 11,40	Q. 34,20
	Tee reductora PVC Ø 2 " x 1/2"	Unidad	1	Q. 14,89	Q. 14,89
	INSUMOS				
	Thinner	Gal	1	Q. 34,00	Q. 34,00
	Lija grado No. 60	Unidad	2	Q. 3,60	Q. 7,20

Continuación del apéndice 8.2.

CAJA PARA VÁLVULA					
Acero G 40 No. 2 de 20	Varilla	0,78	Q. 17,27	Q. 13,47	
Acero G 40 No. 3 de 20	Varilla	1,89	Q. 40,62	Q. 76,77	
Alambre de amarre No. 16	lb	0,50	Q. 3,50	Q. 1,75	
Cemento gris	Saco	1,08	Q. 54,32	Q. 58,67	
Arena de río	m ³	0,06	Q. 157,50	Q. 9,45	
Piedrín 1/2"	m ³	0,09	Q. 157,50	Q. 14,18	
Ladrillo Tayuyo (6,5 x 11 x 23) cm	Unidad	70	Q. 2,10	Q. 147,00	
Total de materiales				Q. 4 184,97	
Factor desperdicios (5%)				Q. 209,25	
Costo directo				Q. 4 394,21	
Factor indirecto (30%)				Q. 1 318,26	
Costo total de materiales				Q. 5 712,48	
Costo total				Q. 7 202,28	
Costo unitario				Q. 66,69	

4	RED DE DISTRIBUCIÓN				
4.3	TUBERÍA PVC Ø 1 ½ " 160 psi	1,5	pulg		
	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo lineal	Costo total
MANO DE OBRA					
	Instalación	ml	348,00	Q. 4,50	Q. 1 566,00
	Fabricación de caja de registro	Unidad	1	Q. 100,00	Q. 100,00
	Fabricación de tapadera	Unidad	1	Q. 16,00	Q. 16,00
	Ayudante (30%)				Q. 504,60
	Total de mano de obra				Q. 2 186,60
	Factor de prestaciones (50%)				Q. 1 093,30
	Costo directo				Q. 3 279,90
	Factor indirecto (30%)				Q. 983,97
	Costo total				Q. 4 263,87
MATERIALES					
	Tubería PVC Ø 1 ½" 160 psi	ml	348,00	Q. 15,11	Q. 5 258,86
	Selecto	m ³	13,92	Q. 75,00	Q. 1 044,00

Continuación del apéndice 8.2.

ACCESORIOS				
Válvula de compuerta 1 ½"	Unidad	2	Q. 150,00	Q. 300,00
Rollo de teflón 3/4 "	Unidad	2	Q. 3,95	Q. 7,90
Adaptador macho PVC Ø 1 ½"	Unidad	2	Q. 4,70	Q. 9,40
Tapón hembra Ø 1 ½"	Unidad	3	Q. 4,40	Q. 13,20
Codo 45° PVC Ø 1 ½"	Unidad	3	Q. 9,20	Q. 27,60
Codo 90° PVC Ø 1 ½"	Unidad	1	Q. 6,45	Q. 6,45
Tee PVC Ø 1 ½"	Unidad	2	Q. 12,20	Q. 24,40
Reductor Bushing PVC 1 ½" x 1"	Unidad	2	Q. 4,40	Q. 8,80
Tee reductora PVC Ø 1 ½ " x 1/2"	Unidad	6	Q. 8,50	Q. 51,00
INSUMOS				
Thinner	Gal	1	Q. 34,00	Q. 34,00
Lija grado No. 60	Unidad	2	Q. 3,60	Q. 7,20
CAJA PARA VÁLVULA	Unidad	2		
Acero G 40 No. 2 de 20	Varilla	0,78	Q. 17,27	Q. 13,47
Acero G 40 No. 3 de 20	Varilla	1,89	Q. 40,62	Q. 76,77
Alambre de amarre No. 16	lb	0,50	Q. 3,50	Q. 1,75
Cemento gris	Saco	1,08	Q. 54,32	Q. 58,67
Arena de río	m ³	0,06	Q. 157,50	Q. 9,45
Piedrín 1/2"	m ³	0,09	Q. 157,50	Q. 14,18
Ladrillo Tayuyo (6,5 x 11 x 23) cm	Unidad	70	Q. 2,10	Q. 147,00
Total de materiales				Q. 7 435,38
Factor desperdicios (5%)				Q. 371,77
Costo directo				Q. 7 807,14
Factor indirecto (30%)				Q. 2 342,14
Costo total de materiales				Q. 10 149,29
Costo total				Q. 14 413,16
Costo unitario				Q. 41,42

Continuación del apéndice 8.2.

4	RED DE DISTRIBUCIÓN				
4.4	TUBERÍA PVC Ø 1 ¼" 160 psi	1,25	pulg		
	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo lineal	Costo total
MANO DE OBRA					
	Instalación	ml	174,00	Q. 3,75	Q. 652,50
	Fabricación de caja de registro	Unidad	1	Q. 100,00	Q. 100,00
	Fabricación de tapadera	Unidad	1	Q. 16,00	Q. 16,00
	Ayudante (30%)				Q. 230,55
	Total de mano de obra				Q. 999,05
	Factor de prestaciones (50%)				Q. 499,53
	Costo directo				Q. 1 498,58
	Factor indirecto (30%)				Q. 449,57
	Costo total				Q. 1 948,15
MATERIALES					
	Tubería PVC Ø 1 ¼ " 160 psi	ml	174,00	Q. 11,57	Q. 2 012,89
	Selecto	m ³	6,96	Q. 75,00	Q. 522,00
ACCESORIOS					
	Válvula de compuerta Ø 1 ¼"	Unidad	1	Q. 142,50	Q. 142,50
	Rollo de teflón 3/4 "	Unidad	2	Q. 3,95	Q. 7,90
	Adaptador macho PVC Ø 1 ¼"	Unidad	2	Q. 3,50	Q. 7,00
	Tapón hembra Ø 1 ¼"	Unidad	1	Q. 3,70	Q. 3,70
	Codo 45° PVC Ø 1 ¼"	Unidad	1	Q. 7,15	Q. 7,15
	Tee reducida PVC Ø 1 ¼ " x 1/2"	Unidad	10	Q. 4,30	Q. 43,00
INSUMOS					
	Thinner	Gal	1	Q. 34,00	Q. 34,00
	Lija grado No. 60	Unidad	2	Q. 3,60	Q. 7,20
	CAJA PARA VÁLVULA	Unidad	1		
	Acero G 40 No. 2 de 20	Varilla	1	Q. 17,27	Q. 13,47
	Acero G 40 No. 3 de 20	Varilla	2	Q. 40,62	Q. 76,77
	Alambre de amarre No. 16	lb	1	Q. 3,50	Q. 1,75
	Cemento gris	Saco	2	Q. 54,32	Q. 58,67
	Arena de río	m ³	1	Q. 157,50	Q. 9,45
	Piedrín 1/2"	m ³	2	Q. 157,50	Q. 14,18
	Ladrillo Tayuyo (6,5 x 11 x 23) cm	Unidad	1	Q. 2,10	Q. 147,00
	Total de materiales				Q. 3 108,62
	Factor desperdicios (5%)				Q. 155,43
	Costo directo				Q. 3 264,05
	Factor indirecto (30%)				Q. 979,22
	Costo total de materiales				Q. 4 243,27
	Costo total				Q. 6 191,42
	Costo unitario				Q. 35,58

Continuación del apéndice 8.2.

4	RED DE DISTRIBUCIÓN			
4.5	TUBERÍA PVC Ø 1 " 160 psi	1 pulg		
	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo lineal
MANO DE OBRA				
	Instalación	ml	444,00	Q. 3,00
	Fabricación de caja de registro	Unidad	1	Q. 100,00
	Fabricación de tapadera	Unidad	1	Q. 16,00
	Ayudante (30%)			Q. 434,40
	Total de mano de obra			Q. 1 882,40
	Factor de prestaciones (50%)			Q. 941,20
	Costo directo			Q. 2 823,60
	Factor indirecto (30%)			Q. 847,08
	Costo total			Q. 3 670,68
MATERIALES				
	Tubería PVC Ø 1 ¼ " 160 psi	ml	444,00	Q. 8,53
	Selecto	m ³	17,76	Q. 75,00
				Q. 1 332,00
ACCESORIOS				
	Válvula de compuerta Ø 1 "	Unidad	1	Q. 95,00
	Rollo de teflón 3/4 "	Unidad	2	Q. 3,95
	Adaptador macho PVC Ø 1 "	Unidad	2	Q. 3,45
	Tee reductora PVC Ø 1 " x 1/2"	Unidad	14	Q. 2,55
				Q. 35,70
INSUMOS				
	Thinner	Gal	1	Q. 34,00
	Lija grado No. 60	Unidad	2	Q. 3,60
	CAJA PARA VÁLVULA	Unidad	1	
	Acero G 40 No. 2 de 20	Varilla	0,78	Q. 17,27
	Acero G 40 No. 3 de 20	Varilla	1,89	Q. 40,62
	Alambre de amarre No. 16	lb	0.5	Q. 3,50
	Cemento gris	Saco	1,08	Q. 54,32
	Arena de río	m ³	0,06	Q. 157,50
	Piedrín 1/2"	m ³	0,09	Q. 157,50
	Ladrillo Tayuyo (6,5 x 11 x 23) cm	Unidad	70	Q. 2,10
				Q. 147,00
	Total de materiales			Q. 5 625,82
	Factor desperdicios (5%)			Q. 281,29
	Costo directo			Q. 5 907,11
	Factor indirecto (30%)			Q. 1 772,13
	Costo total de materiales			Q. 7 679,25
	Costo total			Q. 11 349,93
	Costo unitario			Q. 25,56

Continuación del apéndice 8.2.

4	RED DE DISTRIBUCIÓN			
4.6	TUBERÍA PVC Ø 3/4 " 250 psi	0,75	pulg	
	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo lineal
				Costo total
	MANO DE OBRA			
	Instalación	ml	72,00	Q. 2,25
	Fabricación de caja de registro	Unidad	1	Q. 100,00
	Fabricación de tapadera	Unidad	1	Q. 16,00
	Ayudante (30%)			Q. 83,40
	Total de mano de obra			Q. 361,40
	Factor de prestaciones (50%)			Q. 180,70
	Costo directo			Q. 542,10
	Factor indirecto (30%)			Q. 162,63
	Costo total			Q. 704,73
	MATERIALES			
	Tubería PVC Ø 3/4 " 250 psi	ml	72,00	Q. 6,94
	Selecto	m ³	2,88	Q. 75,00
	ACCESORIOS			
	Válvula de compuerta Ø 3/4 "	Unidad	1	Q. 46,00
	Rollo de teflón 3/4 "	Unidad	2	Q. 3,95
	Adaptador macho PVC Ø 3/4 "	Unidad	2	Q. 1,20
	Tapón hembra Ø 3/4 "	Unidad	2	Q. 2,15
	Tee reductora PVC Ø 3/4 " x 1/2"	Unidad	3	Q. 1,16
	INSUMOS			
	Thinner	Gal	1	Q. 34,00
	Lija grado No. 60	Unidad	2	Q. 3,60
	CAJA PARA VÁLVULA	Unidad	1	
	Acero G 40 No. 2 de 20	Varilla	0,78	Q. 17,27
	Acero G 40 No. 3 de 20	Varilla	1,89	Q. 40,62
	Alambre de amarre No. 16	lb	0,50	Q. 3,50
	Cemento gris	Saco	1,08	Q. 54,32
	Arena de río	m ³	0,06	Q. 157,50
	Piedrín 1/2"	m ³	0,09	Q. 157,50
	Ladrillo Tayuyo (6,5 x 11 x 23) cm	Unidad	70	Q. 2,10
	Total de materiales			Q. 1 142,12
	Factor desperdicios (5%)			Q. 57,11
	Costo directo			Q. 1 199,23
	Factor indirecto (30%)			Q. 359,77
	Costo total de materiales			Q. 1 559,00
	Costo total			Q. 2 263,73
	Costo unitario			Q. 31,44

Continuación del apéndice 8.2.

5	CONEXIÓN DOMICILIAR			
TUBERÍA PVC Ø 1/2 " 250 psi	0,5	pulg		
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo lineal	Costo total
MANO DE OBRA				
Instalación	ml	4,70	Q. 1,50	Q. 7,04
Ayudante (30%)				Q. 2,11
Total de mano de obra				Q. 9,16
Factor de prestaciones (50%)				Q. 4,58
Costo directo				Q. 13,73
Factor indirecto (30%)				Q. 4,12
Costo total				Q. 17,86
MATERIALES				
Tubería PVC Ø 1/2 " 250 psi	ml	4.7	Q. 16,01	Q. 75.17
Selecto	m ³	0.19	Q. 75,00	Q. 14.09
ACCESORIOS				
Niple PVC 3 m Ø 1/2"	Unidad	1	Q. 35,00	Q. 35,00
Adaptador macho PVC Ø 1/2"	Unidad	4	Q. 7,23	Q. 28,92
Llave de paso de bronce Ø 1/2"	Unidad	1	Q. 45,00	Q. 45,00
Codo 90° PVC Ø 1/2" con rosca	Unidad	1	Q. 5,23	Q. 5,23
Niple PVC 0,15 m Ø 1/2"	Unidad	1	Q. 9,00	Q. 9,00
Codo 90° HG Ø 1/2"	Unidad	1	Q. 6,50	Q. 6,50
Adaptador tubo liso a rosca Ø 1/2"	Unidad	1	Q. 2,10	Q. 2,10
Grifo de 1/2"	Unidad	1	Q. 37,00	Q. 37,00
Caja de concreto para contador	Unidad	1	Q. 50,00	Q. 50,00
Caja de concreto pequeña	Unidad	1	Q. 25,00	Q. 25,00
Llave de compuerta de bronce Ø 1/2"	Unidad	1	Q. 50,00	Q. 50,00
Contador 1/2"	Unidad	1	Q. 200,00	Q. 200,00
Niple conector de contador Ø 1/2"	Unidad	1	Q. 3,50	Q. 3,50
Adaptador hembra PVC 1/2"	Unidad	2	Q. 2,10	Q. 4,20
Rollo de teflón	Unidad	4	Q. 3,95	Q. 15,80
INSUMOS				
Thinner	Gal	1	Q. 34,00	Q. 34,00
Lija grado No. 60	Unidad	2	Q. 3,60	Q. 7,20
Total de materiales				Q. 647,71
Factor desperdicios (5%)				Q. 32,39
Costo directo				Q. 680,09
Factor indirecto (30%)				Q. 204,03
Costo total de materiales				Q. 884,12
Costo total				Q. 901,97

ESTACIÓN	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	Metros Cuadrados		Metros Cúbicos		Metros Cúbicos	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
0+000	0.41	0.00				
0+020	0.13	0.77	5.41	7.69	5.41	7.69
0+040	1.04	0.00	11.74	7.69	17.14	15.37
0+060	0.74	0.03	17.78	0.33	34.93	15.70
0+080	0.64	0.08	13.73	0.95	48.66	16.65
0+090	1.01	0.23	8.22	1.48	56.88	18.14
0+100	0.23	0.30	6.21	2.67	63.09	20.81
0+104	1.10	0.01	2.66	0.62	65.75	21.44
0+120	5.44	0.00	52.26	0.10	118.00	21.54
0+140	8.75	0.00	141.82	0.00	259.83	21.54
0+160	0.59	0.82	93.37	8.21	353.20	29.75
0+180	3.51	0.31	41.06	11.36	394.26	41.11
0+200	5.34	0.03	88.54	3.47	482.80	44.58
0+220	0.00	6.51	53.40	65.42	536.20	110.00
0+240	5.81	1.36	58.10	78.73	594.31	188.72
0+260	3.72	0.13	95.27	14.90	689.57	203.63
0+280	1.97	0.00	56.85	1.27	746.42	204.90
0+300	4.45	0.00	64.15	0.00	810.57	204.90
0+320	10.15	0.00	145.94	0.00	956.51	204.90
0+340	9.99	0.00	201.39	0.00	1157.91	204.90
0+360	7.16	0.00	171.55	0.00	1329.46	204.90
0+380	4.29	0.00	114.49	0.00	1443.95	204.90
0+400	0.22	1.89	45.08	18.90	1489.03	223.80
0+420	0.00	10.36	2.21	122.54	1491.24	346.34
0+440	0.00	27.18	0.00	375.45	1491.24	721.79
0+460	0.00	42.17	0.00	693.53	1491.24	1415.32
0+480	5.37	4.36	53.75	465.29	1544.99	1880.61
0+500	11.23	0.00	166.03	43.58	1711.02	1924.19
0+520	9.88	0.00	211.06	0.00	1922.08	1924.19
0+540	6.68	0.05	165.58	0.46	2087.65	1924.65
0+560	12.25	0.00	189.26	0.46	2276.91	1925.11
0+580	8.78	0.00	210.26	0.00	2487.17	1925.11
0+600	8.49	0.00	172.74	0.00	2659.91	1925.11
0+620	0.00	0.78	84.94	7.76	2744.85	1932.87
0+640	2.68	0.01	26.75	7.81	2771.60	1940.68
0+660	5.04	0.00	77.16	0.05	2848.76	1940.73
0+680	8.84	0.00	138.81	0.00	2987.57	1940.73
0+700	0.11	3.04	89.53	30.37	3077.10	1971.10
0+720	2.09	1.63	22.00	46.70	3099.09	2017.80
0+740	6.39	0.30	84.75	19.32	3183.84	2037.12
0+760	3.64	0.17	100.24	4.69	3284.08	2041.81
0+780	2.72	0.05	63.61	2.24	3347.68	2044.05
0+800	4.34	0.00	70.59	0.53	3418.27	2044.58
0+820	6.47	0.00	108.01	0.00	3526.29	2044.58
0+840	8.99	0.00	154.58	0.00	3680.86	2044.58
0+860	7.32	0.00	163.16	0.00	3844.02	2044.58
0+880	7.96	0.00	152.85	0.00	3996.87	2044.58
0+900	8.40	0.00	163.60	0.00	4160.47	2044.58
0+920	8.00	0.00	163.95	0.00	4324.42	2044.58
			154.66	0.00	4479.07	2044.58

ESTACIÓN	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	Metros Cuadrados		Metros Cúbicos		Metros Cúbicos	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
0+940	7.47	0.00				
0+960	5.68	0.00	131.53	0.00	4610.60	2044.58
0+980	5.47	0.00	111.52	0.00	4722.13	2044.58
1+000	4.59	0.00	100.57	0.00	4822.69	2044.58
1+020	3.83	0.00	84.17	0.00	4906.87	2044.58
1+040	3.32	0.00	71.48	0.00	4978.35	2044.58
1+060	2.58	0.00	58.98	0.00	5037.33	2044.58
1+080	1.44	0.00	40.23	0.00	5077.56	2044.58
1+100	1.71	0.00	31.50	0.00	5109.06	2044.58
1+120	2.82	0.00	45.24	0.00	5154.29	2044.58
1+140	3.31	0.00	61.27	0.00	5215.56	2044.58
1+160	1.70	0.00	50.07	0.00	5265.64	2044.58
1+180	0.59	0.00	22.84	0.00	5288.47	2044.58
1+200	1.58	0.00	21.71	0.00	5310.19	2044.58
1+220	1.61	0.00	31.92	0.00	5342.11	2044.58
1+240	0.38	0.00	19.83	0.00	5361.94	2044.58
1+260	0.00	0.92	3.76	9.17	5365.69	2053.74
1+280	0.09	0.02	0.85	9.37	5366.55	2063.11
1+300	0.42	0.00	5.02	0.20	5371.57	2063.31
1+320	0.27	0.00	6.87	0.00	5378.44	2063.31
1+340	0.36	0.00	8.34	0.00	5384.77	2063.31
1+360	0.33	0.00	6.98	0.00	5391.76	2063.31
1+380	0.16	0.00	4.91	0.03	5396.66	2063.34
1+400	0.30	0.00	4.53	0.03	5401.19	2063.38
1+420	0.65	0.00	9.48	0.00	5410.67	2063.38
1+440	1.62	0.00	22.70	0.00	5433.37	2063.38
1+460	1.57	0.00	31.89	0.00	5465.26	2063.38
1+480	1.20	0.00	27.74	0.00	5493.00	2063.38
1+500	1.03	0.00	22.33	0.00	5515.34	2063.38
1+520	0.42	0.00	14.48	0.00	5529.81	2063.38
1+540	0.31	0.00	7.26	0.00	5537.07	2063.38
1+560	0.57	0.00	8.78	0.00	5545.85	2063.38
1+580	0.59	0.00	11.61	0.00	5557.47	2063.38
1+600	0.42	0.00	10.06	0.00	5567.53	2063.38
1+620	0.31	0.00	7.24	0.00	5574.77	2063.38
1+640	0.21	0.00	5.17	0.04	5579.94	2063.42
			0.00	0.00	5579.94	2063.42

CUADRO RESUMEN DE VOLUMENES

NOTA:
TRAMO DE LA ALDEA EL ZAPOTE
HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EPS INGENIERÍA CIVIL

<small>DISEÑO:</small> DANIEL BARRERA	<small>PROYECTO:</small> DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO	<small>HOJA No.:</small> 2
<small>DIBUJO:</small> DANIEL BARRERA	<small>CONTENIDO:</small> CUADRO RESUMEN DE VOLUMENES DE TIERRA DEL TRAMO DE LA ALDEA EL ZAPOTE HACIA LAS OVEJAS	<small>FECHA:</small> 07-2010
<small>REVISADO:</small> INDEFINIDA	<small>APRUBA:</small>	<small>UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA</small>

ESTACIÓN	ÁREAS Metros Cuadrados		VOLUMENES Metros Cúbicos		VOLUMENES ACUMULADOS Metros Cúbicos	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
0+000	0.00	0.00				
0+010	0.00	2.31	0.00	11.54	0.00	11.54
0+020	0.00	3.68	0.00	29.91	0.00	41.45
0+030	0.00	3.26	0.00	34.66	0.00	76.11
0+040	0.00	2.84	0.00	30.49	0.00	106.60
0+060	0.00	4.22	0.00	70.56	0.00	177.16
0+080	0.00	5.51	0.00	97.22	0.00	274.38
0+100	0.00	3.75	0.00	92.57	0.00	366.95
0+120	0.26	0.39	2.65	41.45	2.65	408.39
0+140	3.32	0.00	35.84	3.94	38.48	412.34
0+160	6.92	0.00	102.42	0.00	140.91	412.34
0+180	10.46	0.00	173.85	0.00	314.76	412.34
0+200	10.80	0.00	212.64	0.00	527.40	412.34
0+220	4.97	0.00	157.70	0.00	685.09	412.34
0+240	1.95	0.00	69.21	0.00	754.30	412.34
0+260	1.87	0.00	38.20	0.00	792.50	412.34
0+280	2.48	0.00	43.49	0.00	836.00	412.34
0+300	5.17	0.00	76.47	0.00	912.47	412.34
0+320	8.00	0.00	131.63	0.00	1044.10	412.34
0+340	11.13	0.00	191.25	0.00	1235.35	412.34
0+360	6.94	0.00	180.68	0.00	1416.03	412.34
0+380	5.26	0.00	121.97	0.00	1538.01	412.34
0+400	5.62	0.00	108.80	0.00	1646.81	412.34
0+420	6.00	0.00	116.26	0.00	1763.07	412.34
0+440	6.70	0.00	127.03	0.00	1890.10	412.34
0+460	6.43	0.00	131.33	0.00	2021.43	412.34
0+480	5.90	0.00	123.33	0.00	2144.76	412.34
0+500	5.40	0.00	113.02	0.00	2257.78	412.34
0+520	4.94	0.00	103.41	0.00	2361.19	412.34
0+540	5.27	0.00	102.05	0.00	2463.24	412.34
0+560	5.42	0.00	106.83	0.00	2570.07	412.34
0+580	4.12	0.00	95.39	0.00	2665.46	412.34
0+600	2.86	0.00	69.81	0.00	2735.27	412.34
0+620	3.41	0.00	62.70	0.00	2797.96	412.34
0+640	5.23	0.00	86.43	0.00	2884.40	412.34
0+660	0.00	0.29	52.33	2.92	2936.72	415.26
0+680	0.00	1.07	0.00	13.58	2936.72	428.83
0+700	0.79	0.00	7.88	10.65	2944.60	439.49
0+720	2.48	0.00	32.69	0.00	2977.29	439.49
0+740	3.13	0.00	56.12	0.00	3033.41	439.49
0+760	3.74	0.00	68.74	0.00	3102.15	439.49
0+780	4.07	0.00	78.11	0.00	3180.26	439.49
0+800	5.24	0.00	93.07	0.00	3273.33	439.49
0+820	6.05	0.00	112.93	0.00	3386.26	439.49
0+840	6.31	0.00	123.68	0.00	3509.94	439.49
0+860	5.58	0.00	118.92	0.00	3628.86	439.49
0+880	3.53	0.00	91.05	0.00	3719.92	439.49
0+900	1.58	0.00	51.10	0.00	3771.01	439.49
0+920	0.98	0.00	25.61	0.00	3796.62	439.49
0+940	0.57	0.05	15.46	0.52	3812.08	440.01
0+960	0.15	0.40	7.22	4.53	3819.30	444.54
0+980	0.92	0.01	10.77	4.15	3830.06	448.68
1+000	3.98	0.00	49.04	0.14	3879.10	448.82
1+020	3.23	0.00	72.09	0.00	3951.18	448.82
1+040	0.03	1.78	32.58	17.77	3983.77	466.59
1+060	0.02	1.38	0.47	31.55	3984.24	498.14
1+080	0.00	1.63	0.16	30.09	3984.39	528.23
1+100	0.00	2.00	0.00	36.32	3984.39	564.56
1+120	0.00	2.38	0.00	43.78	3984.39	608.33
1+140	0.00	2.72	0.00	50.96	3984.39	659.29
1+160	0.00	3.06	0.00	57.84	3984.39	717.13
			0.00	64.80	3984.39	781.94

ESTACIÓN	ÁREAS Metros Cuadrados		VOLUMENES Metros Cúbicos		VOLUMENES ACUMULADOS Metros Cúbicos	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
1+180	0.00	3.42	0.00	71.87	3984.39	853.81
1+200	0.00	3.77	0.00	71.04	3984.39	924.84
1+220	0.00	3.33	0.00	37.18	3984.39	962.02
1+240	0.00	0.39	22.24	3.85	4006.63	965.87
1+260	2.22	0.00	70.23	0.00	4076.86	965.87
1+280	4.80	0.00	121.80	0.00	4198.66	965.87
1+300	7.38	0.00	166.98	0.00	4365.64	965.87
1+320	9.32	0.00	173.75	0.00	4539.39	965.87
1+340	8.06	0.00	143.27	0.00	4682.66	965.87
1+360	6.27	0.00	107.86	0.00	4790.53	965.87
1+380	4.52	0.00	130.91	0.00	4921.43	965.87
1+400	8.57	0.00	227.06	0.00	5148.49	965.87
1+420	14.13	0.00	304.81	0.00	5453.30	965.87
1+440	16.35	0.00	323.69	0.00	5776.99	965.87
1+460	16.02	0.00	289.95	0.00	6066.94	965.87
1+480	12.97	0.00	190.28	0.00	6257.23	965.87
1+500	6.05	0.00	60.54	19.05	6317.77	984.93
1+520	0.00	1.91	63.61	19.05	6381.37	1003.98
1+540	6.36	0.00	273.75	0.00	6655.12	1003.98
1+560	21.01	0.00	345.79	0.00	7000.92	1003.98
1+580	13.57	0.00	157.29	0.00	7158.20	1003.98
1+600	2.16	0.00	21.63	18.50	7179.84	1022.48
1+620	0.00	1.85	0.00	85.90	7179.84	1108.38
1+640	0.00	6.74	0.00	152.28	7179.84	1260.66
1+660	0.00	8.49	34.42	84.87	7214.25	1345.53
1+680	3.44	0.00	44.76	1.98	7259.01	1347.51
1+700	1.03	0.20	10.43	20.72	7269.45	1368.23
1+720	0.01	1.87	0.09	60.11	7269.54	1428.35
1+740	0.00	4.14	0.00	84.53	7269.54	1512.88
1+760	0.00	4.32	0.00	64.17	7269.54	1577.05
1+780	0.00	2.10	0.00	34.38	7269.54	1611.43
1+800	0.00	1.34	0.00	26.29	7269.54	1637.73
1+820	0.00	1.29	0.00	24.71	7269.54	1662.44
1+840	0.00	1.18	0.00	22.66	7269.54	1685.10
1+860	0.00	1.09	1.62	15.86	7271.16	1700.97
1+880	0.16	0.50	15.90	5.03	7287.06	1706.00
1+900	1.43	0.00	14.74	9.49	7301.80	1715.49
1+920	0.05	0.95	0.47	37.50	7302.27	1752.99
1+940	0.00	2.80	0.00	62.42	7302.27	1815.41
1+960	0.00	3.44	0.00	73.56	7302.27	1888.97
1+980	0.00	3.92	0.00	90.85	7302.27	1979.81
2+000	0.00	5.17	0.00	103.81	7302.27	2083.63
2+020	0.00	5.21	0.00	104.25	7302.27	2187.88
2+040	0.00	5.21	0.00	95.29	7302.27	2283.17
2+060	0.00	4.32	0.00	46.06	7302.27	2329.23
2+080	0.00	0.29	51.10	2.87	7353.37	2332.10
2+100	5.11	0.00	141.46	0.00	7494.83	2332.10
2+120	9.04	0.00	222.11	0.00	7716.95	2332.10
2+140	13.17	0.00	298.98	0.00	8015.93	2332.10
2+160	16.72	0.00	342.44	0.00	8358.37	2332.10
2+180	17.52	0.00	347.07	0.00	8705.44	2332.10
2+200	17.19	0.00	221.38	0.00	8926.82	2332.10
2+220	4.95	0.00	80.67	0.00	9007.49	2332.10
2+240	3.11	0.00	89.68	0.00	9097.17	2332.10
2+260	5.85	0.00	133.96	0.00	9231.12	2332.10
2+280	7.54	0.00	119.44	0.00	9350.57	2332.10
2+300	4.40	0.00	52.81	0.00	9403.37	2332.10
2+320	0.88	0.00	9.29	5.53	9412.66	2337.63
2+340	0.05	0.55	0.50	20.42	9413.16	2358.06
2+360	0.00	1.49	0.00	48.21	9413.16	2406.26
2+380	0.00	3.33	0.00	72.61	9413.16	2478.88

ESTACIÓN	ÁREAS Metros Cuadrados		VOLUMENES Metros Cúbicos		VOLUMENES ACUMULADOS Metros Cúbicos	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
2+400	0.00	3.93	0.00	74.54	9413.16	2553.42
2+420	0.00	3.52	45.50	35.24	9458.66	2588.66
2+440	4.55	0.00	60.65	0.00	9519.30	2588.66
2+460	1.51	0.00	15.15	40.43	9534.45	2629.09
2+480	0.00	4.04	0.00	68.14	9534.45	2697.23
2+500	0.00	2.77	0.15	45.53	9534.60	2742.75
2+520	0.01	1.78	1.42	27.12	9536.02	2769.87
2+540	0.13	0.93	40.12	9.30	9576.14	2779.17
2+560	3.88	0.00	65.43	0.00	9641.57	2779.17
2+580	2.66	0.00	44.70	0.00	9686.28	2779.17
2+600	1.81	0.00	39.95	0.00	9726.23	2779.17
2+620	2.18	0.00	42.73	0.00	9768.96	2779.17
2+640	2.09	0.00	39.62	0.02	9808.58	2779.19
2+660	1.87	0.00	34.76	0.38	9843.34	2779.57
2+680	1.60	0.04	31.77	0.42	9875.12	2779.98
2+700	1.57	0.01	35.36	0.06	9910.48	2780.04
2+720	1.96	0.00	34.19	0.00	9944.67	2780.04
2+740	1.46	0.00	30.70	0.02	9975.37	2780.07
2+760	1.61	0.00	39.56	0.02	10014.93	2780.09
2+780	2.34	0.00	47.03	0.00	10061.96	2780.09
2+800	2.36	0.00	65.90	0.00	10127.86	2780.09
2+820	4.23	0.00	95.41	0.00	10223.27	2780.09
2+840	5.31	0.00	98.01	0.00	10321.27	2780.09
2+860	4.49	0.00	84.06	0.00	10405.34	2780.09
2+880	3.92	0.00	72.16	0.00	10477.49	2780.09
2+900	3.30	0.00	60.92	0.00	10538.41	2780.09
2+920	2.79	0.00	64.58	0.00	10602.99	2780.09
2+940	3.67	0.00	83.04	0.00	10686.03	2780.09
2+960	4.64	0.00	98.87	0.00	10784.91	2780.09
2+980	5.25	0.00	92.54	0.00	10877.45	2780.09
3+000	4.01	0.00	68.04	0.00	10945.48	2780.09
3+020	2.80	0.00	51.20	0.00	10996.68	2780.09
3+040	2.32	0.00	41.72			

CA - 9

RÍO MOTAGUA

ALDEA EL ZAPOTE
A 3 km DEL MUNICIPIO

CARRETERA PRINCIPAL

CARRETERA A CONSTRUIR
DEL ZAPOTE A LAS OVEJAS
1 659,16 m

ALDEA EL PASO
DE LOS JALAPAS
A 8 km DEL MUNICIPIO

COLONIA EL
MITCH

LIMONERA

RÍO LAS
OVEJAS

CARRETERA A CONSTRUIR
DEL PASO A LAS OVEJAS
3 374,14 m

MELONERA

ALDEA LAS OVEJAS
A 5,2 km DEL MUNICIPIO

PLANTA UBICACIÓN

ESC: 1/90000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

HOJA No.

PROYECTO:
DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS
MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

1

CONTENIDO:
PLANTA DE UBICACIÓN

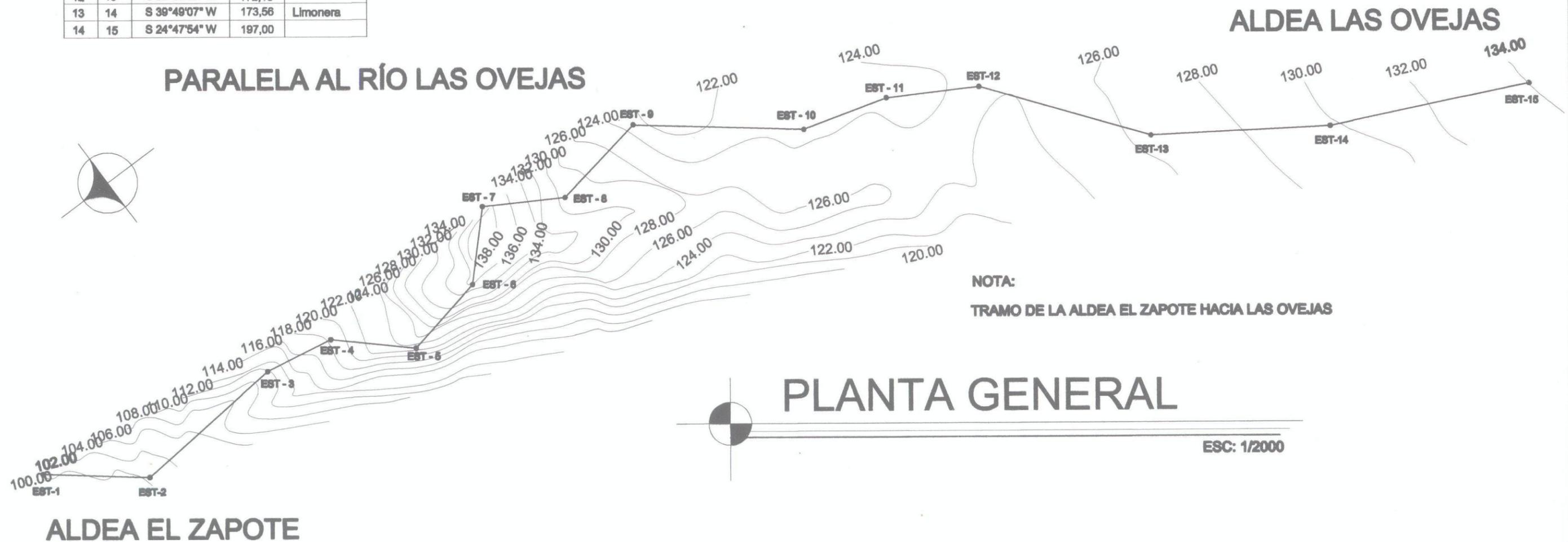
15

NOMBRE:
DANIEL BARRERA
DISEÑO:
DANIEL BARRERA
CALCULO:
DANIEL BARRERA
REVISADO:
MEDICADA
APROBADO:

ASESORIA SUBSECTORIAL DE INGENIERIA
Unidad de San Carlos de Guatemala

LIBRETA TOPOGRÁFICA				
EST	Po	RUMBO	DH	OBS.
	1			INICIO
1	2	S 38°28'08" W	100,91	
2	3	S 06°03'44" E	158,35	
3	4	S 10°53'38" W	64,38	
4	5	S 42°30'20" W	80,41	
5	6	S 12°25'48" E	78,69	
6	7	S 47°58'03" E	71,97	Barrio El Mitch
7	8	S 20°51'04" W	77,04	
8	9	S 9°47'18" E	93,10	Transversal
9	10	S 38°24'01" W	164,61	
10	11	S 15°54'51" W	82,08	
11	12	S 29°58'20" W	87,28	Melonera
12	13	S 52°30'55" W	172,18	
13	14	S 39°49'07" W	173,56	Limonera
14	15	S 24°47'54" W	197,00	

SIMBOLOGÍA	
PC	Principio de curva.
PT	Principio de tangente.
-	Estación a cada 20 m.
+	Estación a cada 100 m.
E - #	Numero de estación.
EST	Estación.
Po	Punto observado.
DH	Distancia.



NOTA:
TRAMO DE LA ALDEA EL ZAPOTE HACIA LAS OVEJAS

PLANTA GENERAL

ESC: 1/2000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS
MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

CONTRIBUCIÓN:
PLANTA GENERAL

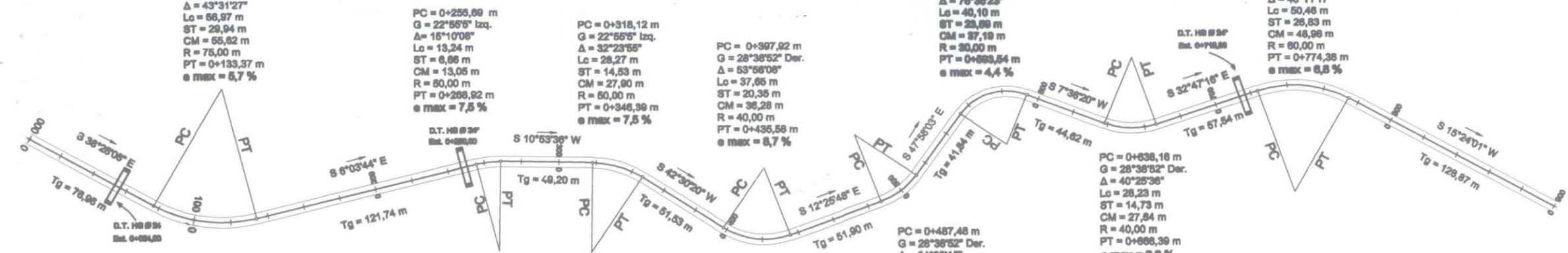
HOJA No.

2

15

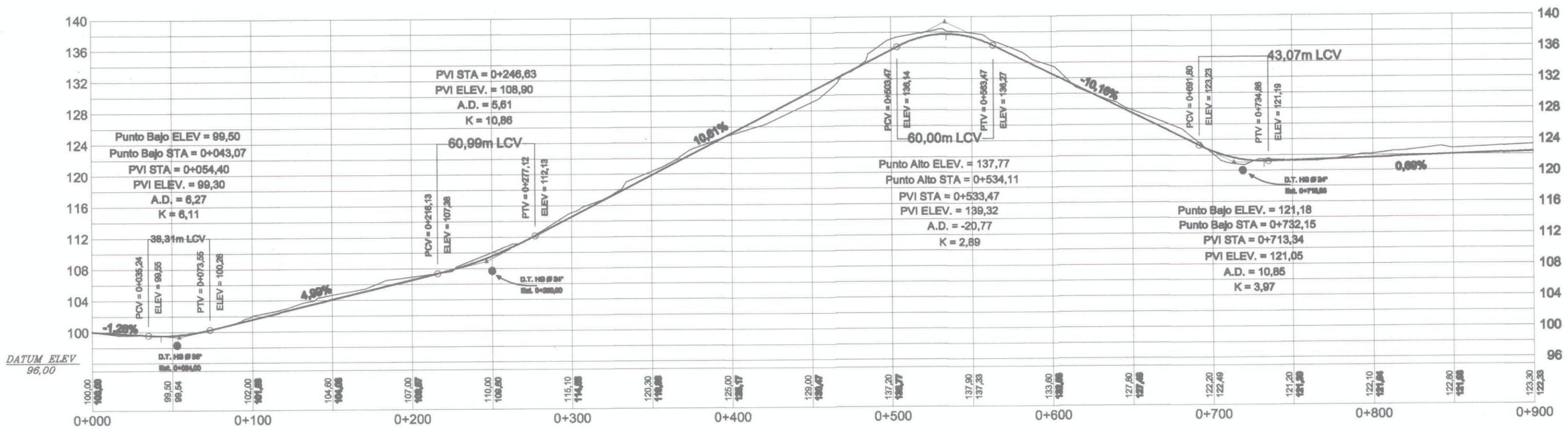
07-2010

DISEÑO:
DANIEL BARRERA
DIBUJO:
DANIEL BARRERA
CALCULO:
DANIEL BARRERA
REVISADO:
INGENIERA
APROBADO:



PLANTA TRAMO 0+000 A 0+900

ESC: 1/1250



SIMBOLOGÍA

PC	Principio de curva.	PCV	Principio de curva vertical.
G	Grado de curvatura.	ELEV.	Elevación.
Δ	Angulo de deflexión.	PVI STA	Estación del punto de intersección vertical.
Lc	Longitud de curva.	PVI ELEV.	Elevación del punto intersección vertical.
ST	Sub-tangente.	A.D.	Diferencia algebraica.
CM	Cuerda maxima.	K	Coefficiente de curva.
R	Radio de curva.	CT	Cota de terreno.
PT	Principio de tangente.	CRV	Cota de rasante vertical.
Tg	Distancia lineal de tangente.	PTV	Principio de tangente vertical.
-	Estación a cada 20 m.	LCV	Longitud de curva vertical.
+	Estación a cada 100 m.	△	Punto de intersección de tangentes.
—	Transversal.	●	Transversal.
e max	Peralte máximo en curva.		

PERFIL, TRAMO 0+000 A 0+900

ESCALA VERTICAL: 1/200
ESCALA HORIZONTAL: 1/1250

NOTA:
TRAMO DE LA ALDEA EL ZAPOTE
HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS



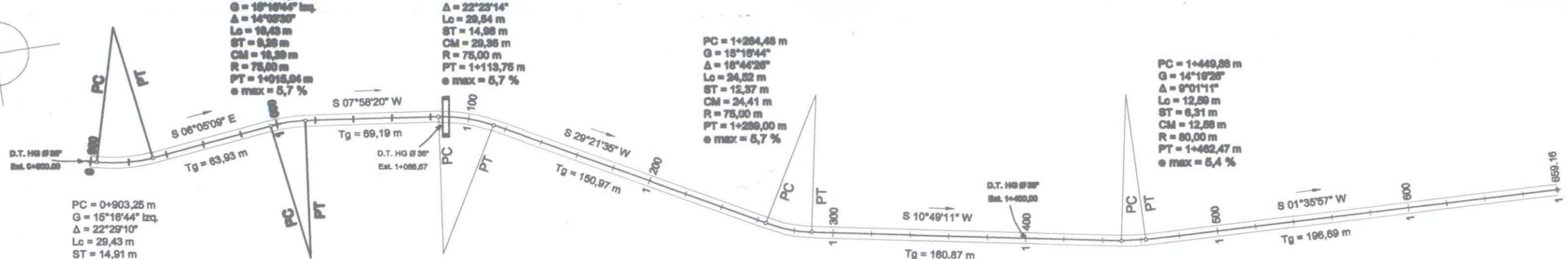
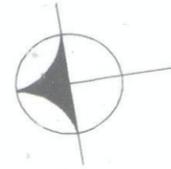
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EPS INGENIERÍA CIVIL

HOJA No. 3/15

PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

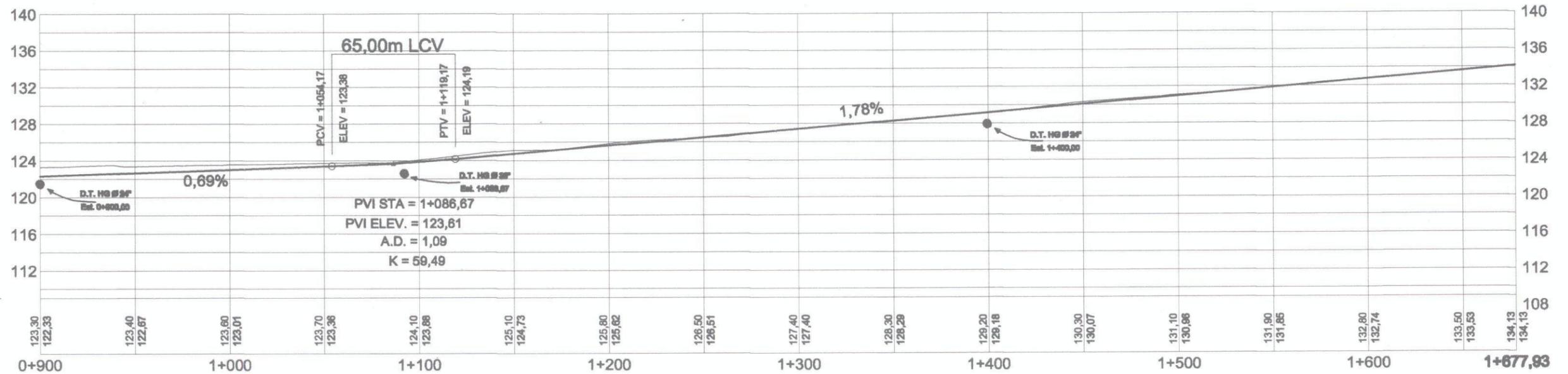
CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE TRAMO CARRETERO DE LA EST. 0+000 HASTA LA EST. 0+900

APRUBA: DANIEL BARRERA INGENIERO SUPERVISOR



PLANTA TRAMO 0+900 A 1+659.16

ESC: 1/1500



PERFIL, TRAMO 0+900 A 1+659,16

ESCALA VERTICAL: 1/200
ESCALA HORIZONTAL: 1/1800

SIMBOLOGÍA

PC	Principio de curva.	PCV	Principio de curva vertical.
G	Grado de curvatura.	ELEV.	Elevación.
Δ	Angulo de deflexión.	PVI STA	Estación del punto de intersección vertical.
Lc	Longitud de curva.	PVI ELEV.	Elevación del punto intersección vertical.
ST	Sub-tangente.	A.D.	Diferencia algebraica.
CM	Cuerda maxima.	K	Coefficiente de curva.
R	Radio de curva.	CT	Cota de terreno.
PT	Principio de tangente.	CRV	Cota de rasante vertical.
Tg	Distancia lineal de tangente.	PTV	Principio de tangente vertical.
-	Estación a cada 20 m.	LCV	Longitud de curva vertical.
+	Estación a cada 100 m.	△	Punto de intersección de tangentes.
□	Transversal.	●	Transversal.
e max	Peralte máximo en curva.		

NOTA:

**TRAMO DE LA ALDEA EL ZAPOTE
HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**

FACULTAD DE INGENIERIA
EPS INGENIERIA CIVIL

DIENSO:
DANIEL BARRERA
DISEÑO:
DANIEL BARRERA
CALCULO:
DANIEL BARRERA
ESCALA:
INDICADA

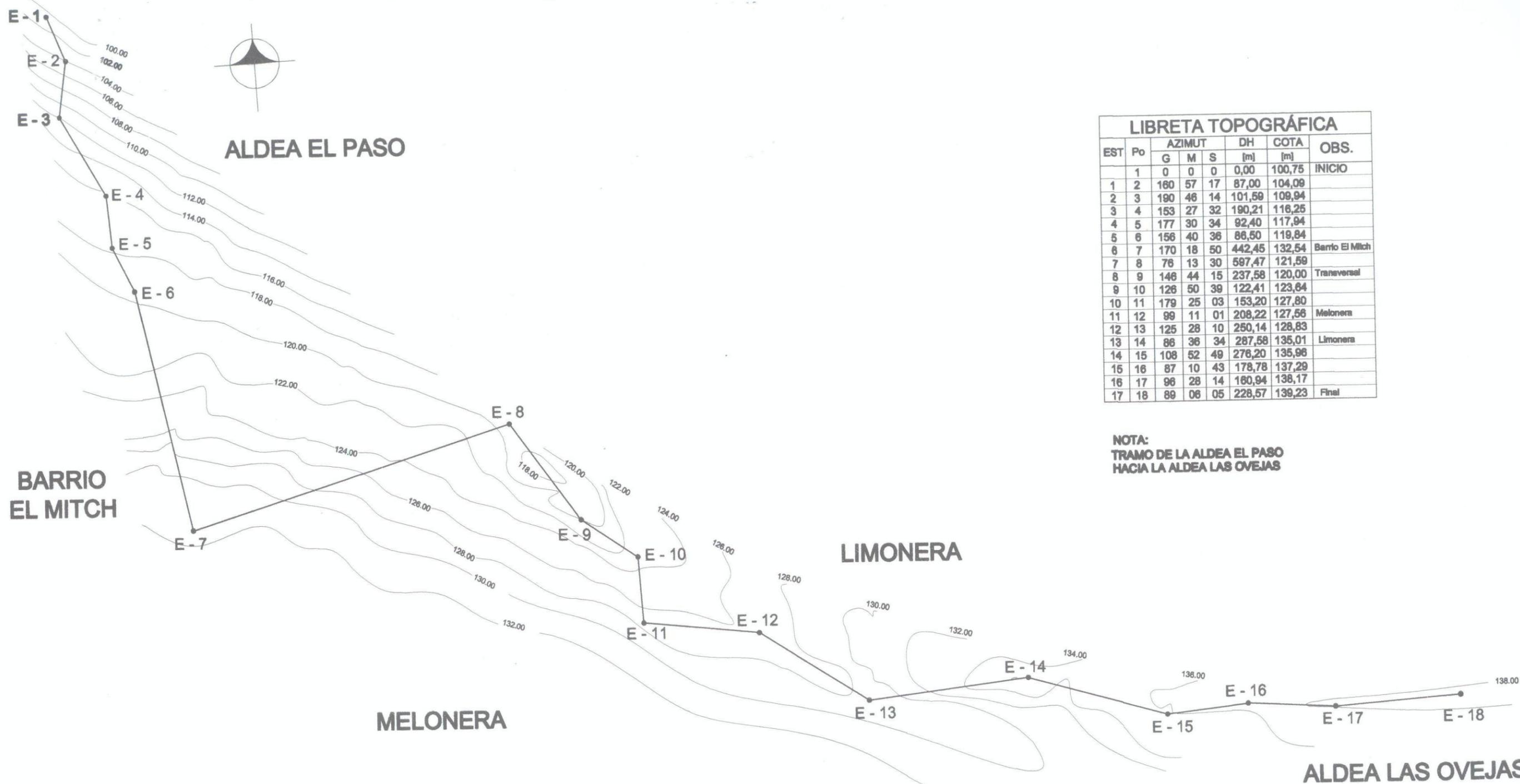
PROYECTO:
DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS
MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

HOJA No.
15
FECHA:
07/2010

CONTENIDO:
**PLANTA PERFIL DE TRAMO CARRETERO
DE LA EST. 0+900 HASTA LA EST. 1+659.16**

APRUBA:
DANIEL BARRERA
EPSISTA

ASESORIA DE INGENIERIA CIVIL
Unidad de Prácticas de Ingeniería Civil
ING. JUAN MERCE
ASESOR SUPERVISOR



LIBRETA TOPOGRÁFICA							
EST	Po	AZIMUT			DH	COTA	OBS.
		G	M	S	[m]	[m]	
	1	0	0	0	0,00	100,75	INICIO
1	2	160	57	17	87,00	104,09	
2	3	190	46	14	101,59	109,94	
3	4	153	27	32	190,21	116,25	
4	5	177	30	34	92,40	117,94	
5	6	156	40	36	86,50	119,84	
6	7	170	18	50	442,45	132,54	Barrio El Mitch
7	8	76	13	30	597,47	121,59	Transversal
8	9	146	44	15	237,58	120,00	
9	10	126	50	39	122,41	123,64	
10	11	179	25	03	153,20	127,80	
11	12	99	11	01	208,22	127,56	Melonera
12	13	125	28	10	250,14	128,83	
13	14	86	36	34	287,58	135,01	Limonera
14	15	108	52	49	276,20	135,98	
15	16	87	10	43	178,78	137,29	
16	17	96	28	14	180,94	138,17	
17	18	89	06	05	228,57	139,23	Final

NOTA:
TRAMO DE LA ALDEA EL PASO
HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS

PLANTA GENERAL

ESC: 1/3700

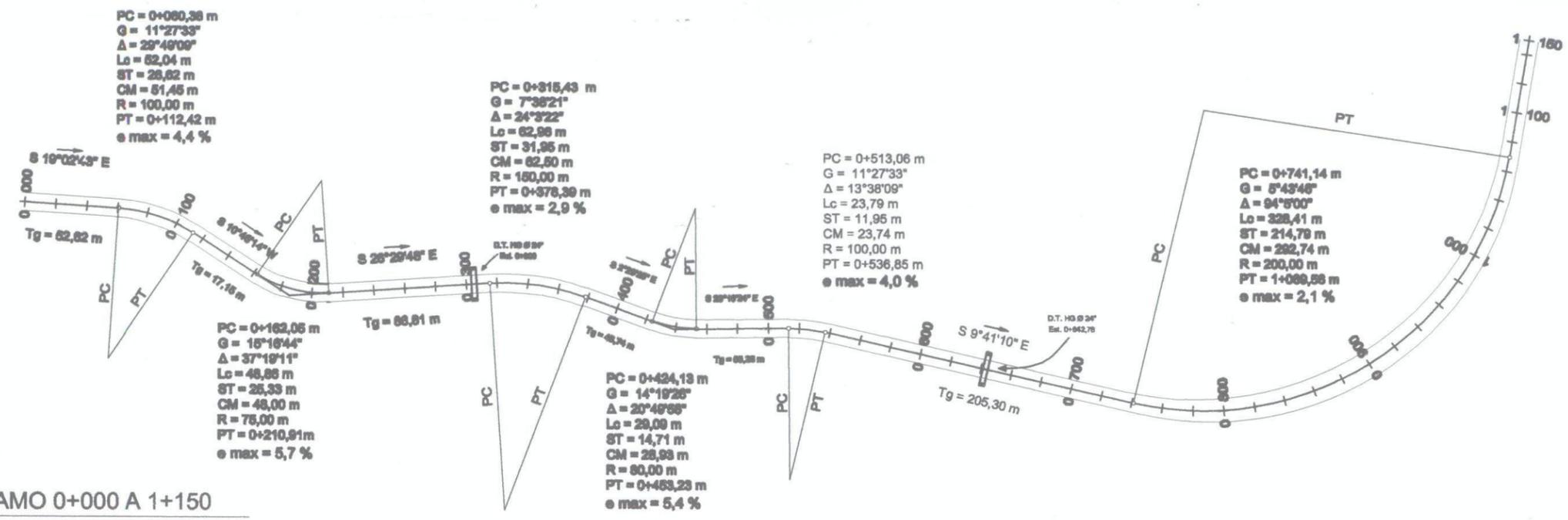
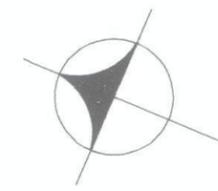


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
EPS INGENIERÍA CIVIL

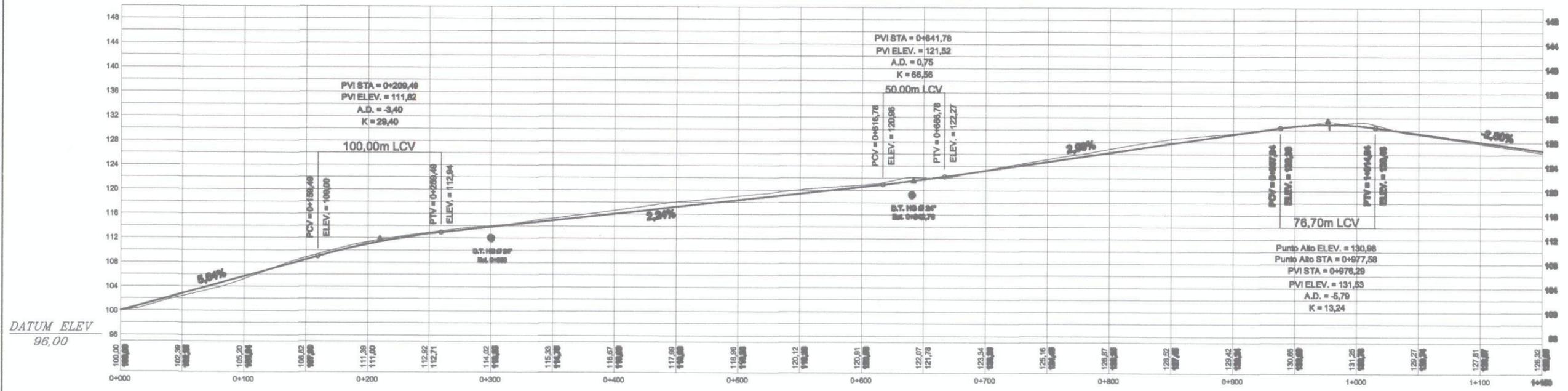
NOMBRE: DANIEL BARRERA	PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO
DISEÑO: DANIEL BARRERA	<div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">5</div> <div style="font-size: 1.5em; font-weight: bold;">15</div>
CÁLCULO: DANIEL BARRERA	
TIPO: INDICADA	PLANTA GENERAL <small>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EPS INGENIERÍA CIVIL UNIDAD DE PRÁCTICA DE INGENIERÍA</small>
APROBADO: (F) DANIEL BARRERA	INGENIERO SUPERVISOR ING. JUAN MERCK

HOJA No. 5 15
07-2010



PLANTA TRAMO 0+000 A 1+150

ESC: 1/1750



PERFIL, TRAMO 0+000 A 1+150

ESCALA VERTICAL: 1/200
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1750

NOTA:
 TRAMO DE LA ALDEA EL PASO
 HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS

SIMBOLOGÍA			
PC	Principio de curva.	PCV	Principio de curva vertical.
G	Grado de curvatura.	ELEV.	Elevación.
Δ	Angulo de deflexión.	PVI STA	Estación del punto de intersección vertical.
Lc	Longitud de curva.	PVI ELEV.	Elevación del punto intersección vertical.
ST	Sub-tangente.	A.D.	Diferencia algebraica.
CM	Cuerda máxima.	K	Coefficiente de curva.
R	Radio de curva.	CT	Cota de terreno.
PT	Principio de tangente.	CRV	Cota de rasante vertical.
Tg	Distancia lineal de tangente.	PTV	Principio de tangente vertical.
+	Estación a cada 20 m.	LCV	Longitud de curva vertical.
+	Estación a cada 100 m.	▲	Punto de intersección de tangentes.
—	Transversal.	●	Transversal.
e max	Peralte máximo en curva.		



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO:
 DANIEL BARRERA

REVISÓ:
 DANIEL BARRERA

APROBÓ:
 INDIQUILDA

PROYECTO:
 DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS
 MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

CONTENIDO:
 PLANTA PERFIL DE TRAMO CARRETERO
 DE LA EST. 0+000 HASTA LA EST. 1+150

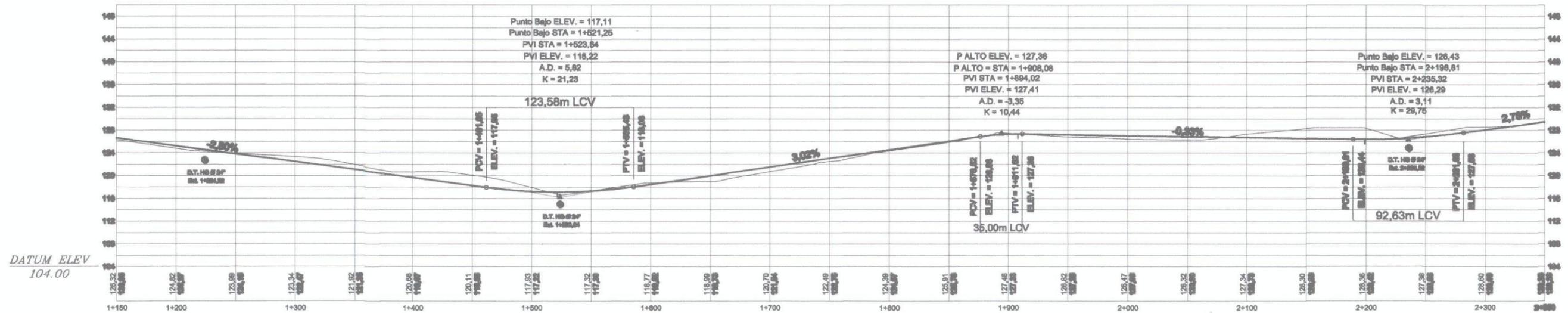
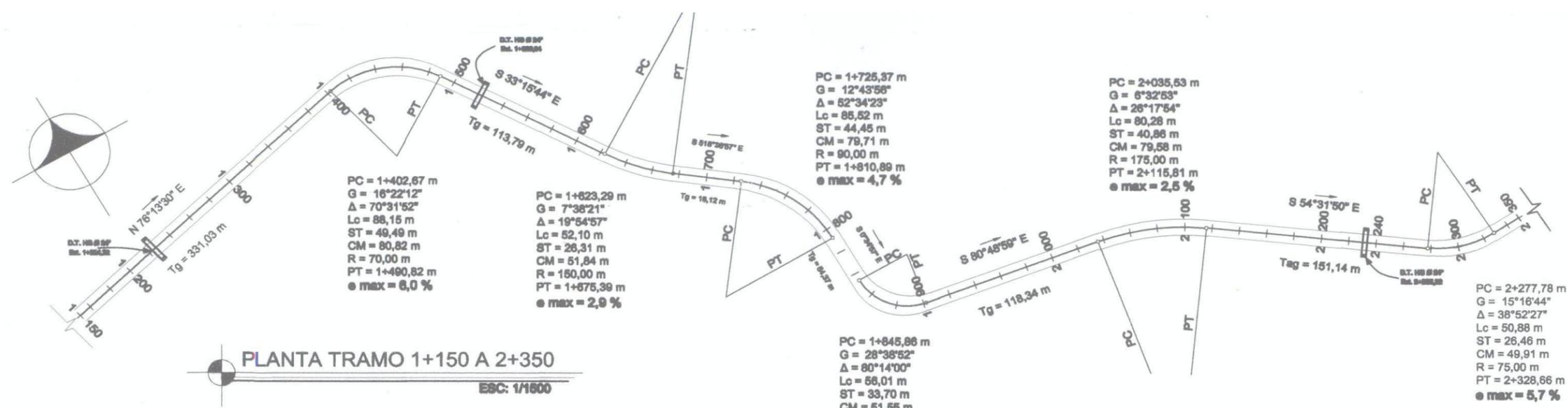
HOJA No.

6

15

07-2010





SIMBOLOGÍA			
PC	Principio de curva.	PCV	Principio de curva vertical.
G	Grado de curvatura.	ELEV.	Elevación.
Δ	Angulo de deflexión.	PVI STA	Estación del punto de intersección vertical.
Lc	Longitud de curva.	PVI ELEV.	Elevación del punto intersección vertical.
ST	Sub-tangente.	A.D.	Diferencia algebraica.
CM	Cuerda máxima.	K	Coefficiente de curva.
R	Radio de curva.	CT	Cota de terreno.
PT	Principio de tangente.	CRV	Cota de rasante vertical.
Tg	Distancia lineal de tangente.	PTV	Principio de tangente vertical.
-	Estación a cada 20 m.	LCV	Longitud de curva vertical.
+	Estación a cada 100 m.	▲	Punto de intersección de tangentes.
—	Transversal.	●	Transversal.
e max	Peralte máximo en curva.		

NOTA:
TRAMO DE LA ALDEA EL PASO
HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EPS INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

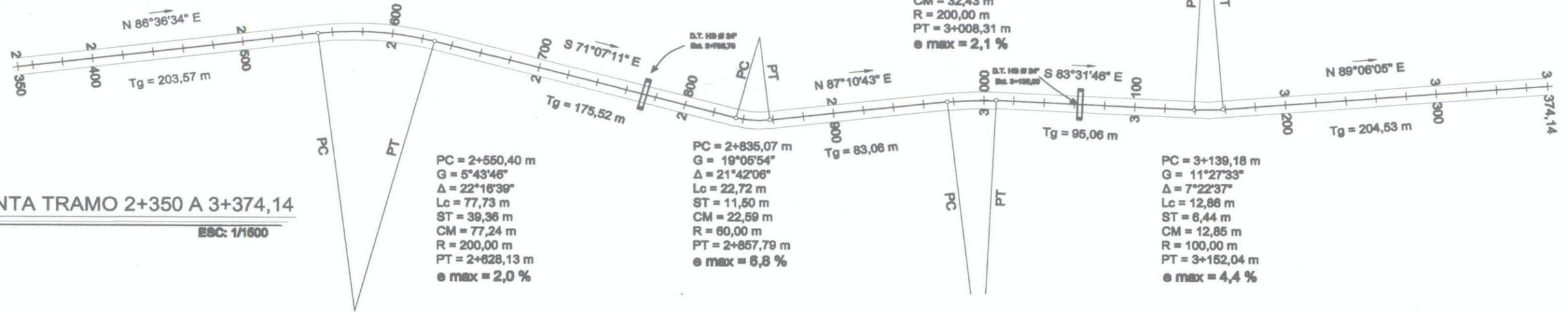
CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE TRAMO CARRETERA DE LA EST. 1+150 HASTA LA EST. 2+350

HOJA No. 15

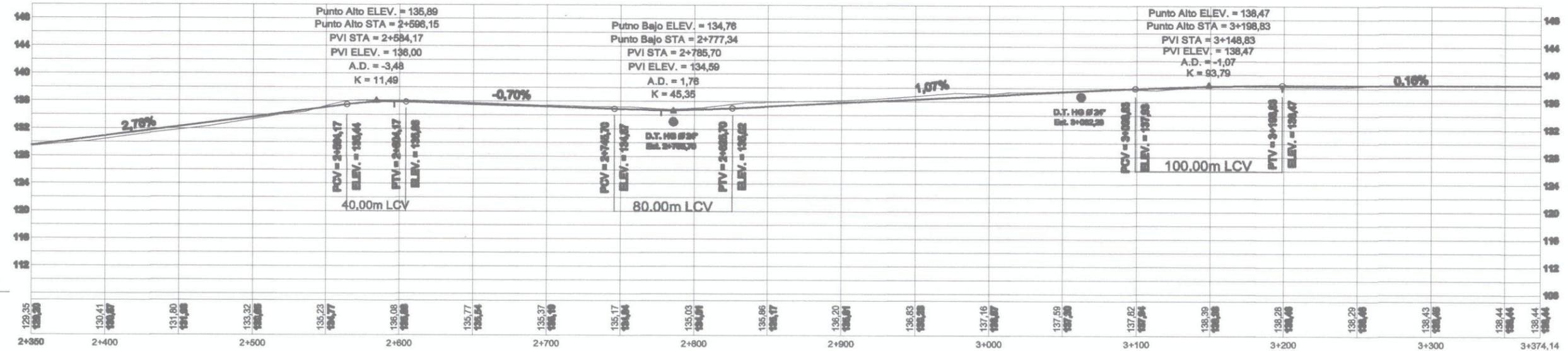
FECHA: 07-2010

APROBADO: DANIEL BARRERA

ING. JUAN MERCK



PLANTA TRAMO 2+350 A 3+374,14
ESC: 1/1600



PERFIL, TRAMO 2+350 A 3+374,14

ESCALA VERTICAL: 1/200
ESCALA HORIZONTAL: 1/1600

SIMBOLOGÍA

PC	Principio de curva.	PCV	Principio de curva vertical.
G	Grado de curvatura.	ELEV.	Elevación.
Δ	Angulo de deflexión.	PVI STA	Estación del punto de Intersección vertical.
Lc	Longitud de curva.	PVI ELEV.	Elevación del punto intersección vertical.
ST	Sub-tangente.	A.D.	Diferencia algebraica.
CM	Cuerda máxima.	K	Coefficiente de curva.
R	Radio de curva.	CT	Cota de terreno.
PT	Principio de tangente.	CRV	Cota de rasante vertical.
Tg	Distancia lineal de tangente.	PTV	Principio de tangente vertical.
-	Estación a cada 20 m.	LCV	Longitud de curva vertical.
+	Estación a cada 100 m.	▲	Punto de intersección de tangentes.
□	Transversal.	●	Transversal.

NOTA:
TRAMO DE LA ALDEA EL PASO
HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

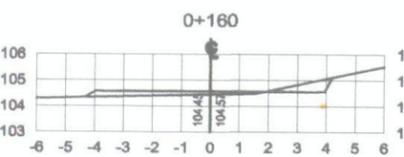
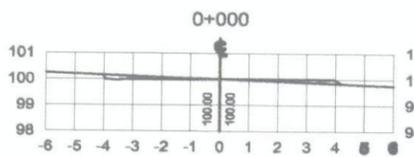
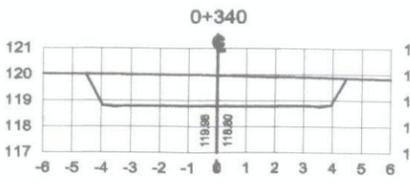
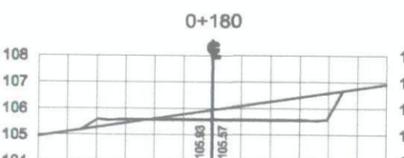
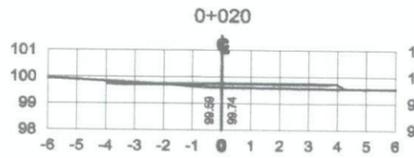
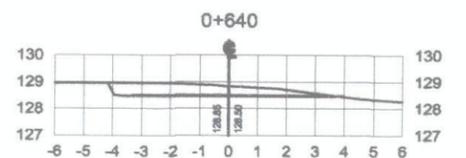
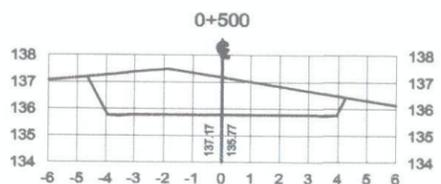
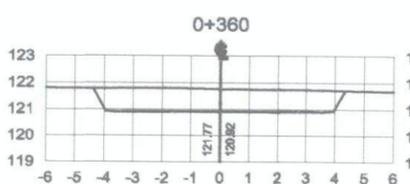
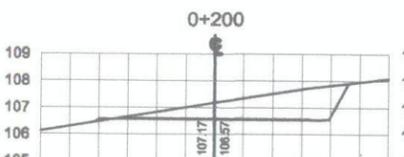
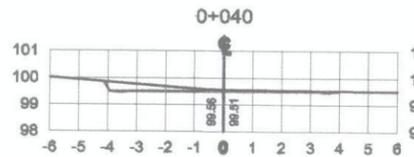
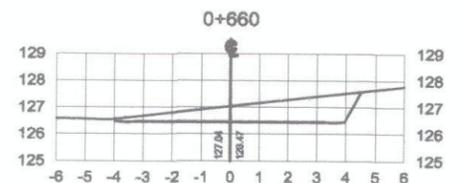
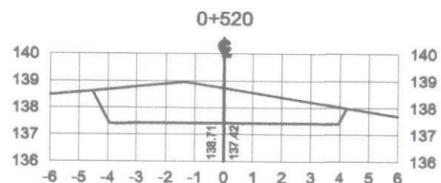
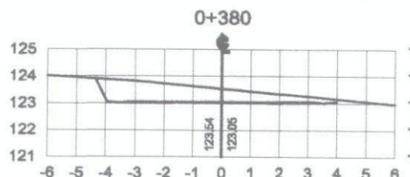
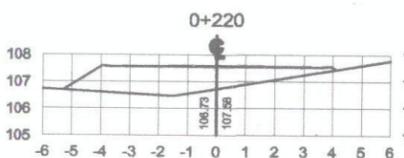
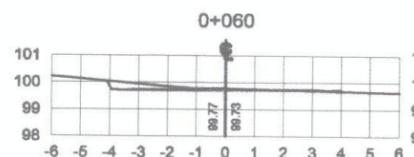
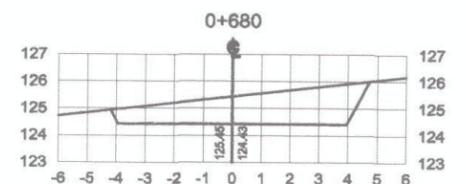
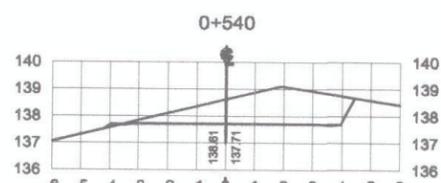
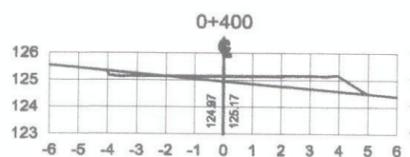
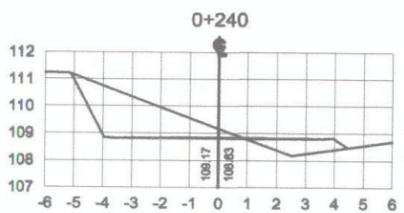
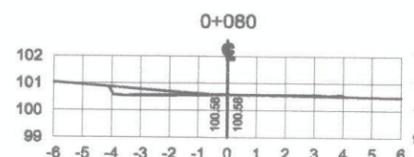
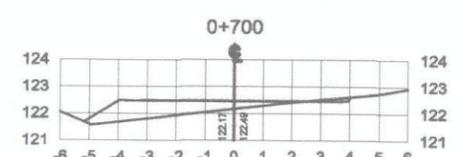
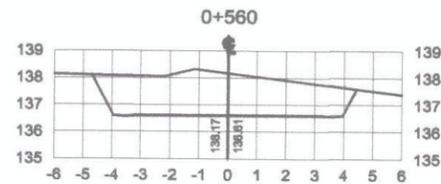
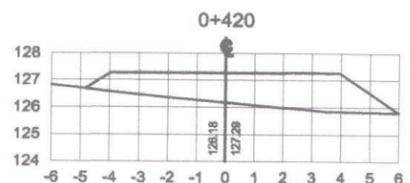
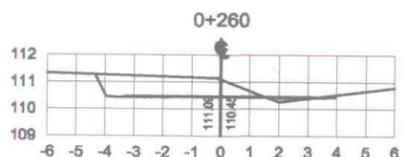
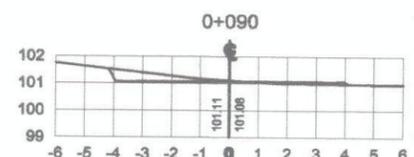
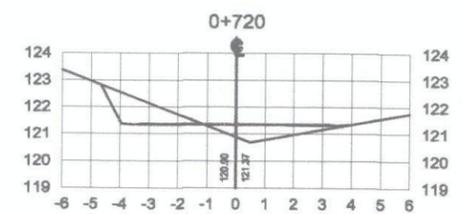
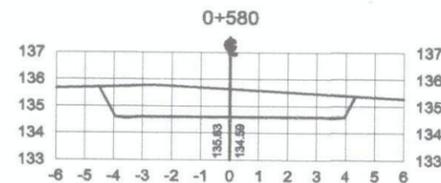
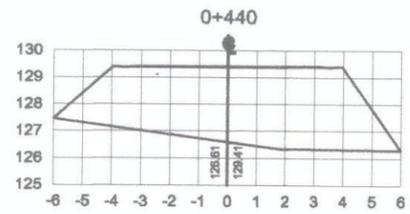
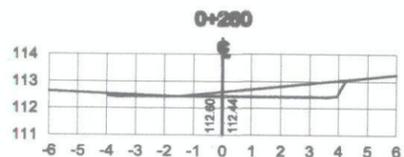
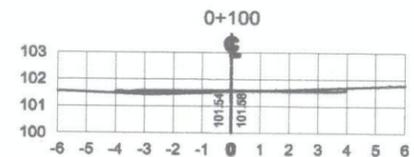
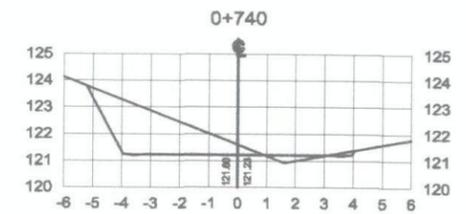
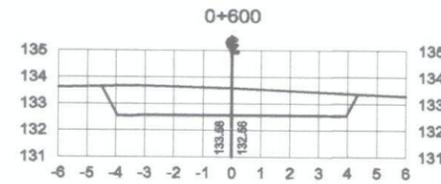
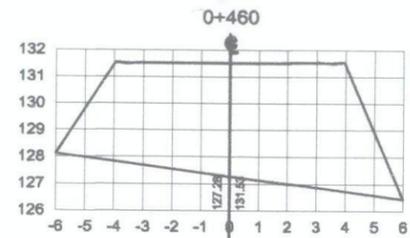
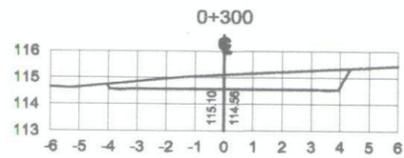
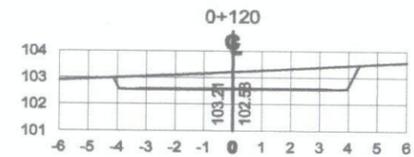
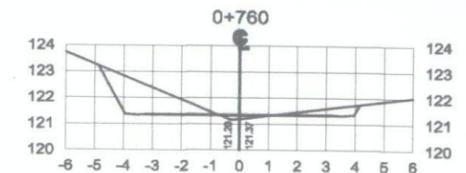
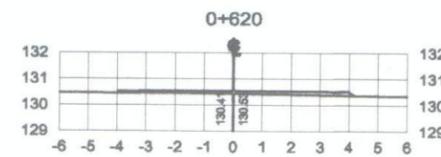
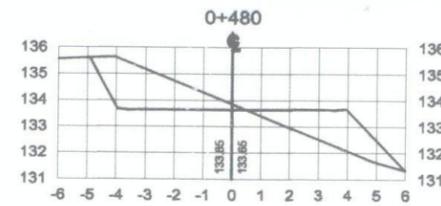
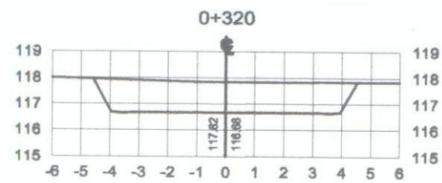
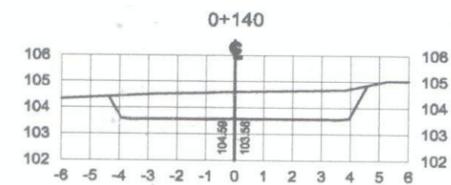
FACULTAD DE INGENIERIA
EPS INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS,
MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

CONTENIDO:
PLANTA PERFIL DE TRAMO CARRETERO
DE LA EST. 2+350 HASTA LA EST. 3+374,14

HOJA No. 15
8/15
07/2010

DISEÑADA:
DANIEL BARRERA
INDICADA:
DANIEL BARRERA
APRUBADA:



SECCIONES TRANSVERSALES

NOTA:



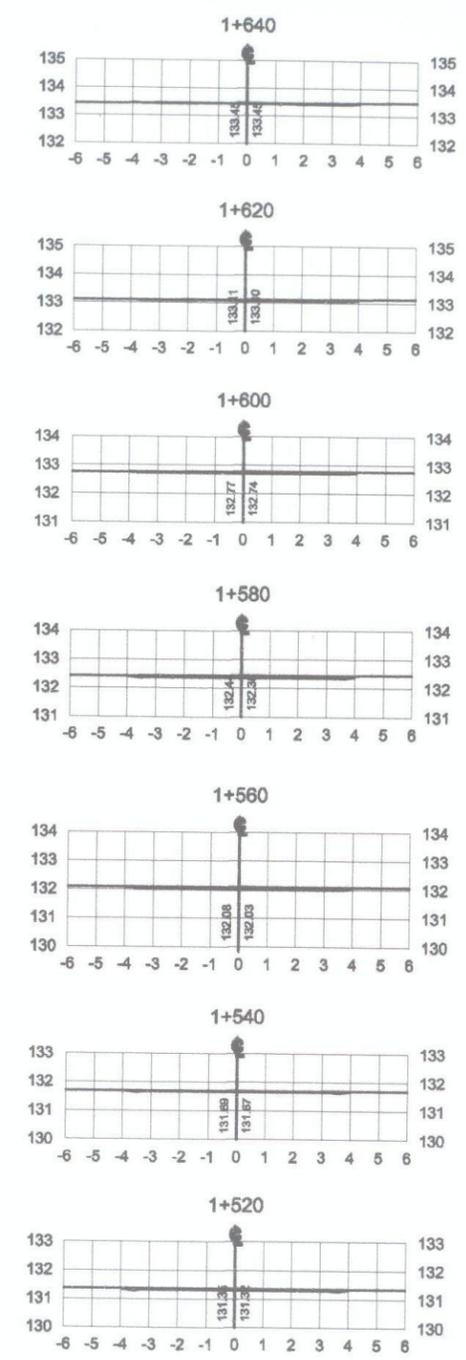
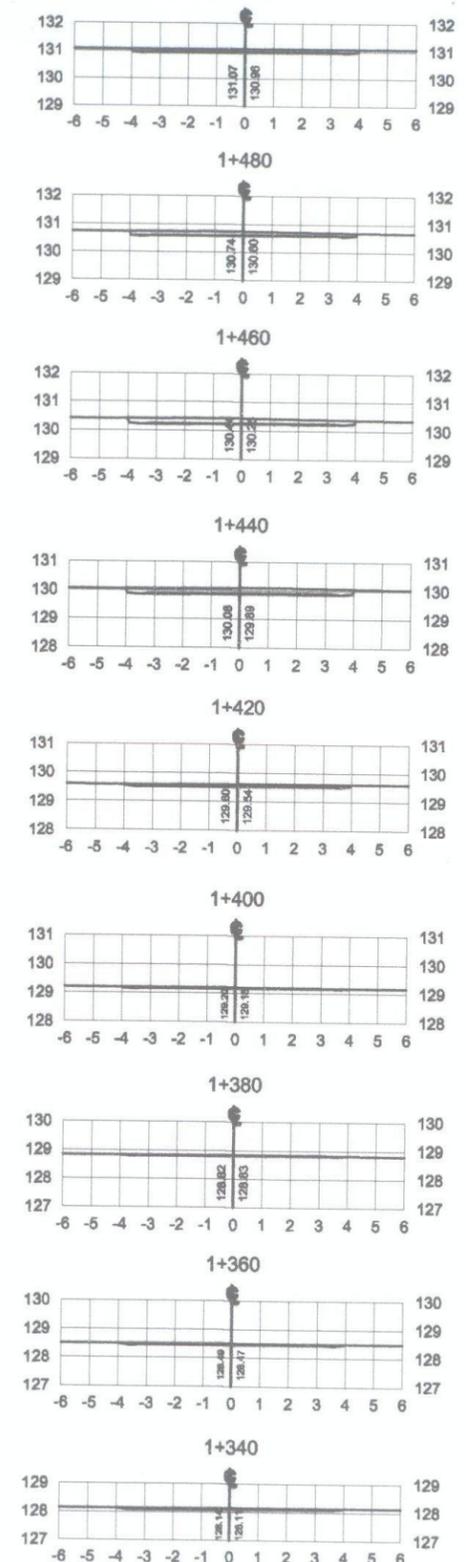
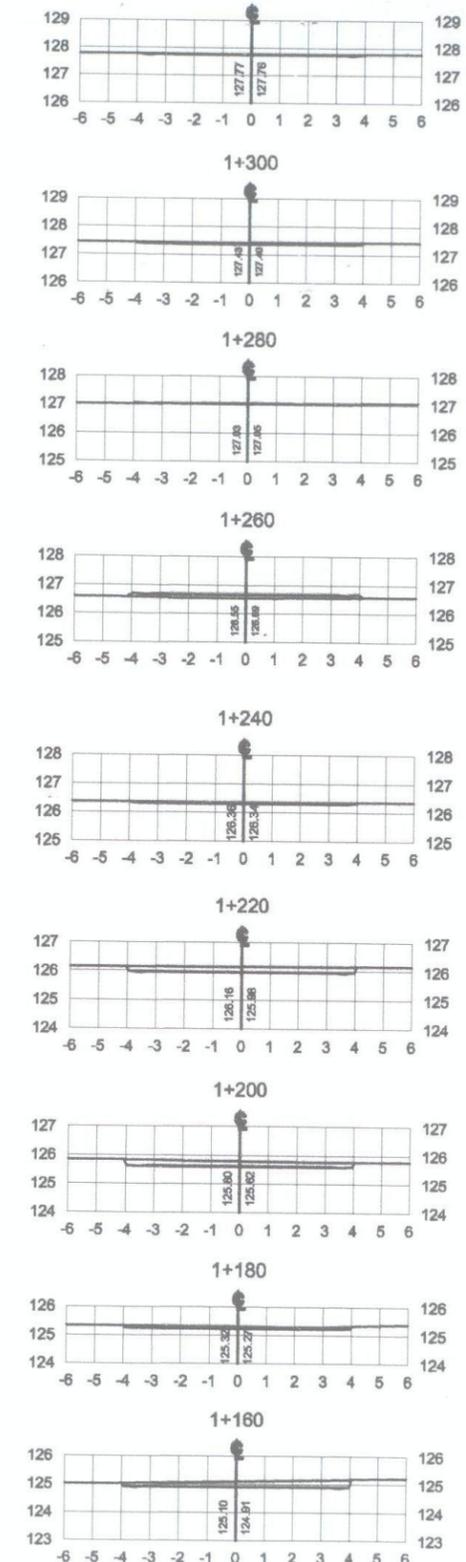
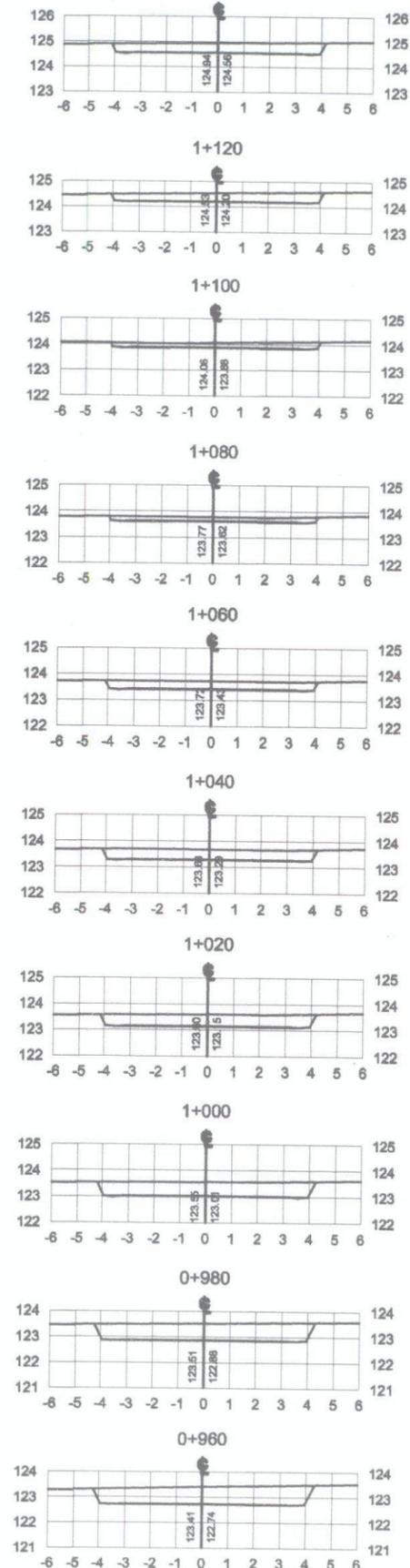
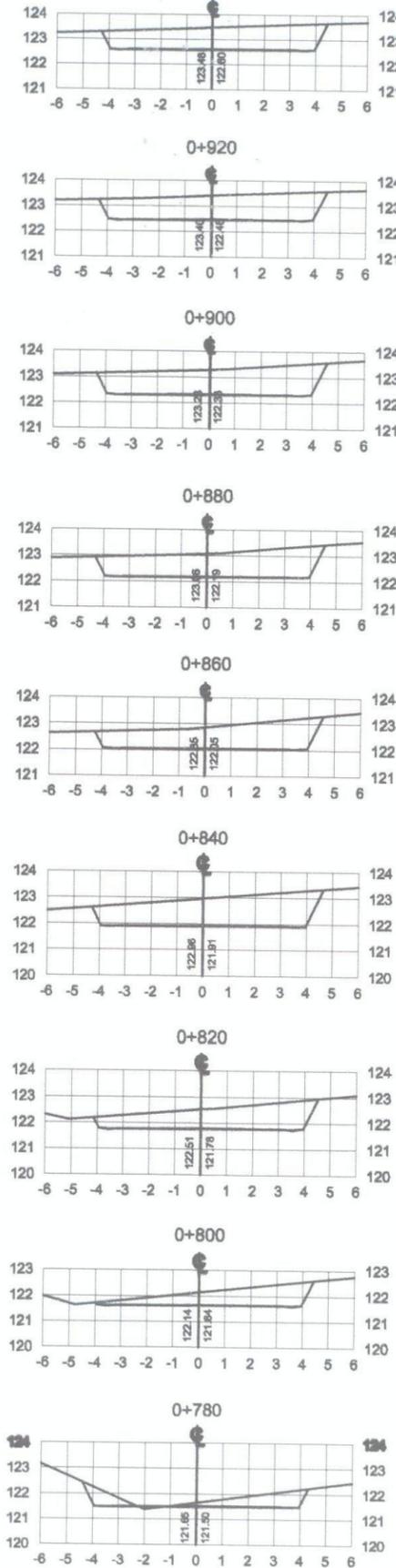
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EPS INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

SECCIONES TRANSVERSALES DE EST. 0+000 A EST. 0+760

HOJA No. 15

07-2010



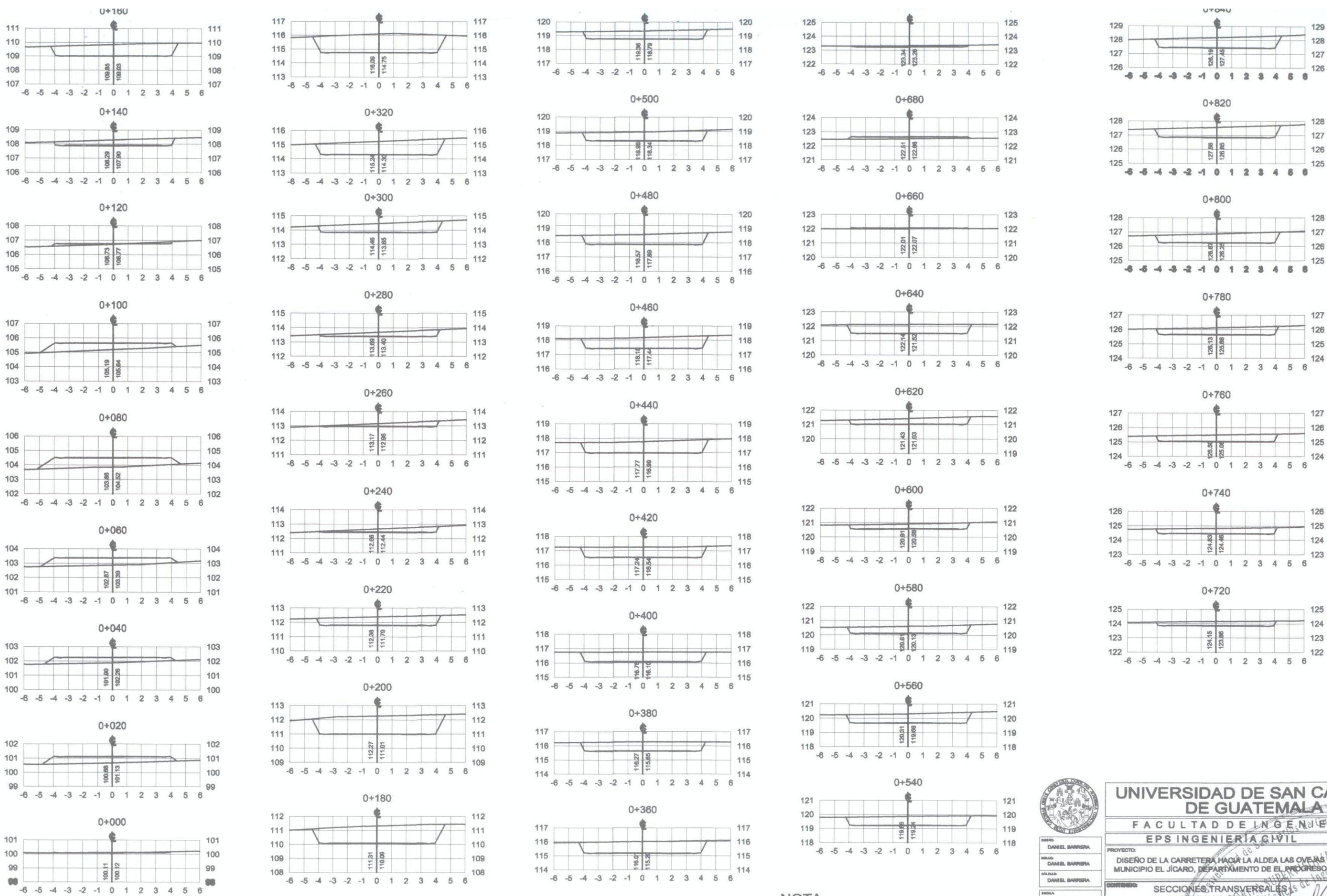
SECCIONES TRANSVERSALES

NOTA:
TRAMO DE LA ALDEA EL ZAPOTE
HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EPS INGENIERIA CIVIL	
DISEÑO: DANIEL BARRERA CALZADO: DANIEL BARRERA BARRERA: DANIEL BARRERA	PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES DE EST. 0+780 A EST. 1+640
FECHA: 15/08/2010 APROBADA:	HOJA No. 10 DE 15 07-2010

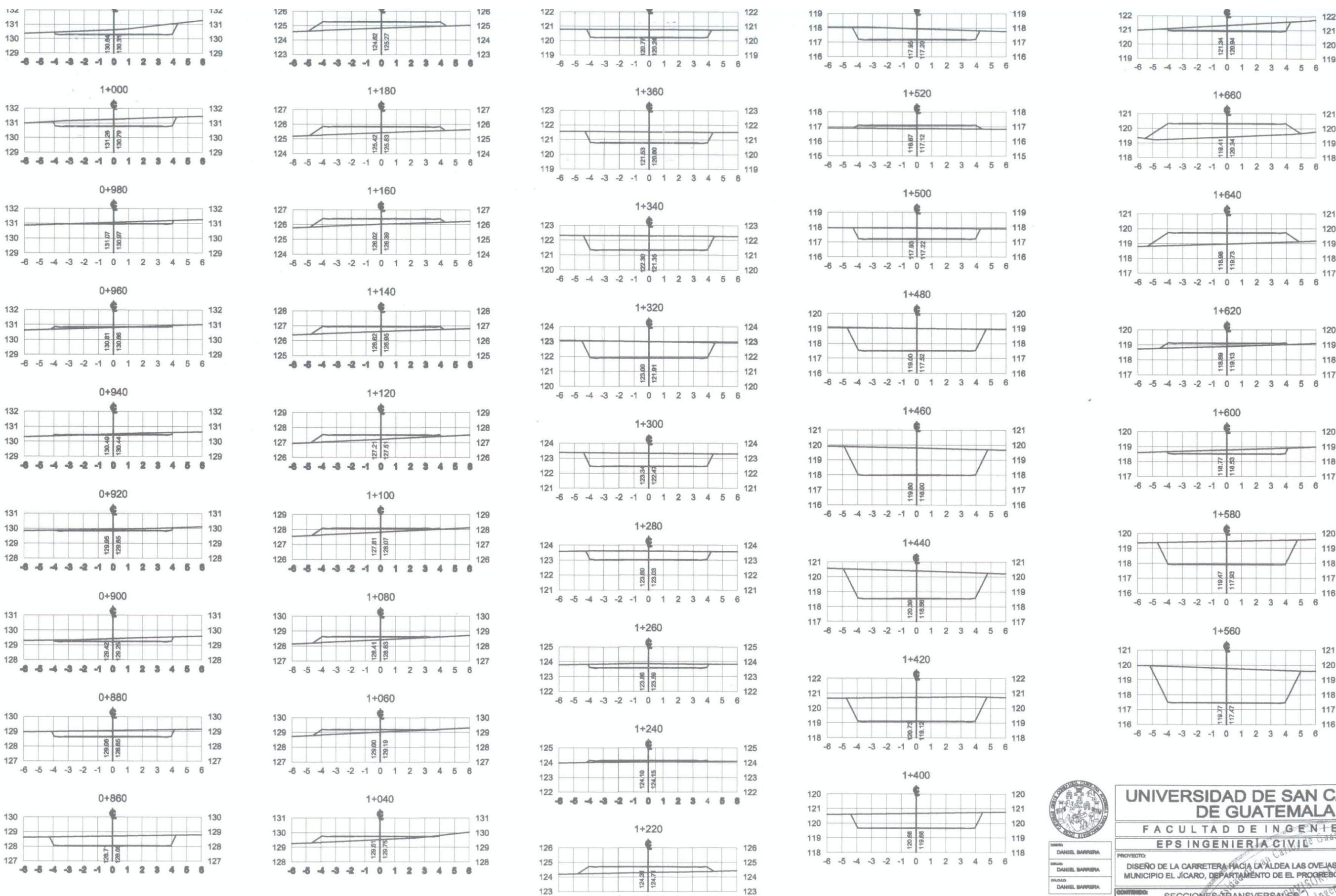




SECCIONES TRANSVERSALES

NOTA:
TRAMO DE LA ALDEA EL PASO
HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		HOJA No. 15 10/2010
	FACULTAD DE INGENIERIA		
	EPS INGENIERIA CIVIL		
	NOMBRE: DANIEL BARRERA NIT: DANIEL BARRERA CALIDAD: DANIEL BARRERA FIRMA:	PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES DE EST. 0+000 A EST. 0+940	
Unidad de Prácticas de Ingeniería Facultad de Ingeniería			



SECCIONES TRANSVERSALES

NOTA:
 TRAMO DE LA ALDEA EL PASO
 HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 DE GUATEMALA**

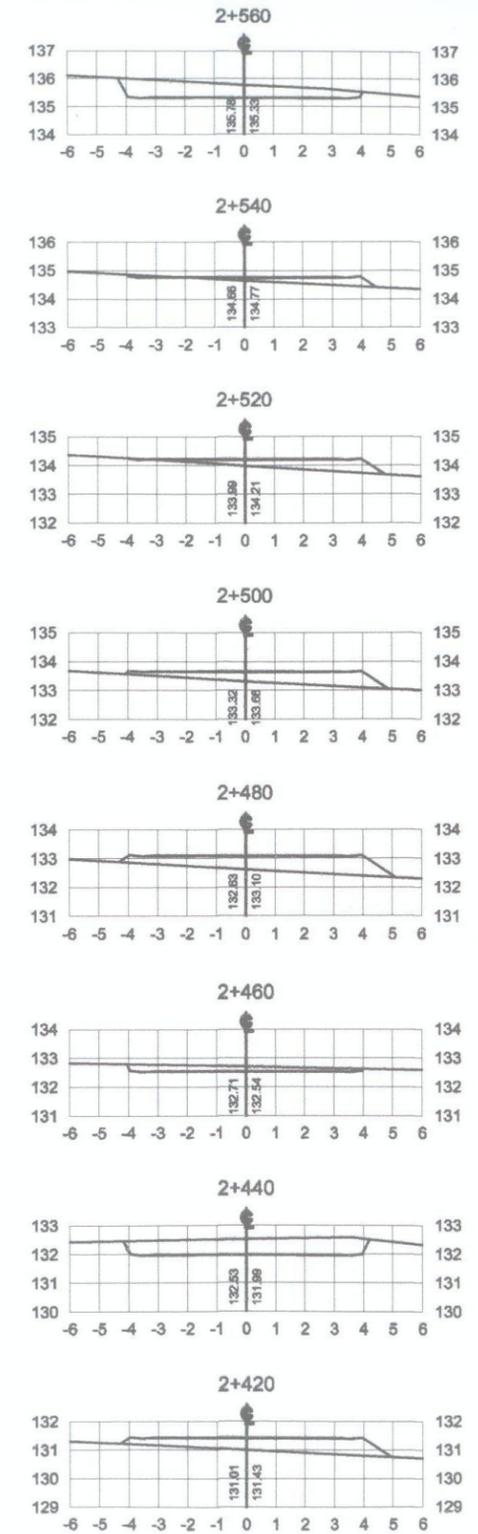
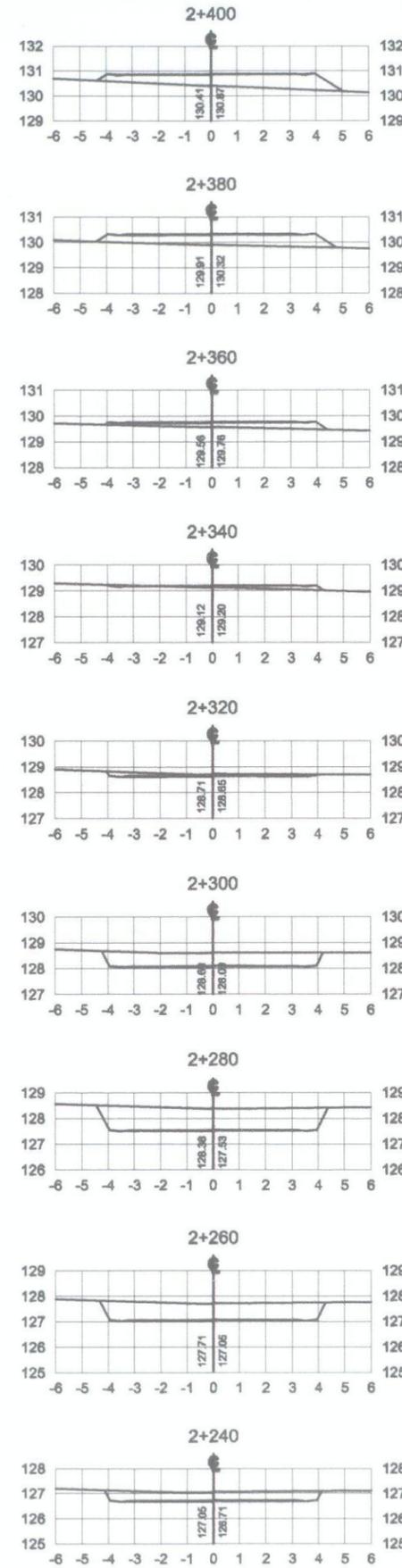
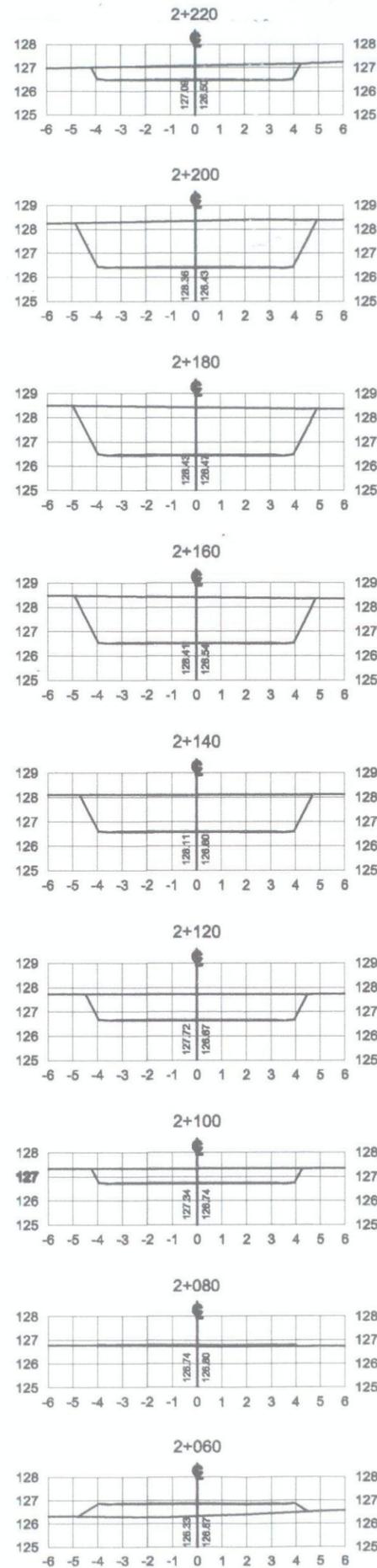
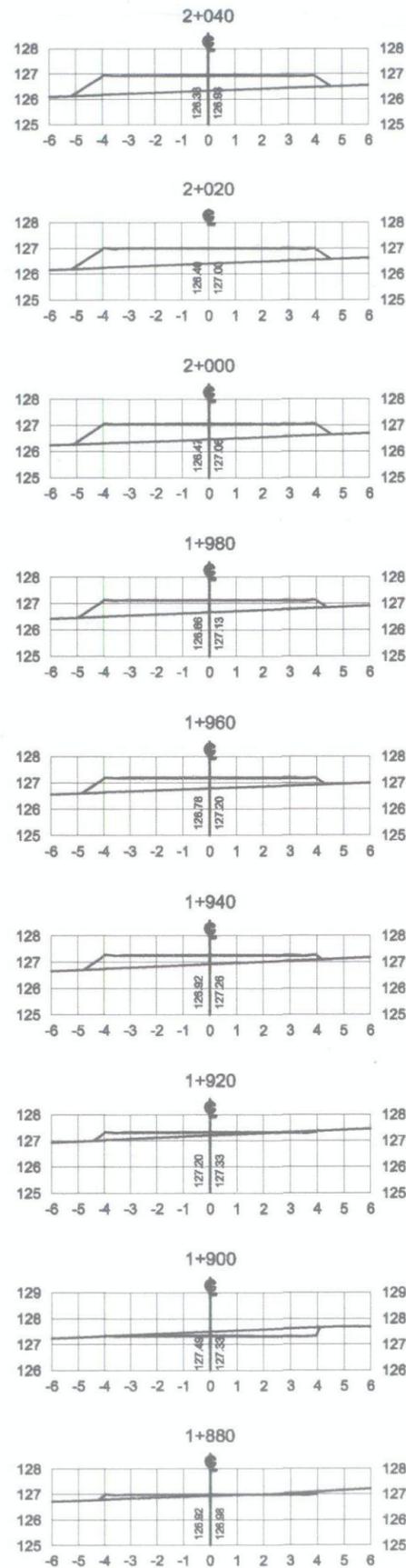
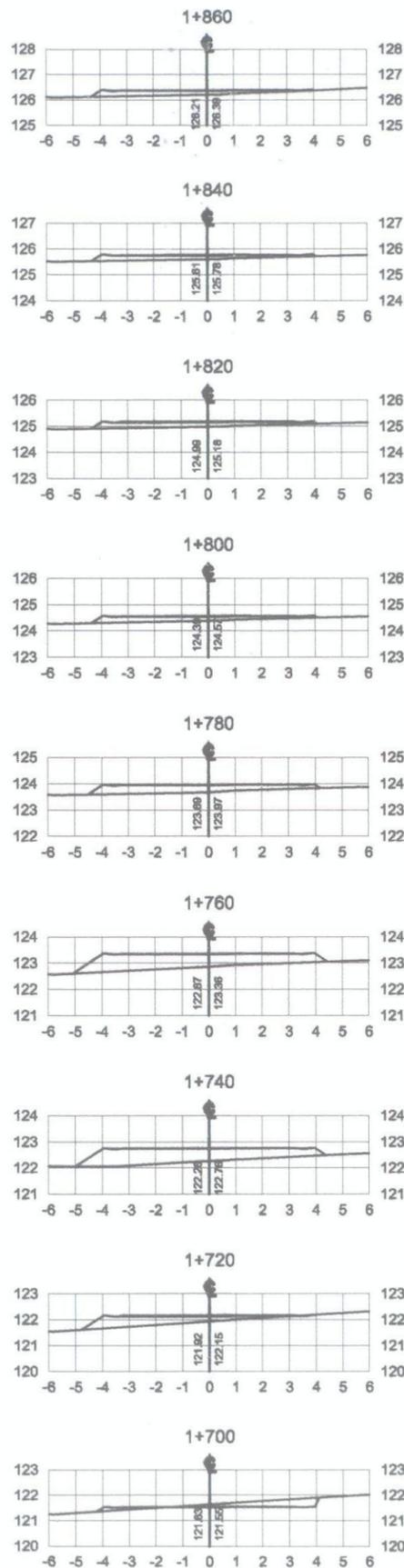
**FACULTAD DE INGENIERIA
 EPS INGENIERIA CIVIL**

DESIGNADO: DANIEL BARRERA
 DISEÑADO: DANIEL BARRERA
 CALIDAD: DANIEL BARRERA
 ESCALA: 1:1000

PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO
 CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES DE EST. 0+840 A EST. 1+680

HOJA No. 15
 07-2010

APROBADO: DANIEL BARRERA EPSISTA
 ASESOR SUPERVISOR: JUAN MERCK



SECCIONES TRANSVERSALES

NOTA:
TRAMO DE LA ALDEA EL PASO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EPS INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

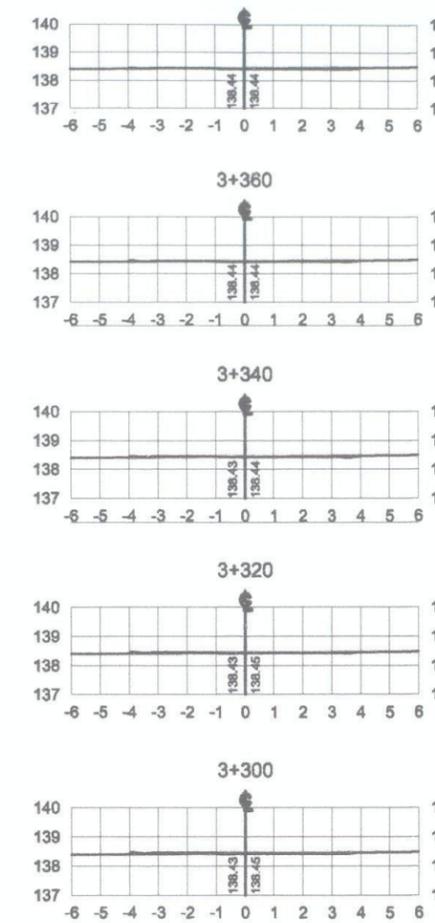
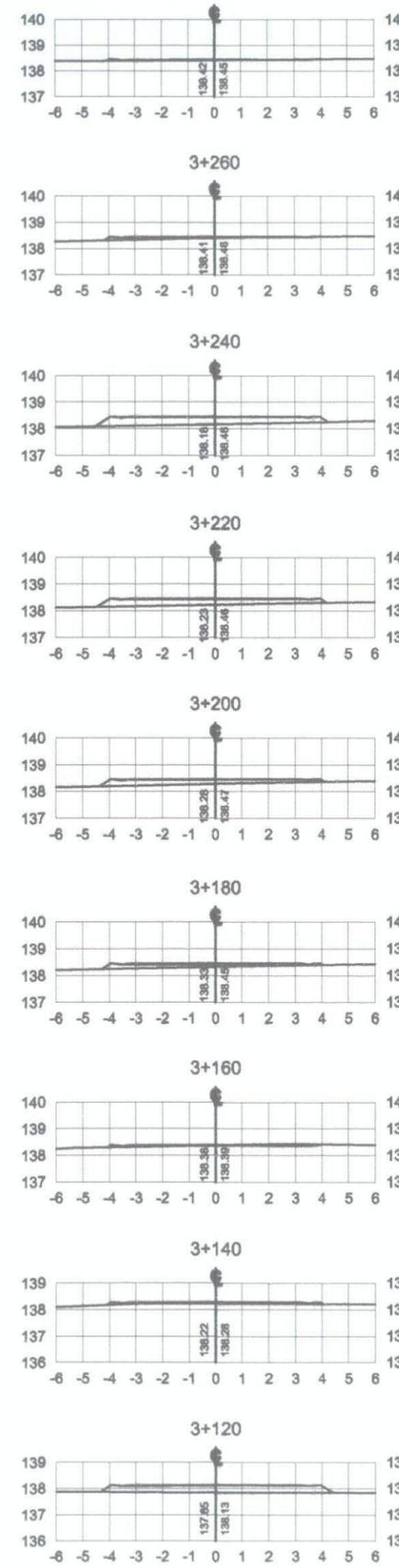
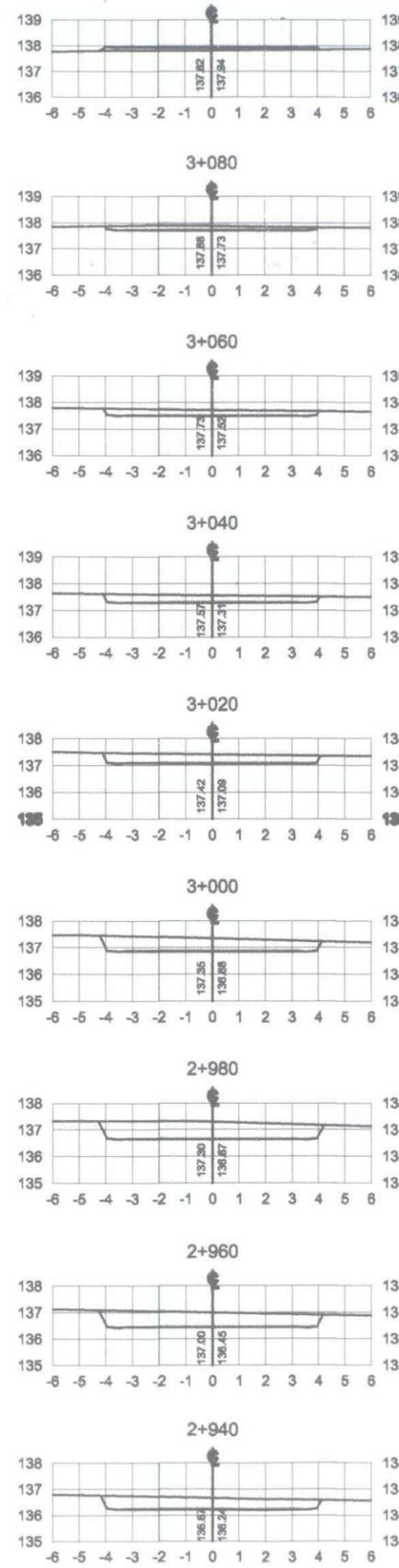
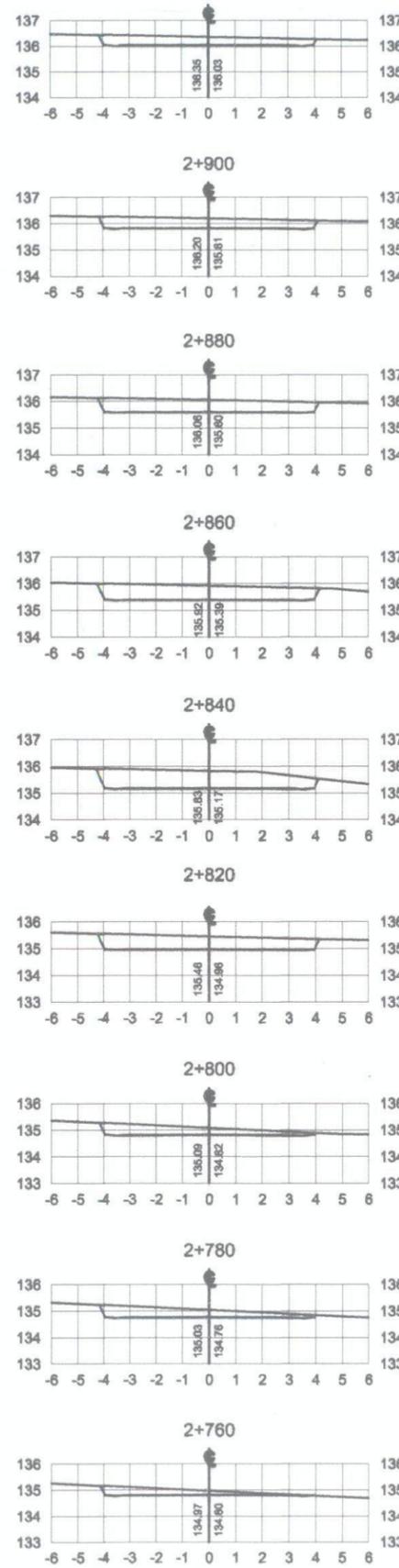
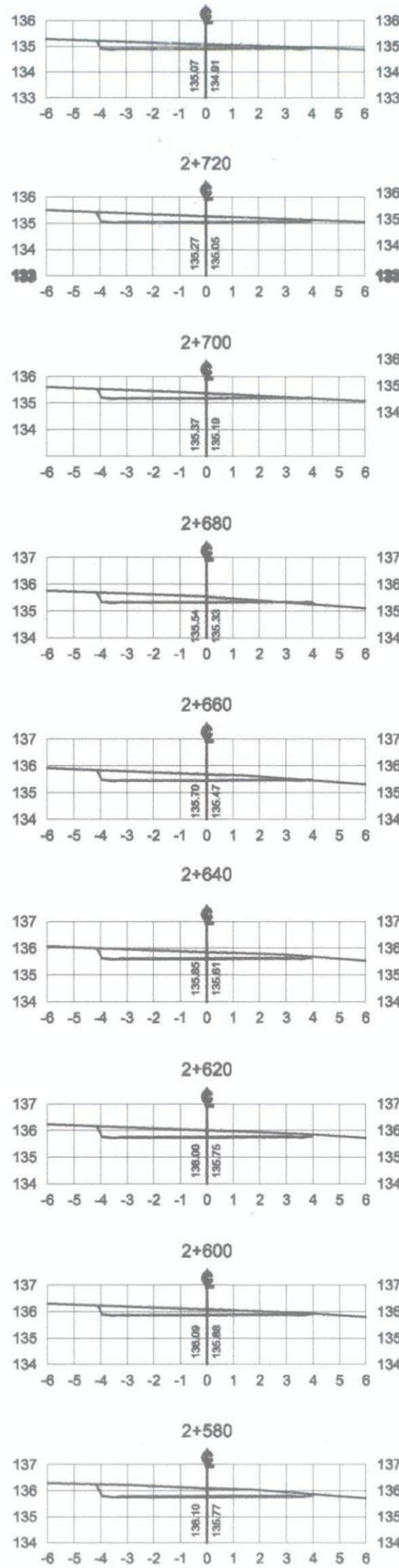
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES DE EST. 1+880 A EST. 2+560

HOJA No. 13

15

07-2010

APROBADA: [Signature]



SECCIONES TRANSVERSALES

NOTA:
TRAMO DE LA ALDEA EL PASO
HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EPS INGENIERIA CIVIL

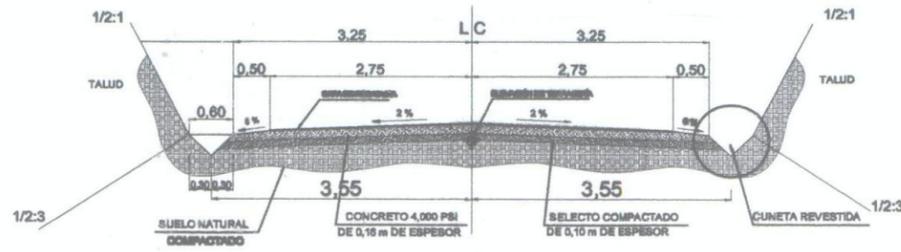
PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS, MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO.

CONTEXTO: SECCIONES TRANSVERSALES DE EST-27580 A EST. 27974.14

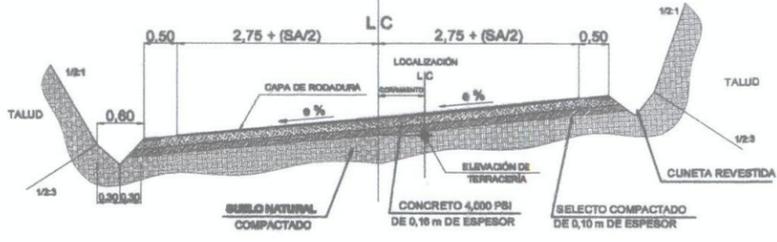
HOJA No. 14 de 15

FECHA: 07-2010

APRUEBA: DANIEL BARRERA



ALINEACIÓN RECTA



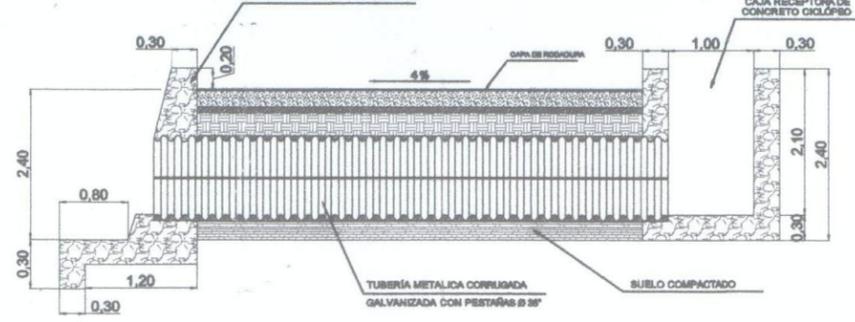
ALINEACIÓN CURVA

DETALLES DE SECCIÓN TÍPICA

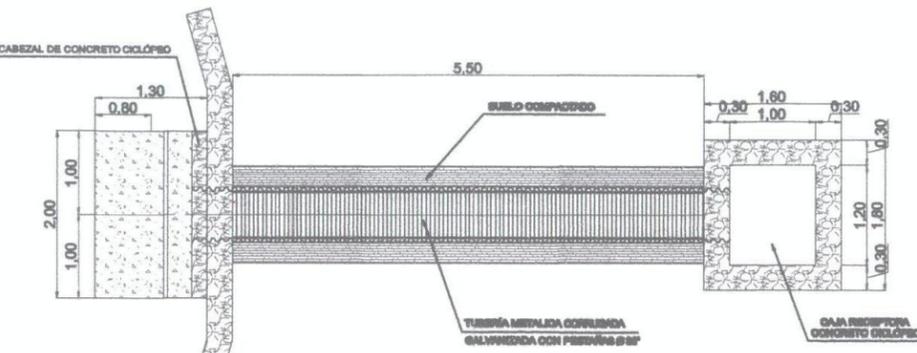


Donde:
 a = ancho de plataforma.
 b = bombeo.
 e = peralte.
 BI = borde interior de la calzada.
 BE = borde exterior de la calzada.
 L = 40 m máximo en carreteras de calzadas separadas.
 L = 20 m máximo en carreteras de calzada única.

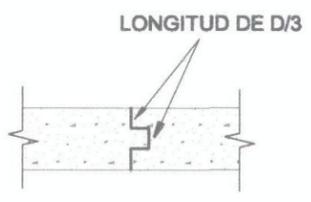
DESVANECIMIENTO DEL BOMBEO Y TRANSICIÓN DEL PERALTE



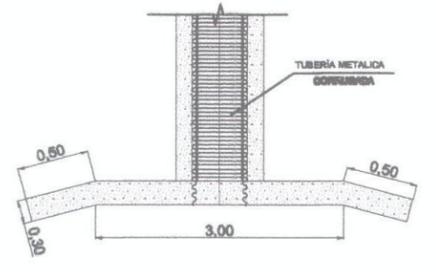
SECCIÓN DE DRENAJE TRANSVERSAL



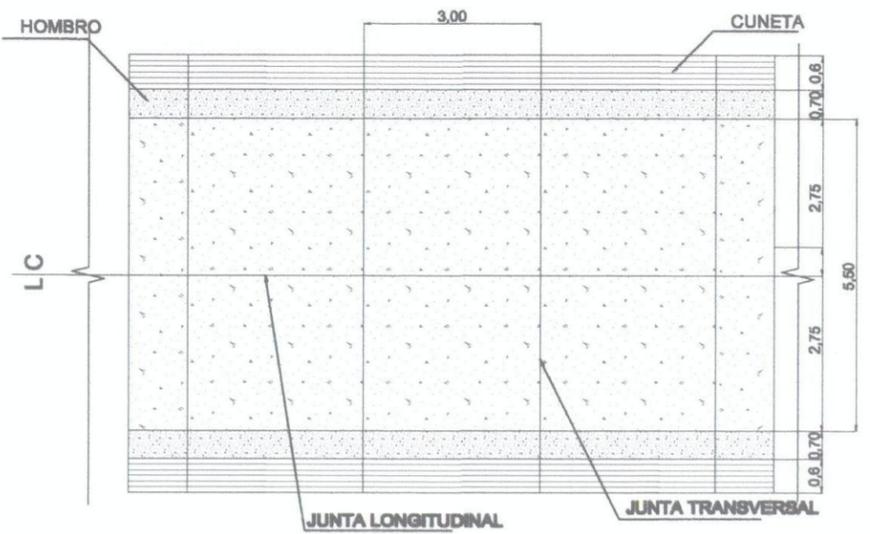
PLANTA DE DRENAJE TRANSVERSAL



JUNTA DE CONSTRUCCIÓN



DETALLE DE ALETONES



DETALLE DE PLANTA



JUNTA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL



DETALLE DE CUNETAS

DETALLE DE JUNTA

ESPECIFICACIONES GENERALES

PAVIMENTO RÍGIDO

MATERIALES:

Cemento tipo Portland.
 Agregado Grueso: Debe ser resistente al desgaste. Deben de consistir en grava o piedra trituradas con un diámetro promedio de 3/4".
 Agregado Fino: Debe de estar limpio de impurezas, graduado adecuadamente y libre de materia orgánica. Debe de contener el 12 a 15 % del material que pase la malla No. 5 del ensayo granulométrico, que ayuda al mejor manejo de la mezcla.
 El Agua debe ser preferiblemente potable, libre de aceites, ácidos, azúcares, sales y libre de sedimentos, ni residuos, que puedan ser nocivos al concreto.
 El espesor del pavimento debe ser de 0.16 m y la Base debe ser de 0.10. Se colocaran juntas transversales y longitudinales, según detalle de planta. La resistencia del concreto deberá ser $f'c = 4,000$ PSI, para la losa de rodadura.

TRANSVERSALES

Entre la tubería y la rasante debe de haber una distancia no menos de 1.20 mts. evitando que pueda quedar expuesta.
 La tubería metálica corrugada debe tener una pendiente de 4 % mínimo hasta un 10 % máximo para que pueda drenar el agua.
 Cuando se rellena la zanja, ya colocada la tubería corrugada, debe ir compactado el suelo por capas de 0.20 mts.

Concreto Ciclópeo:
 33 % de Piedra bols.
 66 % de concreto $f'c = 3,000$ PSI.

Tubería Galvanizada con Pestañas:
 Lamina de acero galvanizado con corruga de 2 2/3"x1/2" y de secciones permeables de 2 pies de longitud útil. Incluye pernos, tuercas y arandelas para su armado.
 Pendiente máxima de 10 %, coeficiente de rugosidad $n = 0.024$.
 Soporte de carga tipo H-25 y E-80 en un 80 % Proctor.

PERALTE

Entre el PC y PT deben tener entre el 60 % y el 80 % del peralte total. La transición de peralte se realizo una parte en la recta y la otra parte en la curva. El sobre ancho mínimo sera exactamente el hombro (0.50 m.). Sobre anchos mayores que el hombro, se le suma la diferencia entre (SA-Hombro).
 La pendiente de bombeo es 2 %.
 La pendiente para talud de corte es 1/2:1 y para talud de relleno es 1/2:3.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EPS INGENIERÍA CIVIL

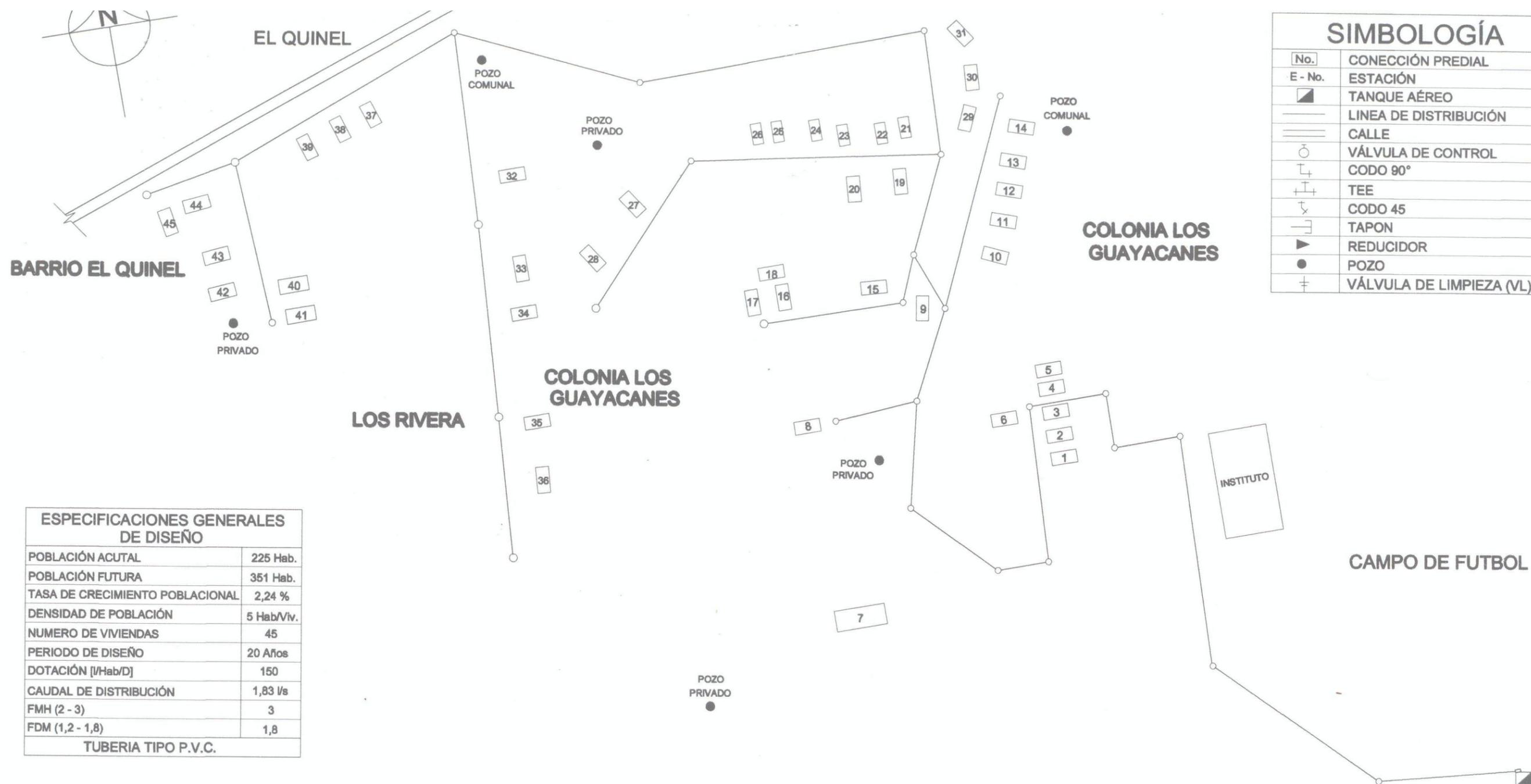
PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA ALDEA LAS OVEJAS MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

HOJA No. 15

CONTRIBUCIÓN: 15

FECHA: 07-2010

APRUEBA: [Signature]



SIMBOLOGÍA	
No.	CONECCIÓN PREDIAL
E - No.	ESTACIÓN
◻	TANQUE AÉREO
—	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
≡	CALLE
○	VÁLVULA DE CONTROL
└┘	CODO 90°
├┤	TEE
└┘	CODO 45
— —	TAPON
▶	REDUCIDOR
●	POZO
⊕	VÁLVULA DE LIMPIEZA (VL)

ESPECIFICACIONES GENERALES DE DISEÑO	
POBLACIÓN ACUTAL	225 Hab.
POBLACIÓN FUTURA	351 Hab.
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	2,24 %
DENSIDAD DE POBLACIÓN	5 Hab/Viv.
NUMERO DE VIVIENDAS	45
PERIODO DE DISEÑO	20 Años
DOTACIÓN [l/Hab/D]	150
CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN	1,83 l/s
FMH (2 - 3)	3
FDM (1,2 - 1,8)	1,8
TUBERIA TIPO P.V.C.	

DENSIDAD DE VIVIENDA

ESC: 1/750



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

HOJA No. 1

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS LOS GUAYACANES, LOS RIVERA Y EL QUINEL MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

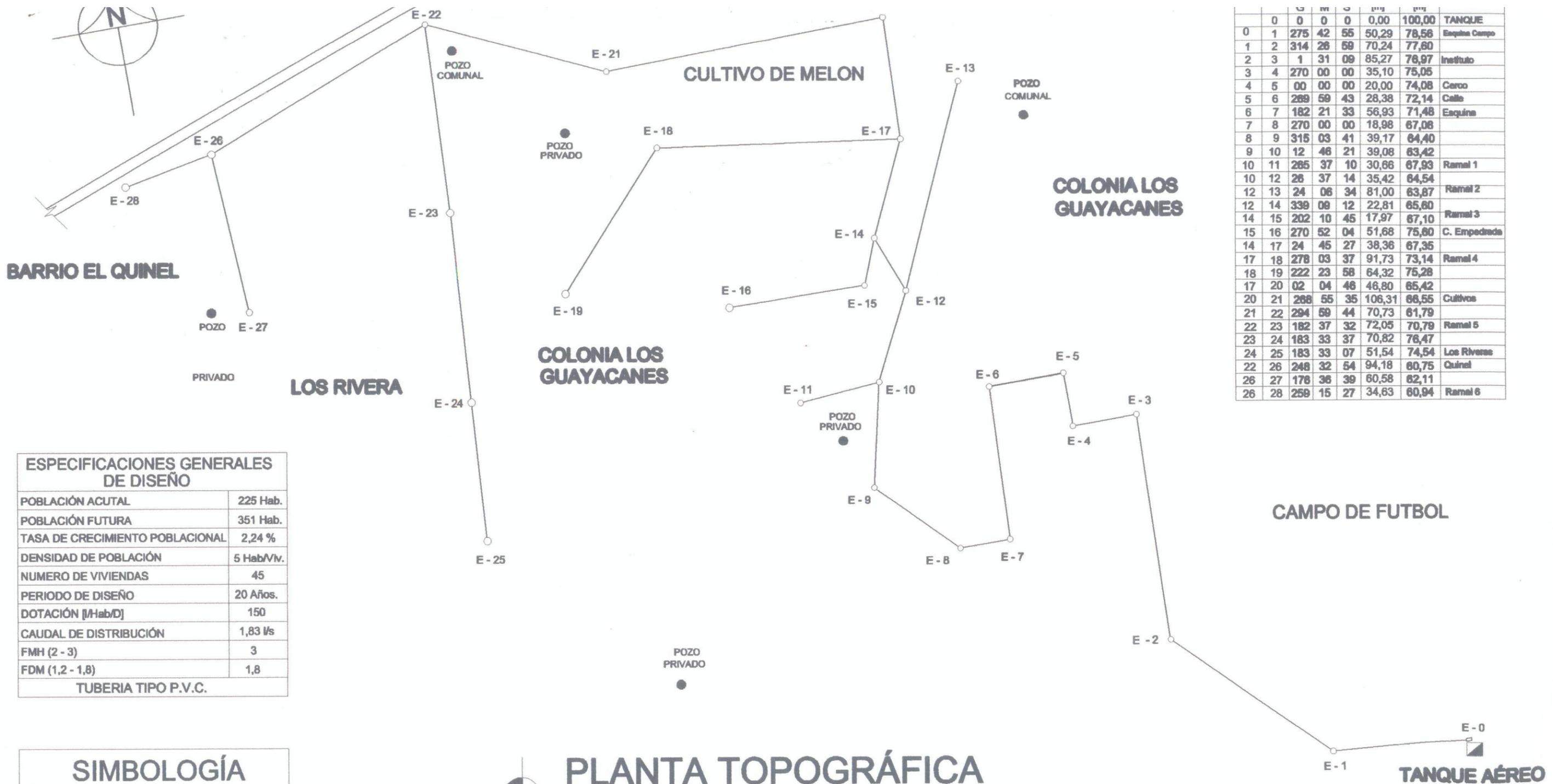
CONTENIDO: DENSIDAD DE VIVIENDA

FECHA: 07-2010

DISEÑO: DANIEL BARRERA
 DISEÑO: DANIEL BARRERA
 DISEÑO: DANIEL BARRERA
 ESCALA: INDICADA

APROBADO: DANIEL BARRERA
 INGENIERO





	0	0	0	0	0,00	100,00	TANQUE
0	1	275	42	55	50,29	78,56	Esquina Campo
1	2	314	26	69	70,24	77,60	
2	3	1	31	09	85,27	76,97	Instituto
3	4	270	00	00	35,10	75,05	
4	5	00	00	00	20,00	74,08	Carro
5	6	289	59	43	28,38	72,14	Calle
6	7	182	21	33	56,93	71,48	Esquina
7	8	270	00	00	18,98	67,08	
8	9	315	03	41	39,17	64,40	
9	10	12	46	21	39,08	63,42	
10	11	265	37	10	30,66	67,93	Ramal 1
10	12	26	37	14	35,42	64,54	
12	13	24	06	34	81,00	63,87	Ramal 2
12	14	339	09	12	22,81	65,60	
14	15	202	10	45	17,97	67,10	Ramal 3
15	16	270	52	04	51,68	75,60	C. Empedrada
14	17	24	45	27	38,36	67,35	
17	18	278	03	37	91,73	73,14	Ramal 4
18	19	222	23	58	64,32	75,28	
17	20	02	04	46	46,80	65,42	
20	21	268	55	35	106,31	66,55	Cultivos
21	22	294	59	44	70,73	61,79	
22	23	182	37	32	72,05	70,79	Ramal 5
23	24	183	33	37	70,82	76,47	
24	25	183	33	07	51,54	74,54	Los RIVERA
22	26	248	32	54	94,18	80,75	Quinel
26	27	178	36	39	60,58	62,11	
26	28	259	15	27	34,83	60,94	Ramal 6

POBLACIÓN ACUTAL	225 Hab.
POBLACIÓN FUTURA	351 Hab.
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	2,24 %
DENSIDAD DE POBLACIÓN	5 Hab/vv.
NUMERO DE VIVIENDAS	45
PERIODO DE DISEÑO	20 Años.
DOTACIÓN [l/Hab/d]	150
CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN	1,83 l/s
FMH (2 - 3)	3
FDM (1,2 - 1,8)	1,8
TUBERIA TIPO P.V.C.	

No.	CONECCIÓN PREDIAL
E - No.	ESTACIÓN
▲	TANQUE AÉREO
—	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
—	CALLE
o	VÁLVULA DE CONTROL
⊥	CODO 90°
⊥⊥	TEE
⊥	CODO 45
⊥	TAPON
▶	REDUCIDOR
●	POZO

PLANTA TOPOGRÁFICA

ESC: 1/750



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

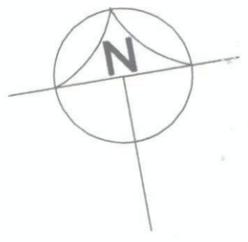
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS LOS GUAYACANES, LOS RIVERA Y EL QUINEL, MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO.

CONTENIDO: PLANTA TOPOGRÁFICA

HOJA No.

2 / 6

07-2010

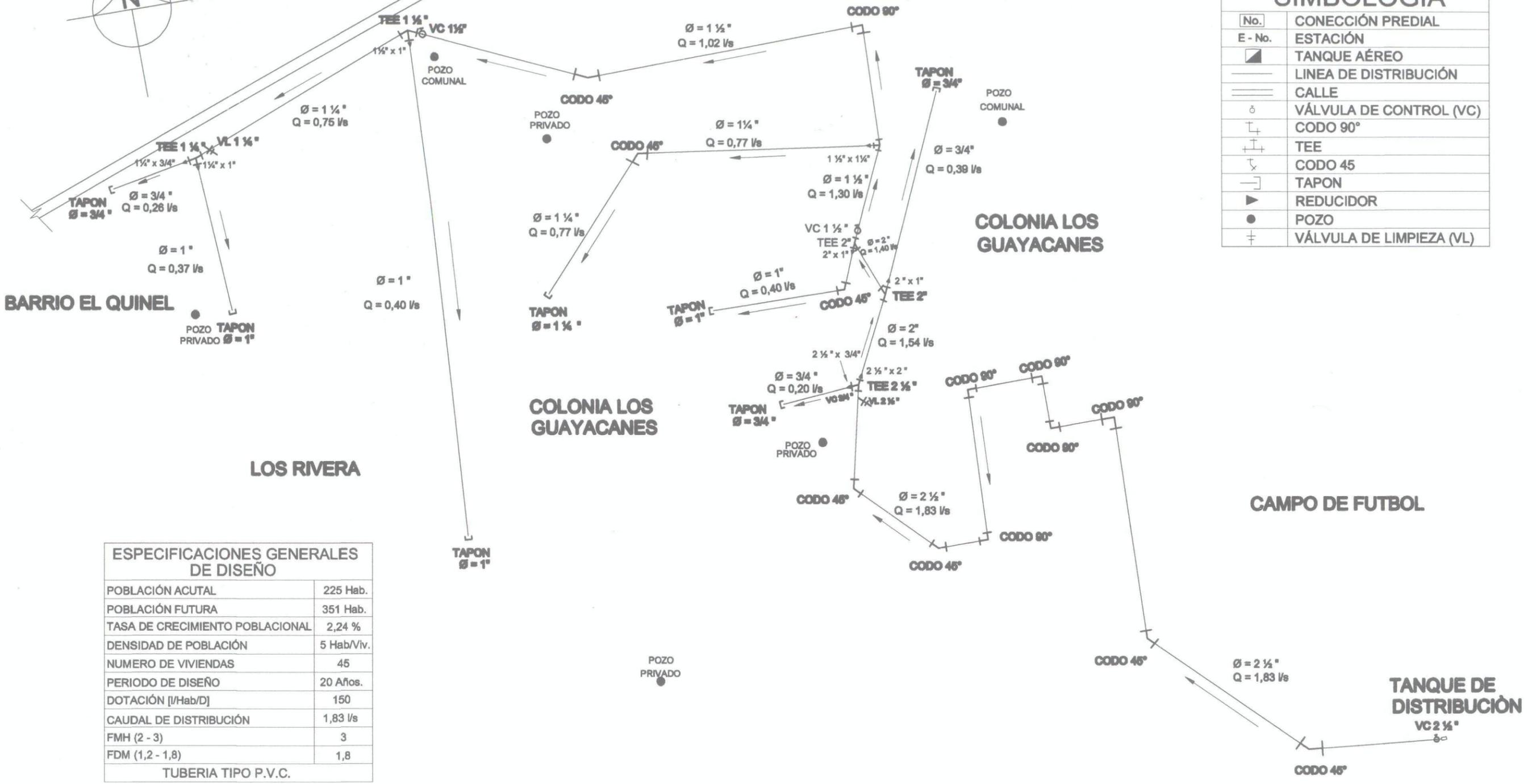


EL QUINEL

CULTIVO DE MELON

SIMBOLOGÍA

No.	CONECCIÓN PREDIAL
E - No.	ESTACIÓN
◻	TANQUE AÉREO
—	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
—	CALLE
○	VÁLVULA DE CONTROL (VC)
└┘	CODO 90°
└┘└┘	TEE
└┘	CODO 45°
└┘	TAPON
▶	REDUCIDOR
●	POZO
⊕	VÁLVULA DE LIMPIEZA (VL)



ESPECIFICACIONES GENERALES DE DISEÑO	
POBLACIÓN ACUTAL	225 Hab.
POBLACIÓN FUTURA	351 Hab.
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	2,24 %
DENSIDAD DE POBLACIÓN	5 Hab/Vlv.
NUMERO DE VIVIENDAS	45
PERIODO DE DISEÑO	20 Años.
DOTACIÓN [l/Hab/D]	150
CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN	1,83 l/s
FMH (2 - 3)	3
FDM (1,2 - 1,8)	1,8
TUBERIA TIPO P.V.C.	

PLANTA DE DISEÑO GENERAL

ESC: 1/750



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EPS INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS LOS GUAYACANES, LOS RIVERA Y EL QUINEL MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

HOJA No. 3

CONTENIDO: PLANTA DE DISEÑO GENERAL

FECHA: 07-2010

DISEÑO: DANIEL BARRERA

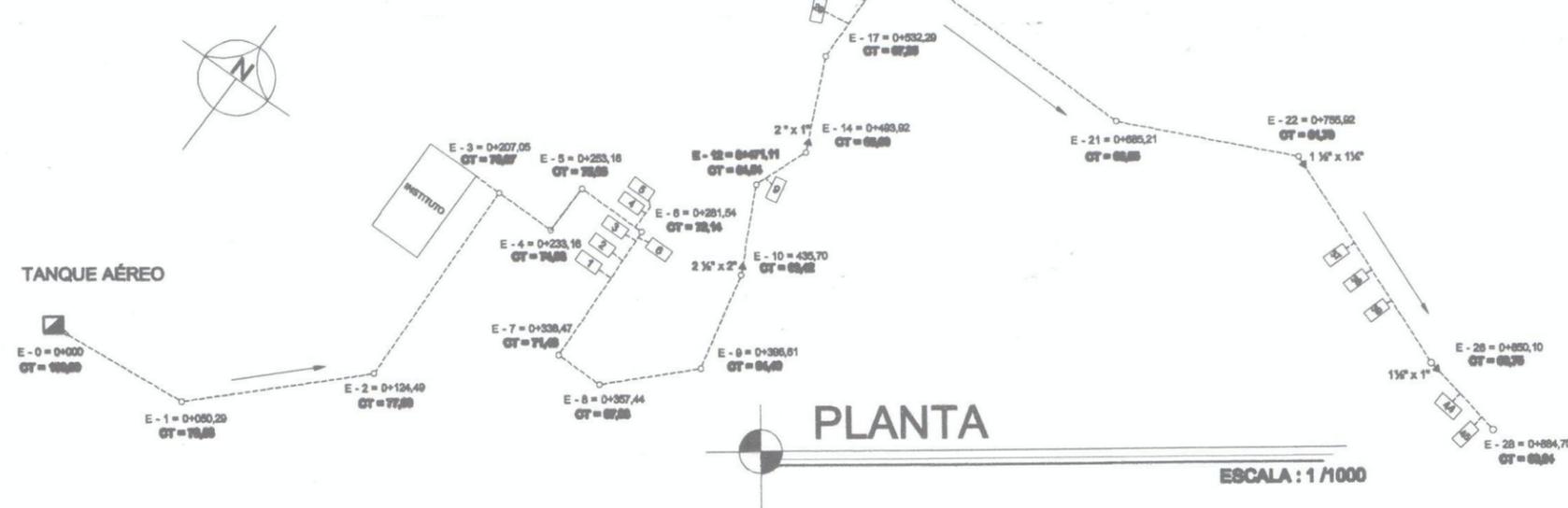
DIBUJO: DANIEL BARRERA

VERIFICADO: DANIEL BARRERA

REVISADO: INDIAGUA

APROBADO:

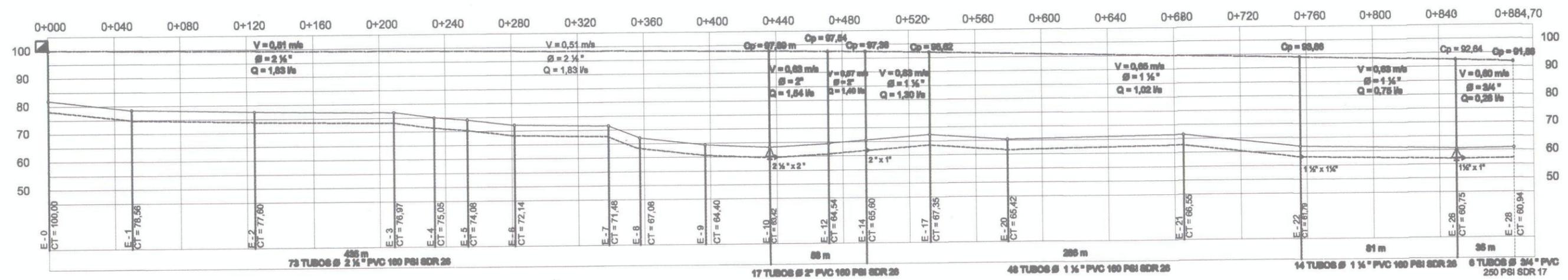




SIMBOLOGÍA	
No.	CONEXIÓN PREDIAL
E - No.	ESTACIÓN
⊗	TANQUE AÉREO
---	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
---	CALLE
V	VELOCIDAD [m/s]
Ø	DIÁMETRO
Q	CAUDAL [l/s]
CT	COTA DE TERRENO
Cp	COTA PIEZOMÉTRICA
⊠	TANQUE AÉREO
○	VÁLVULA DE CONTROL
+	VÁLVULA DE LIMPIEZA
▶	REDUCIDOR

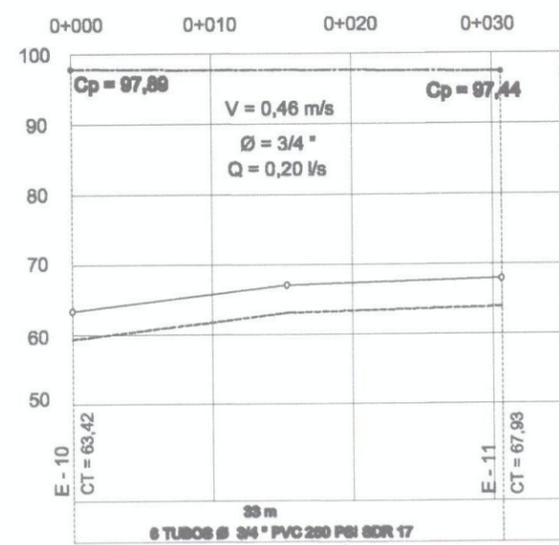
PLANTA

ESCALA : 1 / 1000



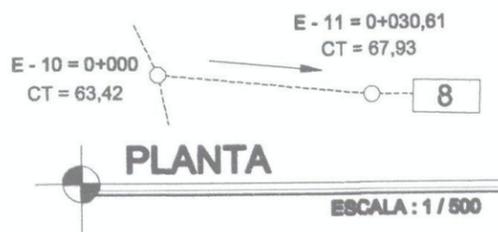
PERFIL

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1250
ESCALA VERTICAL: 1 / 750



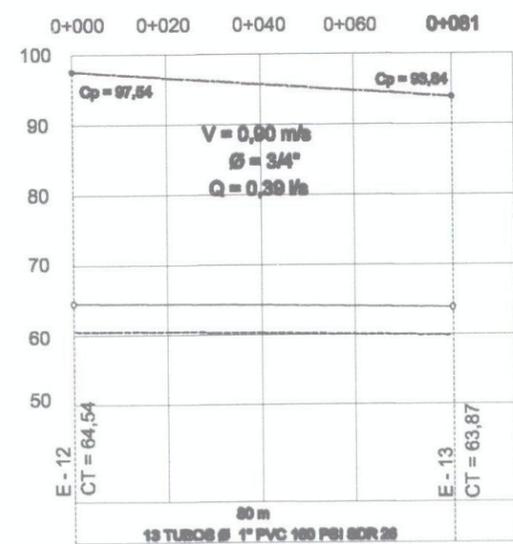
PERFIL TRAMO E - 10 a E - 11

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 250
ESCALA VERTICAL: 1 / 500



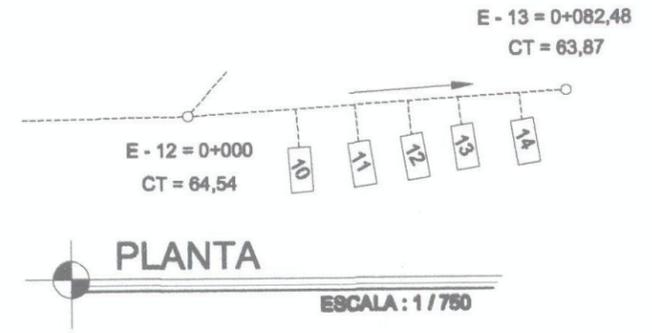
PLANTA

ESCALA : 1 / 500



PERFIL TRAMO E - 12 a E - 13

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 750
ESCALA VERTICAL: 1 / 500



PLANTA

ESCALA : 1 / 750

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

HOJA No. **4**

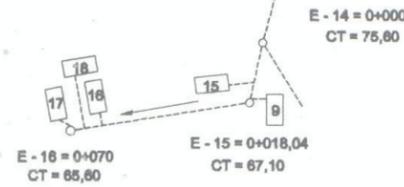
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS LOS GUAYACANES, LOS RIVERA Y EL GENERAL, MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

CONTENIDO: **PLANTA + PERFIL**

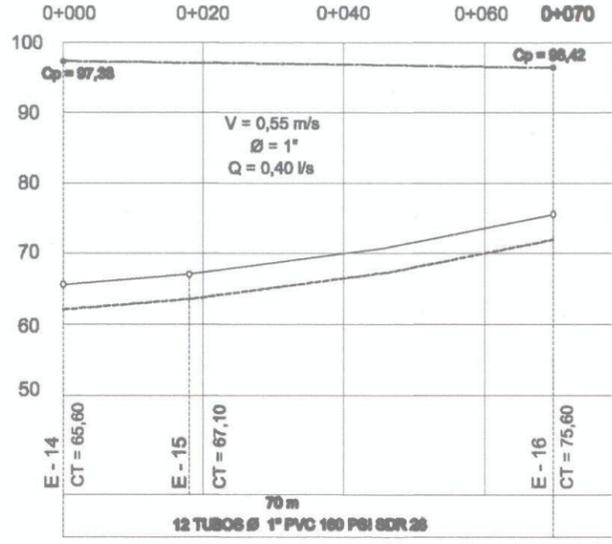
FECHA: 07-2010

APRUBA: DANIEL BARRERA ESPERISTA

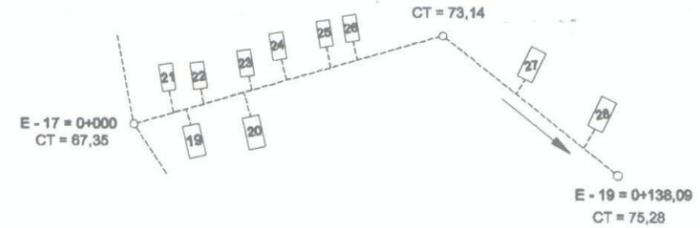
ING. JUAN MERCE ASESOR SUPERVISOR



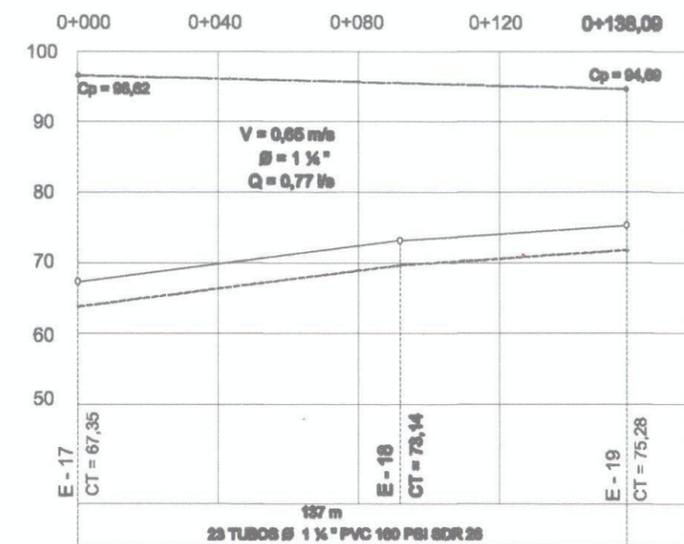
PLANTA
ESCALA: 1 / 750



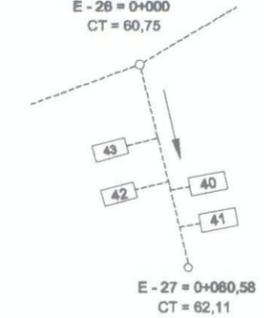
PERFIL TRAMO E - 14 a E - 16
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500
ESCALA VERTICAL: 1 / 500



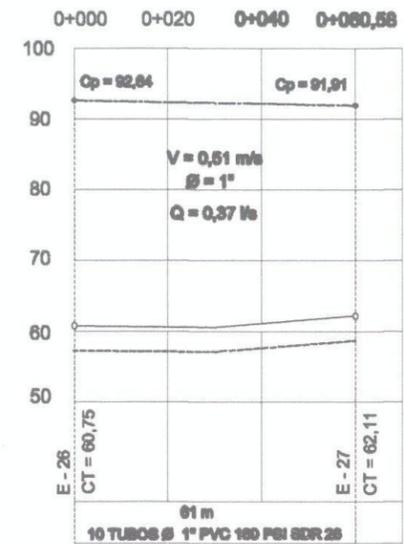
PLANTA
ESCALA: 1 / 750



PERFIL TRAMO E - 17 a E - 19
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000
ESCALA VERTICAL: 1 / 500

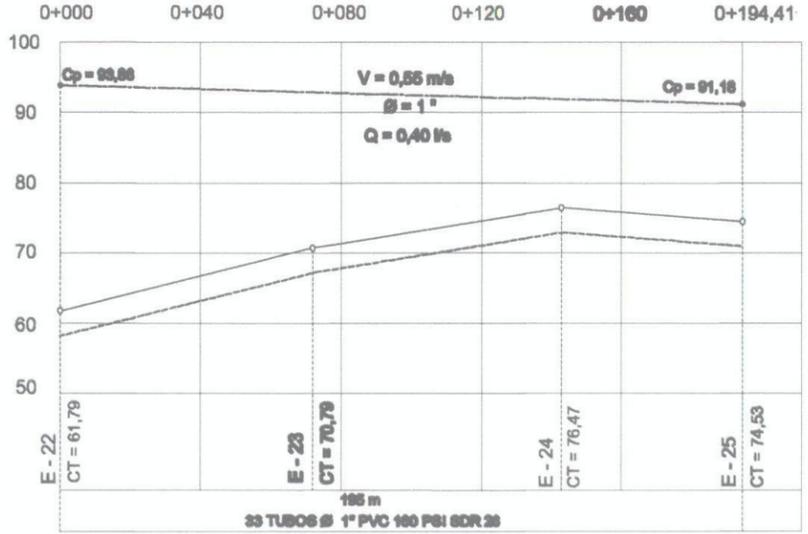


PLANTA
ESCALA: 1 / 750

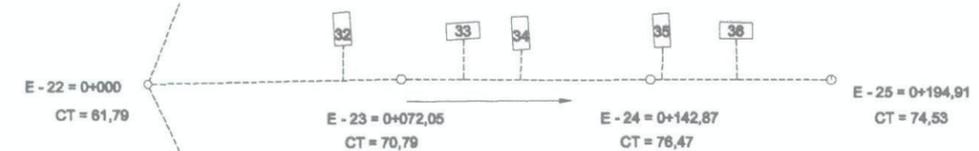


PERFIL TRAMO E - 26 a E - 27
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 750
ESCALA VERTICAL: 1 / 500

SIMBOLOGÍA	
No.	CONEXIÓN PREDIAL
E - No.	ESTACIÓN
⊗	TANQUE AÉREO
—	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
—	CALLE
V	VELOCIDAD [m/s]
Ø	DIÁMETRO
Q	CAUDAL [l/s]
CT	COTA DE TERRENO
Cp	COTA PIEZOMÉTRICA
⊠	TANQUE AÉREO
○	VÁLVULA DE CONTROL
+	VÁLVULA DE LIMPIEZA
▶	REDUCIDOR



PERFIL TRAMO E - 22 a E - 25
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000
ESCALA VERTICAL: 1 / 500



PLANTA
ESCALA: 1 / 750

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EPS INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS LOS GUAYACANES, LOS RIVERA Y EL QUINEL, MUNICIPIO EL JICARO, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

HOJA No. 5 de 6

CONTENIDO: **PLANTA PERFILES**

FECHA: 07-2010

ELABORADO: DANIEL BARRERA
REVISADO: DANIEL BARRERA
APROBADO: DANIEL BARRERA

ASesor Supervisor: DANIEL BARRERA EPIBETA

ANEXOS

1. Características geométricas para tipos de carreteras
2. Especificaciones para curvas circulares para sección típica E-1

Anexo 1. Características geométricas para tipos de carreteras

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VALORES LÍMITES RECOMENDADOS PARA LAS CARRETERAS EN ESTADO FINAL																		
T.P.D. DE CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	ANCHO CALZADA (m)	ANCHO DE TERRACERIA		DERECHO DE VIA (m)	RADIO MÍNIMO (m)	PENDIENTE MÁXIMA (m)	DISTANCIA VISIBILIDAD PARADA		DISTANCIA VISIBILIDAD PASO								
			CORTE (m)	RELLENO (m)				MÍNIMA (m)	RECOMENDADA (m)	MÍNIMA (m)	RECOMENDADA (m)							
3 000 A	100	2 x 7.20	25	24	50	375	3	160	200	700	750							
												ONDULADAS	225	4	110	150	520	550
												MONTAÑOSA	110	5	70	100	350	400
1 500 A	80	7.20	13	12	25	225	6	110	150	520	550							
												ONDULADAS	110	7	70	100	350	400
												MONTAÑOSA	47	8	40	50	180	200
900 A	60	6.50	12	11	25	225	6	110	150	520	550							
												ONDULADAS	110	7	70	100	350	400
												MONTAÑOSA	47	8	40	50	180	200
500 A	40	6.00	11	10	25	225	6	110	150	520	550							
												ONDULADAS	110	7	70	100	350	400
												MONTAÑOSA	47	8	40	50	180	200
100 A	30	5.50	9.50	8.50	26	75	9	55	70	260	300							
												ONDULADAS	47	10	40	30	180	200
												MONTAÑOSA	30	11	30	35	110	150
10 A	40	5.50	9.50	8.5	16	47	10	40	50	180	200							
												ONDULADAS	30	12	30	35	110	150
												MONTAÑOSA	20	14	20	25	50	100

ESTRUCTURAS:
 CARGA:..... HB-15, HB-20, HB-25 Y VEHÍCULO DE DISEÑO T3-52-R4
 ALTURA LIBRE:..... 5.50 m.
 ANCHO DE RODADURA:..... 7.90 m.
 ESFUERZOS UNITARIOS
 CONCRETO CLASE "A": 3,000,000 Libras / Pulgadas cuadradas
 ACERO DE ESFUERZO: 18,000,000 Libras / Pulgadas cuadradas
 ACERO ESTRUCTURAL: 33,000,000 Libras / Pulgadas cuadradas

NOTAS 1.- T.D.P. Promedio de Tráfico Diario.
 2.- La Sección Típica para Carreteras Tipo "A", incluye isla central de 1.50 m. De Ancho.
 3.- Las Características de las estructuras son generales para todos los tipos de la carretera, 800' excepción. De la Típica "A", en donde el ancho es Doble.
 4.- La calidad de la Capa de recubrimiento de la Calzada podrá ser para Carretera Tipo "A", Hormigón, Concreto Asfáltico (Frio o Caliente) o Tratamiento superficial Múltiple; para tipo "B" y "C", Concreto Asfáltico (Frio o Caliente) o Tratamiento superficial Doble; para Tipo "D" Tratamiento Superficial Doble; para Tipo "E", Tratamiento Superficial Simple y para tipo "F", Recubrimiento de material Selecto
 Los Recubrimientos para las Carreteras, desde el Tipo "A" al "E", dependerán de las características Mecánicas del suelo y de las propiedades de los materiales de Construcción de la zona.

Fuente: Dirección General de Caminos.

Anexo 2. Especificaciones para curvas circulares para sección típica
E-1

G	RADIO	20 km/h				30 km/h				40 km/h			
		DB = 10				DB = 11				DB = 12			
		e%	LS	Δ	SA	e%	LS	Δ	SA	e%	LS	Δ	SA
1	1 145,92	0,20	11	0,60	0,00	0,50	17	0,80	0,00	0,80	22	1,10	0,00
2	572,96	0,40	11	1,10	0,00	0,90	17	1,70	0,00	1,60	22	2,20	0,00
3	381,97	0,60	11	1,70	0,00	1,30	17	2,50	0,00	2,30	22	3,30	0,60
4	286,48	0,80	11	2,20	0,00	1,70	17	3,30	0,60	3,00	22	4,40	0,60
5	229,18	1,00	11	2,80	0,00	2,10	17	4,20	0,60	3,70	22	5,60	0,60
6	190,99	1,20	11	3,30	0,60	2,50	17	5,00	0,60	4,40	22	6,70	0,60
7	163,70	1,30	11	3,90	0,60	2,90	17	5,80	0,60	5,00	22	7,80	0,60
8	143,24	1,50	11	4,40	0,60	3,30	17	6,70	0,60	5,50	22	8,90	0,60
9	127,32	1,70	11	5,00	0,60	3,70	17	7,50	0,60	6,10	24	10,60	0,65
10	114,59	1,90	11	5,60	0,60	4,00	17	8,30	0,61	6,60	25	12,70	0,70
11	104,17	2,10	11	6,10	0,60	4,40	17	9,20	0,65	7,00	27	15,00	0,75
12	95,49	2,20	11	6,70	0,60	4,70	17	10,10	0,70	7,50	29	17,40	0,80
13	88,15	2,40	11	7,20	0,64	5,00	18	11,70	0,74	7,90	31	19,80	0,85
14	81,85	2,60	11	7,80	0,68	5,40	19	13,40	0,79	8,20	32	22,40	0,90
15	76,39	2,70	11	8,30	0,72	5,70	20	15,10	0,83	8,60	33	24,90	0,95
16	71,62	2,90	11	8,39	0,76	6,00	21	17,00	0,87	8,90	34	27,50	0,99
17	67,41	3,10	11	9,40	0,80	6,20	22	18,90	0,92	9,10	35	30,10	1,04
18	63,66	3,20	11	10,00	0,84	6,50	23	20,90	0,96	9,40	36	32,60	1,09
19	60,31	3,40	11	10,60	0,88	6,80	24	22,90	1,00	9,50	37	35,20	1,13
20	57,30	3,60	12	11,70	0,92	7,00	25	25	1,05	9,70	38	37,60	1,18
21	54,57	3,70	12	12,80	0,95	7,30	26	26	1,09	9,80	38	40,00	1,23
22	52,09	3,90	13	14,00	0,99	7,50	27	27	1,13	9,90	38	42,30	1,27
23	49,82	4,00	13	15,20	1,03	7,70	28	28	1,17	10,00	39	44,50	1,32
24	47,75	4,20	14	16,40	1,07	7,90	28	28	1,22	10,00	39	46,50	1,36
25	45,84	4,30	14	17,70	1,11	8,10	29	29	1,26				
26	44,07	4,50	15	19,10	1,15	8,30	30	30	1,30				
27	42,44	4,60	15	20,40	1,19	8,50	30	30	1,34				
28	40,93	4,80	16	21,90	1,23	8,70	31	31	1,38				
29	39,51	4,90	16	23,30	1,27	8,80	31	31	1,42				
30	38,20	5,10	17	24,80	1,30	9,00	32	32	1,47				
31	36,97	5,20	17	26,30	1,34	9,10	33	33	1,51				
32	35,81	5,30	17	27,90	1,38	9,30	33	33	1,55				
33	34,72	5,50	18	29,50	1,40	9,40	33	33	1,59				
34	33,70	5,60	18	31,10	1,46	9,50	34	34	1,63				
35	32,74	5,70	19	32,80	1,50	9,60	34	34	1,67				
36	31,83	5,90	19	34,50	1,53	9,70	34	34	1,71				
37	30,97	6,00	20	36,20	1,57	9,80	35	35	1,75				
38	30,16	6,10	20	38,00	1,61	9,80	35	35	1,79				
39	29,38	6,20	20	39,70	1,65	9,90	35	35	1,83				
40	28,65	6,40	21	41,50	1,69	9,90	35	35	1,87				
41	27,95	6,50	21	43,40	1,73	10,00	35	35	1,92				
42	27,28	6,60	22	45,20	1,76	10,00	36	36	1,96				
43	26,65	6,70	22	47,10	1,80	10,00	36	36	2,00				

Fuente: Dirección General de Caminos.