



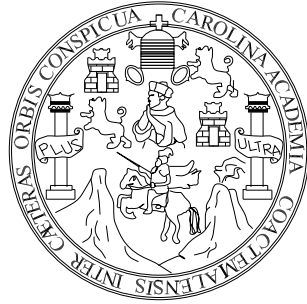
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE CALLES DE LA COMUNIDAD DE SANTIAGO IXCÁN,
MUNICIPIO DE IXCÁN, EL QUICHÉ**

Edgar Eduardo Pérez Cabrera
Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, mayo de 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**“DISEÑO DE CALLES DE LA COMUNIDAD DE SANTIAGO IXCÁN,
MUNICIPIO DE IXCÁN, EL QUICHÉ”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

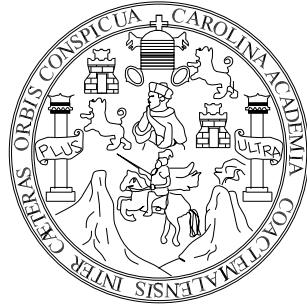
EDGAR EDUARDO PÉREZ CABRERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Carlos Tobar Jiménez
EXAMINADOR	Ing. Julio David Guerra
EXAMINADOR	Ing. Juan Ramón Ordoñez
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

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

DISEÑO DE CALLES DE LA COMUNIDAD DE SANTIAGO IXCÁN, MUNICIPIO DE IXCÁN, EL QUICHÉ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 02 de agosto de 2004.

Edgar Eduardo Pérez Cabrera

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS: Ser supremo, en quien he puesto toda mi confianza, por haberme permitido alcanzar otra meta más en la vida.

MIS PADRES: Trinidad Cabrera Sutuj (Q.E.P.D.) y Vidal Pérez Álvarez. Por brindarme todo el amor y cariño a lo largo de estos años, con eterna gratitud.

MIS ABUELOS: Ignacia Sutuj Paredes
Candelaria Álvarez
Ubaldo Pérez Vicente

MIS HERMANOS: Anser, Hídalía, Sandra, César, y Brian (†), por su apoyo incondicional en todo momento.

MIS SOBRINOS: Denis, Vania, María José, Madeline, Diego, Alejandra, Miranda, Eileen, Meylin. Por todo el cariño que me han brindado.

MIS TÍOS Y PRIMOS

MIS AMIGOS: Heder Arreaga, Nestor, Noé, Paty, Rudy, Hiram, César A., Omar, Geovanny, Oscar, Jairo, Checha, Julio Zamora. Por su amistad invaluable.

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS: por darme la vida, para poder alcanzar mis anhelos.

**FACULTAD DE
INGENIERÍA, USAC:** por permitir que en tus aulas me nutriera de conocimientos y vivencias, con mucho orgullo.

ING. LUIS ALFARO: por el apoyo técnico y moral brindado en el presente trabajo de graduación.

**COMUNIDAD DE
SANTIAGO IXCÁN:** por darme la oportunidad de poner en práctica lo aprendido en las aulas.

EMPRESA COINSE: por su apoyo invaluable.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos de la comunidad de Santiago Ixcán, municipio de Ixcán, El Quiché.	1
1.1.1 Identificación de las necesidades	10
1.1.2 Priorización de las necesidades	11
2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1 Diseño de calles de la comunidad de Santiago Ixcán, municipio de Ixcán, El Quiché	12
2.1.1 Descripción del proyecto	12
2.1.2 Preliminar de campo	12
2.1.2.1 Selección de ruta	13
2.1.2.2 Levantamiento topográfico de preliminar	13
2.1.2.2.1 Tránsito preliminar	14
2.1.2.2.2 Niveles de preliminar	15
2.1.2.2.3 Secciones transversales de preliminar	15
2.1.3 Cálculo topográfico de preliminar	16

2.1.3.1	Cálculo del tránsito de preliminar	17
2.1.3.2	Cálculo de niveles de preliminar	18
2.1.3.3	Cálculo de secciones transversales de preliminar	19
2.1.4	Dibujo de preliminar	20
2.1.5	Diseño de localización	20
2.1.5.1	Diseño de subrasante de preliminar	20
2.1.5.2	Traslado de subrasante a planta	21
2.1.5.3	Diseño de la línea de localización	22
2.1.5.4	Deducción del perfil y afinamiento de diseño	22
2.1.6	Cálculo de localización	23
2.1.6.1	Cálculo de puntos de intersección de localización	23
2.1.6.2	Cálculo de elementos de curva y estacionamientos	23
2.1.7	Movimiento de tierras	27
2.1.7.1	Dibujo de secciones transversales	27
2.1.7.2	Diseño de subrasante	28
2.1.7.3	Determinación de curvas verticales	31
2.1.7.4	Trazo de subrasante	33
2.1.7.5	Dibujo de secciones típicas	34
2.1.7.6	Determinación de áreas por el método Gráfico	36
2.1.7.7	Cálculo de volúmenes	36
2.1.8	Carpeta de rodadura	38
2.1.9	Drenajes	39
2.1.9.1	Ubicación de drenajes	40

2.1.9.2	Localización de drenajes	41
2.1.9.3	Cálculo de áreas de descarga, método racional	42
2.1.9.4	Fórmula auxiliar: Fórmula de Manning	44
2.1.10	Elaboración de planos	45
2.1.11	Impacto ambiental	46
2.1.12	Elaboración de presupuesto	49
	CONCLUSIONES	53
	RECOMENDACIONES	55
	BIBLIOGRAFÍA	57
	APÉNDICE	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Localización geográfica de la comunidad de Santiago Ixcán	5
2. Cálculo de coordenadas topográficas	17
3. Diseño de subrasante de preliminar	21
4. Tipos de curvas verticales	32
5. Representación geométrica para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras	37
6. Planta general comunidad de Santiago Ixcán	60
7. Planta-perfil tramo 1 estación 0+00 – 0+770	61
8. Planta-perfil tramo 1 estación 0+770 – 1+344.44	62
9. Planta-perfil tramo 2 estación 0+00 – 0+440	63
10. Planta-perfil tramo 2 estación 0+440 – 870.94	64
11. Planta-perfil tramo 3 estación 0+00 – 0+620.94	65
12. Planta-perfil tramo 4 estación 0+00 – 0+741.48	66
13. Planta-perfil tramo 5 estación 0+00 – 0+482.71	67
14. Secciones transversales	68
15. Detalles sección típica y drenajes	69

TABLAS

I	Libreta de tránsito de preliminar	14
II	Libreta de secciones transversales de preliminar	16
III	Libreta de nivelación de preliminar	19
IV	Valores de K, según velocidad de diseño	32
V	Tabla de relaciones para dibujo de taludes	35
VI	Graduación uniforme de balasto	39
VII	Cuadro de integración de costos	51

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área de cuenca en hectáreas (para $Q=CiA$)
a	Diferencia algebraica entre pendientes (para $LCV=k*a$)
AI	Altura de instrumento
Az	Azimut
BM	Banco de marca
c	Coeficiente de escorrentía
Cm	Cuerda máxima
d	Diámetro en metros
D	Distancia en metros
E	External
e	Espesor de capa
Est.	Estación
F.C.	Factor de carga
g	Tipo de carretera según clasificación de D.G.C.
G	Grado de curvatura en curva horizontal
gpm	Galones por minuto
H	Diferencia de alturas
i	Intensidad promedio de lluvia
K	Constante adimensional en el diseño de curvas verticales
Kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
Kg/ton	Kilogramo por tonelada
KPH	Kilómetros por hora
L	Longitud de cauce principal en kilómetros
Lb/pie³	Libra por pie cúbico

LCV	Longitud de curva vertical
LC	Longitud de curva horizontal
m³/hora	Metro cúbico por hora
mm	Milímetros
mm/hr	Milímetros por hora
n	Coeficiente de rugosidad
OM	Ordenada media
P.O.	Punto observado
PC	Principio de curva
PI	Punto de intersección
PIV	Punto de intersección vertical
PT	Principio de tangente
PV	Punto de vuelta
Q	Caudal en metros cúbicos por segundo
R	Radio en curva horizontal
Rh	Radio hidráulico (para fórmula de Manning)
St	Subtangente
S%	Pendiente en porcentaje
t	Tiempo de concentración en minutos
V	Velocidad en metros por segundo
Vad	Vista adelante
Vat	Vista atrás
y³	Yarda cúbica
Δ	Deflexión entre dos tangentes
π	Constante PI = 3.1416

GLOSARIO

Azimut	Coordenada definida como el arco de horizonte, medido en sentido horario de 0° a 360°.
Altimetría	Parte de la topografía que se ocupa de la determinación de niveles de una superficie, con las indicaciones necesarias para asignar a cada punto su cota correspondiente.
Balasto	Material seleccionado (grava, roca triturada, escorias volcánicas, roca caliza, caliche), colocado en la plataforma de la vía, para distribuir las cargas, utilizada como superficie de rodadura.
Banco de Marca	Punto de altimetría, cuya altura se conoce y se utilizará para determinar las alturas siguientes.
Bioteología	Uso de materia viva (comúnmente vegetación), para la estabilización de pendientes en el control de la erosión.
Cárcava	Hoyo o zanja que se hace por causa de la erosión, comúnmente debido por avenidas de agua.

Cárstica	Tipo de relieve producido en macizos calcáreos por la acción disolvente de las aguas superficiales y subterráneas.
Deflexión	Cambio de dirección.
D.G.C.	Dirección General de Caminos.
Erosión	Conjunto de procesos geológicos externos que tienden a modificar las formas y los relieves del suelo.
Escorrentía	Circulación libre del agua de lluvia sobre la superficie del terreno.
Gavión	Caja de alambre galvanizado rellena de grava.
Grado máximo de curvatura	Según el tipo de carretera, se fija un grado máximo de curva a usarse. Éste debe llenar las condiciones de seguridad para el tránsito a la velocidad de diseño.
Hábitat	Conjunto local de condiciones geofísicas en que se desarrolla la vida de una especie o de una comunidad animal o vegetal.
Roza	Limpiar un terreno de plantas inútiles antes de labrarlo, normalmente utilizando la acción del fuego.

Sección típica	Es la representación gráfica transversal y acotada, que muestra las partes componentes de una carretera.
Subrasante	Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de una carretera, tangentes y curvas verticales.
Talud	Inclinación de un terreno que pertenece a la sección típica; que delimita los volúmenes de corte, comprendida entre la cuneta y el terreno original.
Taquimetría	Procedimiento simplificado de levantamiento de planos que se realiza mediante el taquímetro.
Tiempo de concentración	Tiempo que utiliza una gota de agua en llegar desde el punto más lejano de la cuenca hasta alcanzar el punto de descarga.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, contiene un informe sobre la comunidad de Santiago Ixcán, que integra la microregión III, en el municipio de Ixcán, El Quiché, en el cual se desarrolló la investigación diagnóstica sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos de la región en cuestión.

Como resultado de ésta investigación se determinó que deberá atenderse lo siguiente:

La comunidad de Santiago Ixcán, tiene como prioridad, el diseño de calles del lugar, por lo que se hizo el estudio técnico correspondiente, que incluye, topografía, diseño geométrico, movimiento de tierras, drenajes, elaboración de planos y presupuesto.

OBJETIVOS

General

Diseño de calles para la comunidad de Santiago Ixcán, municipio de Ixcán, el Quiché.

Específicos

1. Desarrollar una investigación diagnóstica, sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la comunidad de Santiago Ixcán, municipio de Ixcán, el Quiché.
2. Capacitar a los miembros del comité Pro-mejoramiento de Santiago Ixcán, sobre aspectos de mantenimiento de calles.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo contiene la elaboración de un proyecto de diseño de calles en la comunidad de Santiago Ixcán, del municipio de Ixcán, del departamento de El Quiché. Ésta comunidad en la actualidad no cuenta con la infraestructura vial necesaria para el desarrollo de la población.

Al realizarse éste proyecto, los beneficios que se podrían obtener serían la prestación de servicio eléctrico, mejoramiento de sistemas de agua potable, acceso a la educación, acceso a mercados para productos agrícolas, apoyo técnico de agencias gubernamentales locales.

El informe final está conformado por los siguientes capítulos:

Capítulo 1, presenta una investigación diagnóstica sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos de la comunidad de Santiago Ixcán,

En el capítulo 2, se presentan los aspectos técnicos que intervienen en el diseño de calles de la comunidad de Santiago Ixcán. En la parte final se presentan las conclusiones y recomendaciones, planos y presupuesto respectivo.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

A continuación se detallan aspectos que se relacionan con la monografía realizada en el municipio de Ixcán, El Quiché, en donde se realizó éste trabajo de graduación.

Aquí se detallan todos aquellos elementos característicos del lugar como su historia, ubicación geográfica, hidrografía, religión, etc.

Características del Municipio de Ixcán, El Quiché. El departamento de El Quiché pertenece a la región VII Nor-occidente, al igual que el departamento de Huehuetenango. Ixcán es uno de los 21 municipios que integran el departamento de El Quiché, localizado en la parte Nor-occidental de la cabecera departamental, con una altitud de 280 metros sobre el nivel mar, y una extensión territorial de 1,575 kilómetros cuadrados, que representa el 18% de la extensión departamental (8,600 kilómetros cuadrados).

Etimología. Se tienen diferentes versiones de la etimología de la palabra Ixcán, cada una considerando la visión de los diferentes pueblos mayas ubicados en el municipio. Para los **kaqchikeles** el término Ixcán significa Mujer Serpiente o Madre Serpiente, haciendo referencia a la forma de serpiente que toma el río Chixoy y el río Ixcán. En el idioma **Canjob'al**, Ixcán significa tierra

de muchos relámpagos y muchas lluvias, seguramente haciendo referencia a esta característica del municipio sobre todo en el inicio de la época de lluvias.

Ubicación geográfica del municipio de Ixcán, el Quiché. Sus límites territoriales son: Al norte, con los Estados Unidos Mexicanos. Al este, con los municipios de Cobán y Chiséc, del departamento de Alta Verapaz. Al oeste, con el municipio de Santa Cruz Barillas del departamento de Huehuetenango. Al sur, con los municipios de Chajul y San Miguel Uspantán del departamento de El Quiché.

Distancia del municipio a la capital: La distancia de la ciudad capital de Guatemala a la cabecera del municipio es de 374 kilómetros Vía Cobán – Chiséc, en el departamento de Alta Verapaz, de los cuales 297 kilómetros son asfaltados y 77 kilómetros son de terracería. Existe una ruta alterna que tiene 350 kilómetros de la ciudad de Guatemala a la cabecera municipal de Ixcán, vía Cobán – Cubilhuitz – aldea Salacuín, Alta Verapaz, de los cuales 272 kilómetros están asfaltados y 78 kilómetros son terracería.

Hidrografía. Se destacan cuatro cauces en el Municipio, siendo éstos: el río Ixcán, río Xalbal, río Tzejá y el río Chixoy o Negro.

El más importante es el río Chixoy o Negro que sirve de límite, tanto municipal, como entre los departamentos de El Quiché y Alta Verapaz.

Fiesta Titular: La fiesta titular se celebra del 10 al 16 de mayo respectivamente, en honor a San Isidro Labrador, patrono de los agricultores. Durante la fiesta patronal se realizan actividades deportivas, sociales y comerciales.

Religión. Católica, Evangélica, Mormona, Testigos de Jehová, y Adventista. Predominando la religión Católica.

Idioma. Más del 70 por ciento de la población pertenece a una de las muchas etnias indígenas del lugar, el resto de la población es ladina.

Vías de telecomunicación. Cuenta con servicio de telefonía, correos y telégrafos, radio y televisión.

Transporte. Terrestre, de Cobán a Playa Grande y viceversa.

1.1 Investigación diagnóstica sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos de la comunidad de Santiago Ixcán del municipio de Ixcán, El Quiché.

Breve reseña histórica. Santiago Ixcán fue fundado en el año 1958 con la llegada de solo diez familias provenientes de varias partes en busca de tierras. Hasta en 1964, fueron llegando más y establecieron una base de

desarrollo comunitario, como la organización misma de la comunidad. Poco después se vió la necesidad de solicitar la intervención del INTA. (Instituto de Transformación Agraria). Se fundó una cooperativa llamada “Unidad Santiaguense” estuvo al alcance de todos los que allí vivían, específicamente en producción y comercialización agrícola. En 1974 fue construida la primera escuela primaria, lamentablemente fue suspendida por la agudización del conflicto armado interno. Este acontecimiento arrastró con todos los trabajos iniciados para el desarrollo de la comunidad y de las personas en particular. Los primeros pobladores que vinieron a ésta comunidad eran provenientes de Santiago Momostenango.

División política del municipio. Ixcán como región formaba parte del Municipio de San Miguel Uspantán, pero debido a las presiones socio-políticas que imperaban en el área, fue elevado a categoría de municipio, según consta en el **Acuerdo Gubernativo 772-85, de fecha 21 de agosto de 1985**. El municipio se encuentra organizado en 7 microregiones (estructura implementada en la década de los noventa por PRODERE), en las que se distribuyen las 175 comunidades.

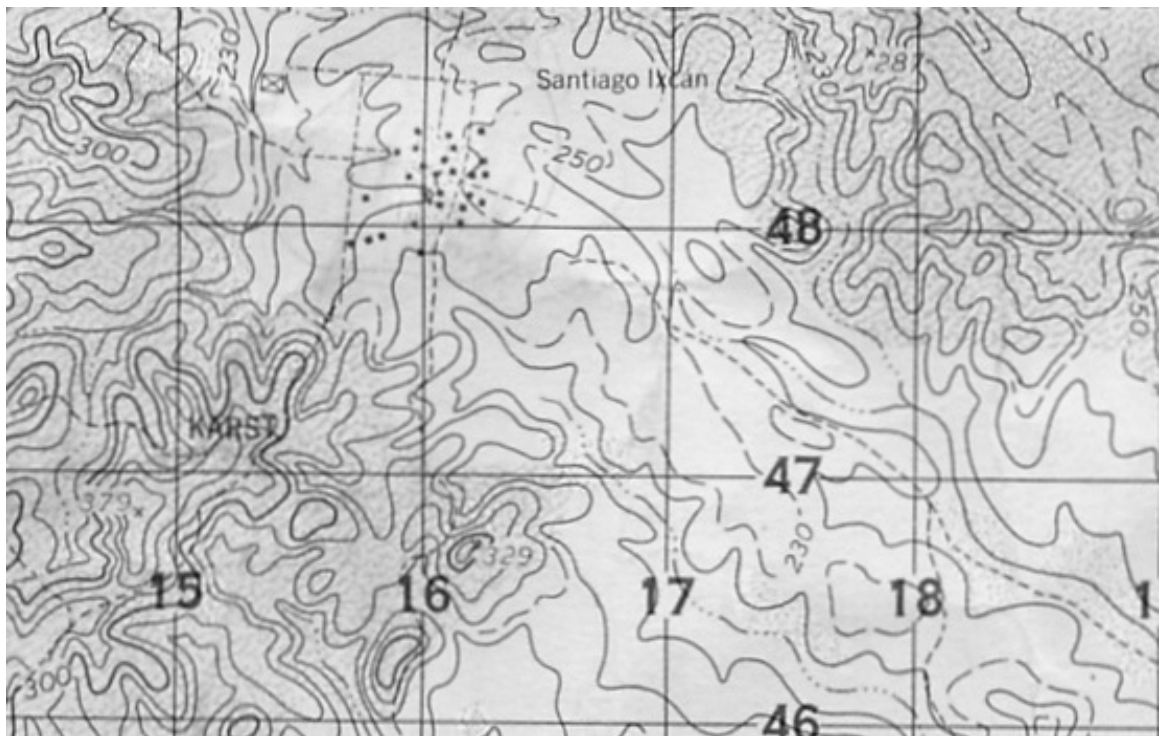
Ubicación geográfica y situación demográfica. La microregión III esta conformada por las siguientes comunidades:

- Santiago Ixcán (sede de la micro región III)
- San Juan Ixcán
- Kaibil Balám
- San Antonio Tzejá

- Santa Maria Tzejá
- Monterrey
- Santa María Dolores

Santiago Ixcán se encuentra ubicado en el municipio de Ixcán, El Quiché, con las siguientes coordenadas geodésicas: latitud $15^{\circ} 48' 05''\text{N}$, longitud $90^{\circ} 59' 00''\text{W}$, con una extensión aproximada de 106 caballerías (47.83 kilómetros cuadrados). Se encuentra a una altura de 240 metros sobre el nivel del mar, y a una distancia de 400 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala, y a 28 kilómetros de la cabecera municipal de Ixcán, el Quiché.

Figura 1. Localización geográfica de la comunidad de Santiago Ixcán.



La comunidad de Santiago Ixcán limita al norte con Kaibil Balám, al sur con San Juan Ixcán, al este con San Antonio Tzejá, y al oeste con Nuevo Sinaí.

Aspectos económicos y actividades productivas. La economía en la región es impulsada principalmente por el sector agrícola, con el cultivo del cardamomo, mientras que el cultivo del maíz, frijol, arroz, y otros cultivos son utilizados para consumo familiar.

Actividad agropecuaria y comercial. Uso de la tierra: El suelo en que se ubica Santiago Ixcán es de naturaleza cárstica (calcárea), es una zona geológicamente joven, pues surge a finales de la era terciaria debido al choque de placas tectónicas, lo que provocó el levantamiento del estrecho suelo marino existente entre Norteamérica y Centroamérica. Las unidades bioclimáticas y los suelos predominantes en la comunidad poseen las características siguientes:

Bosque subtropical húmedo a muy húmedo

Altitud: 240 a 400 metros sobre el nivel del mar

Precipitación pluvial anual: 1,500 a 4,000 milímetros

Temperatura media anual: 25 a 32 grados Celsius

Suelos: La mayoría de los suelos de Ixcán son de vocación forestal y muy susceptible a la erosión, profundos y bien drenados, desarrollados a partir de piedra caliza, textura arcillosa, profundidad media de 20 centímetros, y el subsuelo de 50 centímetros. Aproximadamente el 85 % del suelo es accidentado lo cual produce fuertes pendientes, no así el 15 % restante que es tierra plana.

Actividad agropecuaria. El territorio destinado a la producción agrícola se dedica a los siguientes cultivos:

Granos. Maíz, frijol, arroz, cardamomo. El cardamomo es el cultivo al que la mayor parte de agricultores de Santiago Ixcán se dedican, ya que éste es muy cotizado en Cobán, Alta Verapaz. Debido a la falta de tecnología adecuada y cuidado de este producto solo se cosecha aproximadamente tres quintales por cuerda. El maíz y el frijol en un 95% son destinados para el consumo familiar, el resto es comercializado localmente.

La producción pecuaria es mínima, quedando limitada a la crianza avícola, porcina y mular. La producción avícola está constituida por aves de corral (gallinas, patos, pavos) el 100% de estos productos son de consumo familiar. De la producción porcina el 75% está destinado a la comercialización local, mientras que el resto es de consumo familiar.

Infraestructura. La infraestructura que contribuye social y económicamente a la población es la siguiente:

Sistema vial. El acceso a Santiago Ixcán se hace por medio de carretera de terracería desde la cabecera municipal, habiendo una distancia de 28 kilómetros, los cuales se hacen en carro en 2 horas. Ésta vía es transitable todo el año.

Mercado. En Santiago Ixcán no existe mercado, por lo que las familias adquieren los productos que necesitan en la cabecera municipal de Playa Grande, además, no cuentan con la infraestructura necesaria para realizarlo.

Instalaciones. El área que ocupan las viviendas es el 5% de la extensión total de la comunidad, la cual cuenta con 166 viviendas. El promedio de personas por vivienda es de 7, siendo éstas de uno o dos ambientes, por lo que en muchas de ellas existe hacinamiento, ya que viven más de 3 personas por sala de la casa. Las viviendas están construidas principalmente de madera, pero también las hay de block, en los siguientes porcentajes 64% y 36% respectivamente. Todos los techos en la comunidad son de lámina.

La energía eléctrica está disponible en 40 viviendas de la comunidad (24%), por medio de paneles solares, mientras que las restantes (76%), carecen de éste servicio. La aldea Santiago Ixcán cuenta con servicio de agua potable, desde el año 1998, el cual beneficia a 122 viviendas (74%). El suministro de agua no siempre es constante por que la comunidad es grande. El resto de hogares se abastecen de agua por medio de pozos. Para la eliminación de desechos líquidos, heces fecales principalmente, 30 viviendas (18%) cuenta con letrinas, el 82% con pozos ciegos. Pero las aguas servidas van a dar a flor de tierra contaminando el recurso suelo.

Salud. La comunidad cuenta con un puesto de salud, con la presencia de dos enfermeros y un médico, que atienden en el puesto de salud de lunes a viernes todo el año. Además, se cuenta con un promotor de salud, cinco comadronas capacitadas y cinco comadronas tradicionales, a los cuales acuden las personas en busca de asistencia ante diversas enfermedades comunes o para la atención de las mujeres embarazadas y el parto, en el caso de las comadronas.

Transporte. Para movilizarse hacia Playa Grande, disponen de transporte público por carretera, el cual sale a partir de las 4 de la mañana y regresa a las 10, haciendo un recorrido al día.

Cementerio. Existen dos dentro de la comunidad.

Deportes. Cuentan con cancha para la práctica de fútbol, básquetbol, y voleibol.

Religión. De todos los habitantes de la comunidad de Santiago Ixcán se calcula que el 65 % pertenecen a la religión católica, 25 % a la religión evangélica, mientras que el 10 % no participan en ninguna actividad religiosa.

Idioma. El idioma predominante en las familias es El Quiché (75%), el Ixil (10%), el Mam (5%), el Qeqchí (4%), el Canjob'al (3%), y el 3% restante que habla español.

Comunicaciones y turismo. La oficina de correos y telégrafos más cercana se encuentra a 28 Kilómetros en la cabecera municipal. Santiago Ixcán cuenta con servicio de telefonía celular, esto ha favorecido a la comunidad en casos de emergencias.

No existe un lugar en la comunidad que pueda ser considerado como centro de atracción turística.

Educación. Santiago Ixcán cuenta con tres edificios escolares del nivel primario con anexo de preprimaria, y un edificio destinado para el instituto básico telesecundaria. Los edificios presentan carencias, principalmente de aulas, pupitres, y pizarras. La educación se imparte de forma monolingüe, teniendo el español como idioma de enseñanza. El nivel de escolaridad de los habitantes de la comunidad Santiago Ixcán es muy bajo, ya que la mayor parte de la población adulta no tuvo posibilidades de recibir educación primaria.

1.1.1 Identificación de las necesidades

Por medio del diagnóstico comunitario, se pudo establecer que las necesidades básicas de la comunidad, se enfatiza en los sectores de vías de comunicación, educación y salud.

La comunidad cuenta con las siguientes obras de infraestructura: Agua potable, puesto de salud, escuela primaria y telesecundaria, camino de acceso

a la población, y sede de la microregión III. De acuerdo a la información obtenida en la fase de diagnóstico, así como de la aportada por el alcalde auxiliar y personas de la aldea, las necesidades más urgentes a cubrir son:

- Diseño de calles de la comunidad
- Ampliación de instalaciones del instituto de telesecundaria, para dar cabida al magisterio
- Introducción de letrinas mejoradas
- Construcción de salón comunal

1.1.2 Priorización de las necesidades

Basado en los criterios demográficos, socio-económicos, población a beneficiar, se determinó la priorización de las necesidades para la comunidad y son las siguientes: diseño de calles de la comunidad, ampliación del instituto de telesecundaria, y letrización.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de calles de la comunidad de Santiago Ixcán, municipio de Ixcán, El Quiché.

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de calles de la comunidad de Santiago Ixcán del municipio de Ixcán, El Quiché, la cual tiene una longitud de 4,060.50 metros. La población a beneficiar directamente es de 166 familias, las cuales serán beneficiadas por la construcción del mismo.

Santiago Ixcán está organizado en lotes parcelarios, por lo cual el diseño de calles está adaptado al de una carretera tipo g, adecuada para una región montañosa, velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora, tránsito promedio diario de 10 a 100 vehículos diarios, y ancho de calzada de 4 metros.

2.1.2 Preliminar de campo

Consiste en la obtención de información de campo para realizar el diseño en gabinete, es una serie de procesos de los cuales depende en gran parte el

tipo de diseño que se realice, ya que en ésta se efectúa la selección de ruta y el levantamiento topográfico.

2.1.2.1 Selección de ruta

Éste proceso se realiza tomando dos puntos de unión, por medio del método de círculos concéntricos y la conservación de la pendiente en mapas cartográficos en escala 1:50,000.

Para el trazo, se toma en cuenta la topografía del terreno, los controles primarios y secundarios, la pendiente máxima que para este caso es del 17%, cuidando a la vez realizar el menor movimiento de tierras.

2.1.2.2 Levantamiento topográfico de preliminar

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

- Punto de partida
- Azimut o rumbo de salida
- Kilometraje de salida
- Cota de salida del terreno

Al realizar éste levantamiento, se debe tener cuidado de obtener un grado de precisión razonable, y de referenciar cualquier accidente geográfico que pudiera afectar la localización final de la carretera. Para cada levantamiento de preliminar, se debe tomar en el campo: tránsito preliminar, niveles de preliminar secciones transversales de preliminar, radiaciones y referencias.

2.1.2.2.1 Tránsito preliminar

El trazo del tránsito de preliminar, se realizó por medio del método de deflexiones, éste se llevó a cabo utilizando un teodolito marca Wild T-1, plomadas y cinta métrica.

El punto inicial se hizo localizando el norte magnético, el cual se dejó referenciado por medio de dos mojones a ocho y cinco metros del mojón de salida, para su posterior localización. Mientras que las estaciones se dejaron referenciadas con estacas, cada una con un clavo en su centro. A continuación se presenta un ejemplo de los datos levantados en campo:

Tabla I. Libreta de tránsito de preliminar

Estación	P.O.	Deflexión (Δ)	Distancia (m)
E7	E8	3°23'55" D.D.	26.15
E8	E9	9°53'30" D.I.	28.92
E9	E10	38°56'30" D.I.	27.00

2.1.2.2 Niveles de preliminar

La nivelación se efectuó tomando diferencias de nivel a cada 20 metros o menos según la topografía del terreno, y en todo punto fijado en el trazo de la línea central, ésta nivelación se realizó usando el método taquimétrico sobre la línea del eje central.

En éste caso no existe un banco de marca (BM) cercano a la comunidad, por lo cual se tomó como banco de marca el mojón de arranque, al cual se le puede dar una cota arbitraria para efectuar la nivelación.

2.1.2.3 Secciones transversales de preliminar

El objetivo de las secciones transversales, es el de determinar la topografía del área de estudio, para lograr un diseño apropiado a dichas condiciones.

Los datos se obtuvieron con ayuda del teodolito, utilizando el método taquimétrico, se trazaron perpendiculares a cada 20 metros de la línea central y a 10 metros o menos, según la topografía del terreno, la longitud de las secciones se hizo de por lo menos 8 metros a cada lado del eje central.

Para completar la información, se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

- Localización de probables drenajes.
- Tipo de material que existe en el área de estudio.
- Características de los puntos obligados.
- Descripción de los terrenos atravesados para fines de derecho de vía, con la clase de cultivo que hay en ellos, indicando si son propiedad privada o del estado.
- Características de las construcciones que se encuentran dentro del área de estudio.

A continuación se muestra un ejemplo de libreta de secciones transversales de preliminar:

Tabla II. Libreta de secciones transversales de preliminar

LI2	DI2	LI1	LI1	E	DD1	LD1	DD2	LD2	OBSERVACIÓN
-1.03	8.00	-0.52	5.00	24	4.50	0.15	7.00	0.75	ARCILLOSO
1.02	9.50	0.51	4.00	25	5.00	0.32	8.50	0.65	ARCILLOSO
-0.25	7.50	0.15	6.00	26	6.50	0.85	9.00	1.23	ARCILLOSO

2.1.3 Cálculo topográfico de preliminar

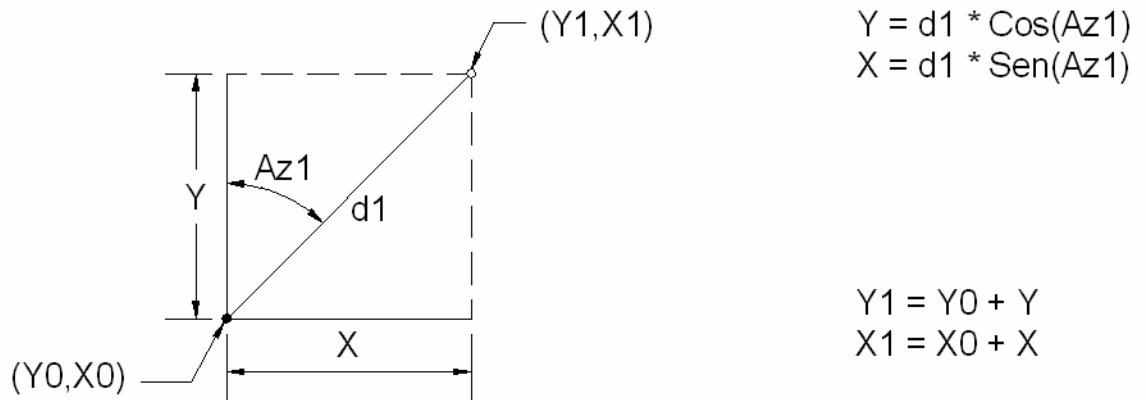
Una vez recopilada la información del levantamiento topográfico, se procede al trabajo de gabinete, estos trabajos se detallan a continuación.

2.1.3.1 Cálculo del tránsito preliminar

Con la información de campo, se realiza el cálculo de la libreta de tránsito, luego se calculan las coordenadas parciales, en cada punto de intersección, conociendo la distancia y el rumbo o azimut entre cada uno.

Para el cálculo de coordenadas, es recomendable colocar un valor inicial de 10,000 en X, y 10,000 en Y, para evitar tener coordenadas con signos negativos que dificultan el cálculo.

Figura 2. Cálculo de coordenadas topográficas.



Ejemplo de cálculo de coordenadas:

De E-0 a E-1

Coordenadas parciales

$$\begin{aligned} Y &= d * \text{Cos}(Az) \\ &= 80.00 * \text{Cos}(109^{\circ}58'40'') \\ &= -27.33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x &= d * \text{Sen}(Az) \\ &= 80.00 * \text{Sen}(109^{\circ}58'40'') \\ &= 75.17 \end{aligned}$$

Coordenadas totales

$$\begin{aligned} Y1 &= Y0 + y \\ &= 10,000 - 27.33 \\ &= 9,972.67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X1 &= X0 + x \\ &= 10,000 + 75.17 \\ &= 10,075.17 \end{aligned}$$

Al tener todas las coordenadas se procede a trazar la planta de la preliminar, como se muestra en los planos planta-perfil.

2.1.3.2 Cálculo de niveles de preliminar

La nivelación consiste en calcular las elevaciones de las estaciones de la línea central, ésta se llevó a cabo por el método diferencial. Utilizando las siguientes fórmulas:

$$AI - VAd = \text{Elevación}$$

$$\text{Elevación} + Vat = AI$$

Tabla III. Libreta de nivelación de preliminar.

P.O.	Vat (+)	AI	Vad (-)	PV	COTA
BM	1.683	1848.32			1850
0+000			3.62		1844.70
0+020			2.24		1846.08
0+040			0.73		1847.59
0+060 (P.V.)	3.974	1852.194		.105	1848.22
E1			3.67		1848.52

AI = Altura de instrumento

Vad = Vista adelante

Vat = Vista atrás

PV = Punto de vuelta.

2.1.3.3 Cálculo de secciones transversales de preliminar

Este cálculo se realizó tomando en cuenta los datos obtenidos de la nivelación del eje central, seccionando a cada 20 metros sobre el eje central y a 8 metros en ambos lados, para determinar el volumen de corte y relleno para la construcción de las calles.

El cálculo consiste en obtener las cotas de los puntos medidos, referenciados a las cotas obtenidas en el eje central.

2.1.4 Dibujo preliminar

Consiste en plasmar los datos topográficos calculados de preliminar a un dibujo, el cual se desarrolla por medio de la planta y el perfil.

2.1.5 Diseño de localización

Consiste en diseñar la línea de localización, la cual será la definitiva para el proyecto, ésta se realizará con todos los datos que se obtuvieron en campo. Para realizar la línea se seguirán los siguientes pasos.

- Diseño de subrasante de preliminar
- Traslado de subrasante a planta
- Diseño de la línea de localización
- Dedución de perfil y afinamiento de diseño

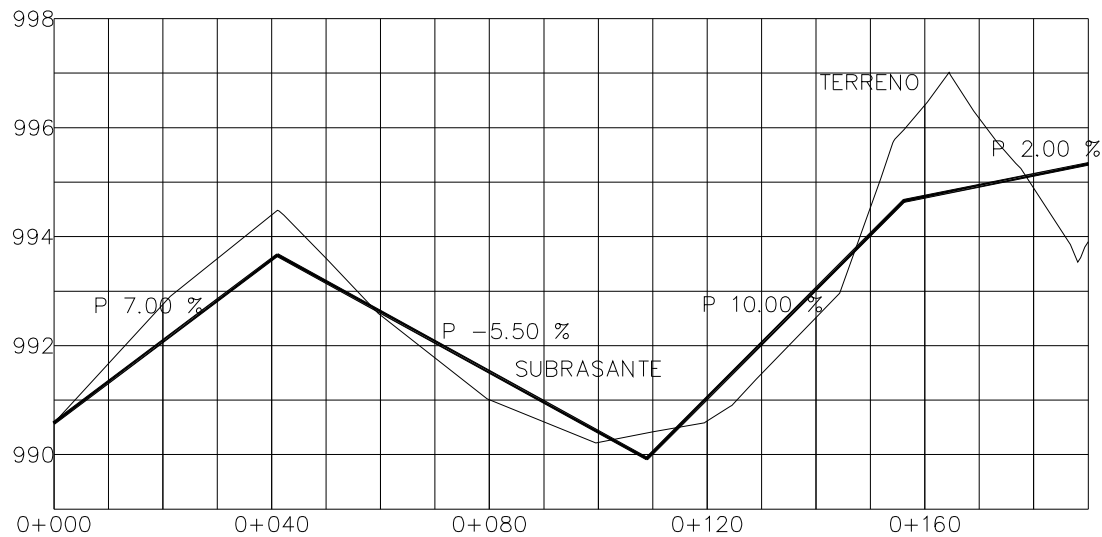
2.1.5.1 Diseño de subrasante de preliminar

Esta subrasante se diseñará sobre el perfil de preliminar, trazando tangentes para el diseño de la misma, el diseño no debe de exceder la pendiente máxima permitida en éste caso de 17%, en cada cambio de pendiente, se determinará la longitud de curva vertical mínima, en base de la velocidad de diseño.

El objetivo de ésta subrasante es fijar una línea base sobre la cual se tratará de ajustar el perfil de la línea final de localización, diseñando sobre el perfil una nueva subrasante que cumpla con los requisitos de pendiente máxima, así como en el balance en movimiento de tierras.

Se realizará sobre papel milimetrado, dibujando el perfil del terreno y a una escala horizontal 1:1000 y vertical 1:100.

Figura 3. Diseño de subrasante de preliminar.



2.1.5.2 Traslado de subrasante a planta

Del perfil donde se diseñó la subrasante se obtiene la elevación de ésta para cada estación, buscando dicha elevación en la planta de preliminar sobre la sección transversal de la misma estación, la curva de nivel correspondiente

exacta se marca con un punto, el mismo proceso se aplica en todas las demás estaciones, uniendo todos los puntos con línea discontinua dando por resultado una línea que servirá al diseñador para aproximar la línea de localización.

2.1.5.3 Diseño de la línea de localización

Se efectúa por tanteos, tratando en lo posible seguir la línea fijada por la curva de la subrasante trasladada del perfil a la planta.

Las curvas de diseño deben de adaptarse lo mejor posible a las características del terreno y a la curva de la subrasante, luego se une con tangentes los extremos de las curvas, moviendo ambas (curvas y tangentes), hasta que el proyecto sea lógico.

2.1.5.4 Deducción del perfil y afinamiento del diseño

Para la deducción del perfil se debe de marcar estacionamientos a cada 20 metros, cada estación tendrá una elevación, estas elevaciones se colocan en el perfil de preliminar para cada estación correspondiente, uniendo estos puntos con una nueva línea punteada. Trazando sobre este nuevo perfil una nueva subrasante, teniendo siempre en cuenta las especificaciones de diseño. El diseño de alineamiento horizontal y vertical son dependientes uno del otro, ya que un mal diseño en uno de los dos repercute en el otro, y viceversa, esto en criterios de seguridad y economía.

2.1.6 Cálculo de localización

Es un procedimiento matemático, por el cual se definen todas las características geométricas y trigonométricas de la línea de localización. Debe de ser un trabajo preciso, ya que lo calculado en gabinete será trazado posteriormente en campo.

2.1.6.1 Cálculo de puntos de intersección de localización

Para estos cálculos, se debe colocar en planta las coordenadas totales de los puntos de intersección de preliminar, con rumbos y distancias de la línea preliminar. La importancia del buen trazo de una línea de preliminar, viene a dar sus frutos en esta fase, ya que una buena elección de ésta, permitirá que la línea de localización se apegue a la línea inicial.

Ya calculadas las coordenadas de todos los puntos de intersección de localización, se procede a calcular las distancias, los rumbos y los deltas (Δ), que existen entre los puntos de intersección.

2.1.6.2 Cálculo de elementos de curva y estacionamientos

Para el cálculo de elementos de curva horizontal es necesario tener las distancias entre los puntos de intersección, los deltas (Δ), y el grado de la curva (G), que será determinado por el diseñador.

Con el grado de curva (G) y el delta (Δ), se calculan los elementos de la curva horizontal. Las fórmulas se obtienen de los diferentes elementos de una curva circular.

Deducción de fórmulas:

Para la deducción de fórmulas, se tomará como ejemplo la curva horizontal siguiente:

Datos:

Caminamiento 0+043.56

$\Delta = 5^\circ 30' 00''$

G = 6

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

$$\frac{G}{360} = \frac{20}{2 \pi R} \Rightarrow R = \frac{20 * 360}{2 \pi G}$$

$$R = \frac{1145.9156}{G} = \frac{1145.9156}{6} = 190.98$$

Longitud de curva (LC). La longitud de curva es la distancia, siguiendo la curva, desde el PC hasta el PT.

$$LC = \frac{20 * \Delta}{G} = \frac{20 * 5.5}{6} = 18.33 \text{ metros}$$

Subtangente (St). Es la distancia entre el PC y el punto de intersección (PI) o entre el PI y el PT, en curvas circulares simples forman un ángulo de 90° con el radio.

$$St = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 190.98 * \tan\left(\frac{5.5}{2}\right) = 9.17 \text{ metros}$$

Cuerda máxima (Cm). Es la distancia en línea recta desde el PC al PT.

$$\text{Sen} \frac{\Delta}{2} = \frac{\frac{Cm}{2}}{R} \Rightarrow \frac{Cm}{2} = R * \text{Sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$Cm = 2 * R * \text{Sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 2 * 190.98 * \text{Sen}\left(\frac{5.5}{2}\right) = 18.33 \text{ metros}$$

External (E). Es la distancia comprendida entre el PI al punto medio de la curva.

$$\text{Cos} \frac{\Delta}{2} = \frac{R}{R + e} \Rightarrow R * \text{Cos} \frac{\Delta}{2} + E * \text{Cos} \frac{\Delta}{2} = R$$

$$E * \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) = R - R * \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) \Rightarrow E = \frac{R - R * \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)}{\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)}$$

$$E = \frac{R(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right))}{\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)} \Rightarrow E = R * \sec\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$E = 190.98 * \sec\left(\frac{5.5}{2}\right) = 0.22 \text{ metros}$$

Ordenada media (OM). Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

$$\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) = \frac{R - M}{R} \Rightarrow R * \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) = R - M$$

$$M = R - R * \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) \Rightarrow M = R(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right))$$

$$M = 190.98(1 - \cos\left(\frac{5.5}{2}\right)) = 0.22 \text{ metros}$$

Cálculo de estacionamientos. Los estacionamientos se calculan en base a las distancias entre los PI de localización, calculando también la estación para cada PI, restando la estación del PI menos la Subtangente (St), se ubicará el principio de la curva (PC).

Sumando el PC más la longitud de curva, se ubicará el principio de tangente (PT), final de la curva.

Para el ejemplo anterior se tiene:

$$PC = PI - St$$

$$PC = 0+52.73 - 9.17$$

$$PC = 0+043.56$$

$$PT = PC + LC$$

$$PT = 0+043.56 + 18.33$$

$$PT = 0+061.89$$

2.1.7 Movimiento de tierras

2.1.7.1 Dibujo de secciones transversales

Esta actividad se realiza utilizando papel milimetrado y la libreta de secciones transversales de localización, y consiste en plotear distancias con

sus respectivas diferencias de nivel a ambos lados de la línea central del caminamiento, generalmente 20 metros a ambos lados.

El ploteo se realiza con las coordenadas relativas, obtenidas del cálculo de niveles y distancias de la libreta de secciones transversales de preliminar, además se debe rotular la estación, el nivel o cota. Estas secciones usualmente se plotean a escala 1:100.

Si el diseño contempla una ampliación o rehabilitación de carretera, donde ya exista un camino, se recomienda trasladar todos los datos sobre cercos, casas, fondos, ríos, alcantarillas existentes, etc., que estén próximos a la línea central, esto para tener la suficiente información para realizar el diseño de drenaje menor.

2.1.7.2 Diseño de subrasante

La subrasante es la que define el volumen del movimiento de tierras, por lo que el buen criterio en la selección de la misma, se verá reflejado en la economía del proyecto.

Para efectuar el diseño de la subrasante en el tramo, se debe contar con la siguiente información:

- Definir el ancho de la carretera (Sección Típica)

- El alineamiento horizontal del tramo
- El perfil longitudinal del tramo
- Las secciones transversales
- Las especificaciones necesarias
- Datos de la clase de terreno
- Haber determinado puntos obligados

Se deben balancear los rellenos con los cortes dentro de una distancia límite de quinientos metros. Cuando en un tramo los cortes balancean a los rellenos, es recomendable que los cortes queden pendiente arriba de los rellenos con el fin de facilitar el transporte de material. El único caso en que se permite que el corte quede debajo de los rellenos es cuando se tienen pendientes menores del 4%.

Para el diseño de subrasante, se debe tener en cuenta lo siguiente:

Coefficiente de contracción e hinchamiento. Debido a los cambios volumétricos sufridos por los materiales, es necesario un mayor volumen de material de corte para balancear un relleno. Con base al coeficiente se puede establecer el relleno, a través de la siguiente relación:

$$R = \frac{C}{(1 - \text{Coef.})}$$

Donde:

C = Corte ; R = Relleno

Coef. = Coeficiente de contracción e hinchamiento

Pendiente máxima. Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Se empleará cuando convenga desde el punto de vista económico. En éste caso se utilizó una pendiente máxima de 17%.

Pendiente mínima. Se utiliza para la funcionalidad del drenaje. En tramos de relleno la pendiente puede ser nula, ya que con la pendiente transversal es suficiente para drenar la carretera. Mientras que en los tramos de corte es recomendable una pendiente longitudinal mínima de 0.5%, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas. Esta pendiente puede ser mayor dependiendo de la longitud del tramo en corte y de la precipitación pluvial de la región.

Longitud crítica de una tangente del alineamiento vertical. Es la longitud máxima en la que puede ascender un vehículo cargado, de una determinada relación peso-potencia, sin reducir su velocidad mas allá de un límite establecido.

Condiciones topográficas. Según la clasificación usada en la Dirección General de Caminos, se determina tres tipos de terreno:

Terreno llano. Es aquel cuyo perfil tiene pendientes longitudinales pequeñas y uniformes, y a la vez una pendiente transversal escasa.

Terreno ondulado. Es aquel cuyo perfil tiene cimas y depresiones de cierta magnitud, la pendiente transversal del terreno no es mayor del 45%.

Terreno Montañoso. Su perfil obliga a grandes movimientos de tierras debido a lo accidentado del terreno. La pendiente transversal del mismo, es mayor del 45%.

Para éste estudio se tiene un terreno montañoso.

2.1.7.3 Determinación de curvas verticales

Las curvas verticales se usan como una transición en donde la alineación vertical cambia el declive o pendiente, se diseñan para combinarse lo mejor que se pueda con la topografía existente, considerando a la vez la velocidad de diseño, aspectos económicos y la seguridad. Estas curvas pueden ser circulares, parabólicas simples, parabólicas cúbicas, etc. La más utilizada en nuestro medio es la parabólica simple, debido a la facilidad de su cálculo y adaptabilidad.

Longitud mínima de curva vertical. La longitud mínima de curvas verticales se calcula con la siguiente expresión:

$$LCV = K * a$$

Donde:

LVC = Longitud mínima de curvas verticales, dada en metros

a = Diferencia algebraica de las pendientes

K = Constante adimensional, que depende de la velocidad de diseño

Figura 4. Tipos de curvas verticales

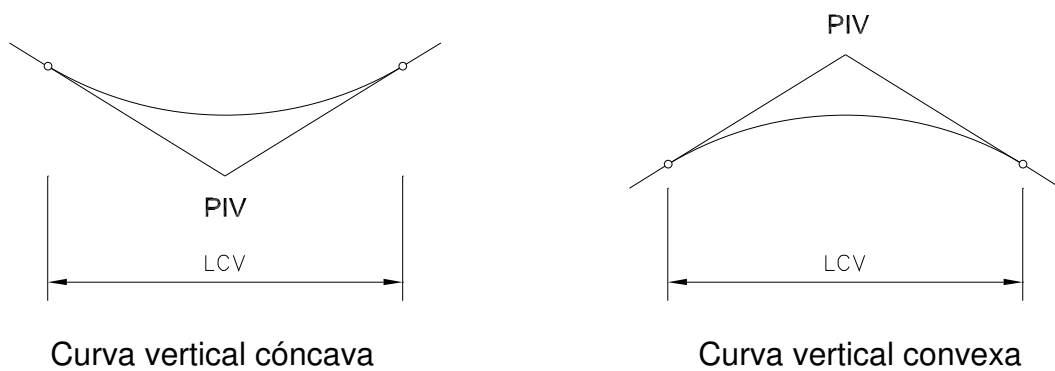


Tabla IV. Valores de K, según velocidad de diseño.

Velocidad de Diseño K.P.H.	Valor de K según tipo de curva	
	Cóncava	Convexa
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

2.1.7.4 Trazo de subrasante

El cálculo de la subrasante se efectúa en las siguientes fases:

Cálculo de subrasante en rollo de perfil longitudinal. Consiste en calcular las elevaciones de los puntos de intersección vertical (PIV), en base a las pendientes y estaciones de los PIV colocadas al diseñar la subrasante. Las pendientes podrán variar al ser afinadas.

Para este cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$H = \frac{(\text{Est}_2 - \text{Est}_1) * P}{100}$$

$$\text{Elev}_2 = H + \text{Elev}_1$$

- La pendiente (P) debe introducirse a la fórmula con su signo
- Al iniciar el cálculo se leerá en el papel milimetrado, la primera elevación

Cálculo de subrasante en hojas de movimiento de tierras. Consiste en anotar los estacionamientos del PIV con sus elevaciones y la longitud de curva vertical (LCV), en el listado de estacionamientos que se tiene. Colocar la

pendiente entre cada PIV. El cálculo es repetitivo, quedando únicamente cambiar la Est_2 por cada estación a calcularle su elevación de subrasante.

2.1.7.5 Dibujo de secciones típicas

Como primer paso debemos establecer el tipo de carretera a diseñar, en otras palabras el diseño de la sección típica.

Sección típica en tangente. Consiste en plotear la diferencia entre la subrasante y el nivel, arriba o debajo de la sección transversal, según el caso. A partir de este punto se debe trazar la sección típica haciendo uso de dos escuadras; dibujar la mitad de la típica a ambos lados de la línea central, siendo la inclinación de la típica de 3% (bombeo normal) a ambos lados, dicho bombeo puede llegar a variar según las características del material a usar en la carpeta de rodadura de la carretera.

Sección típica en curva. Consiste en plotear la diferencia entre la subrasante y el nivel, colocando a la izquierda o derecha según el valor de corrimiento de la curva. El peralte indica la inclinación de la sección típica; cuando el peralte es menor del 3% y la curva es hacia la izquierda, el lado izquierdo de la sección típica permanecerá con el 3%, mientras que el lado derecho de la sección se peralteará con el porcentaje calculado en dicha estación hacia el lado donde va la curva.

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

En caso que el peralte sea mayor del 3%, se inclina toda la sección típica hacia el lado donde va la curva, según el porcentaje calculado en cada estación. El mismo procedimiento se aplica para curvas con peralte menor del 3%.

Dibujo de Taludes. Consiste en el trazo de líneas inclinadas en los extremos de la sección de terracería, haciéndolas coincidir con la sección transversal típica. La inclinación del talud de la carretera, ésta en función de las propiedades de los materiales. Sin embargo cuando no se tienen mayores datos y para fines de estimación de volúmenes de movimiento de tierras, se recomienda usar la siguiente tabla:

Tabla V. Tabla de relaciones para dibujo de taludes.

CORTE		RELLENO	
ALTURA	H – V	ALTURA	H – V
0 – 3	1 – 1	0 – 3	2 – 1
3 – 7	1 – 2	3 – 7	3 – 2
> 7	1 – 3	> 7	3 – 2

Fuente: Augusto Pérez, Metodología de actividades para el diseño de carreteras. Pagina 62.

Donde:

H = Horizontal

V = Vertical

> = Mayor que

Una vez dibujados los taludes, el área superior de la sección típica se denominará corte (excavación no clasificada), y el área inferior se denominará relleno (terraplén).

2.1.7.6 Determinación de áreas por el método gráfico

Una vez terminado el dibujo de secciones típicas, se procede a la medida de las áreas de corte y relleno que existan, deben cuantificarse haciendo uso de un planímetro polar graduado a la escala de la sección.

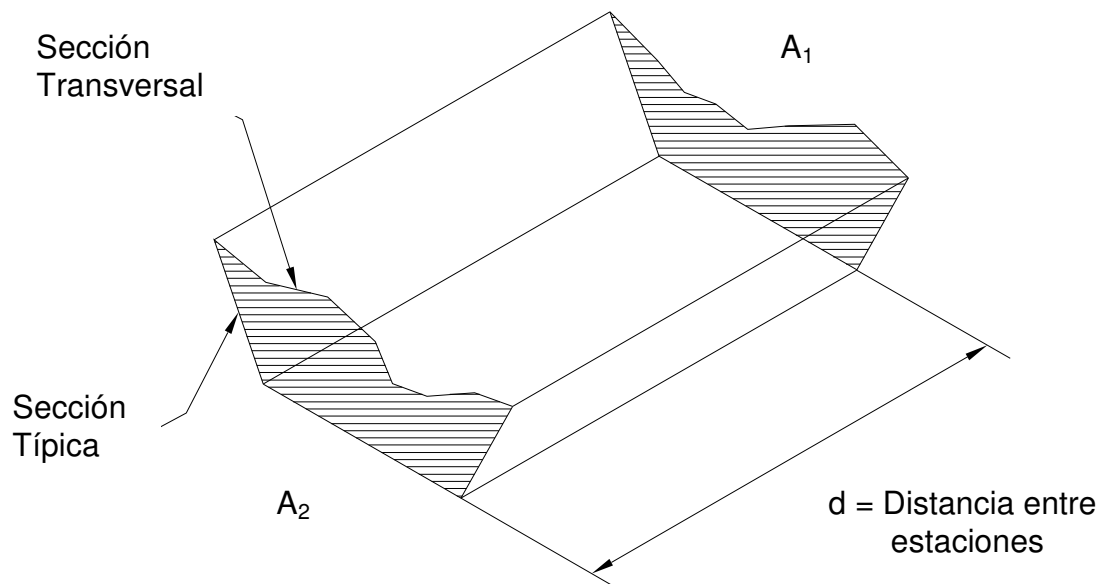
A cada estación debe de colocarse su área de corte o relleno en la parte superior derecha inmediata a la sección, para luego trasladar los valores de las áreas a las hojas de movimiento de tierras y calcular los volúmenes respectivos.

2.1.7.7 Cálculo de volúmenes

Entre dos estaciones el volumen es el de un prisma irregular, el área de sus bases es la medida en cada una de las estaciones, y la altura del prisma es

igual a la diferencia de estaciones; esto cuando en las estaciones consideradas existe sólo corte o sólo relleno. La forma más rápida de calcular el volumen es en base al producto de la semisuma de las áreas extremas, por la distancia entre estaciones.

Figura 5. Representación geométrica en el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras.



El volumen de un prismoide está dado por la fórmula:

$$V = \frac{(A_1 + A_2)}{2} * d$$

Donde:

A_1 = área superior de la estación

A_2 = área inferior de la estación

d = distancia entre las dos áreas (estaciones)

2.1.8 Carpeta de rodadura

Las terracerías del camino, pueden reunir características favorables para ser utilizadas como superficie de rodadura, ya sea en estado natural, o bien mezcladas con algún material que mejore las condiciones de la superficie de rodadura.

Sin embargo, estas condiciones son casos excepcionales, por lo general se requiere protegerlas, con el fin de que bajo la acción del tránsito y las precipitaciones pluviales, no experimente un rápido deterioro. Esta protección se efectúa mediante una capa de balasto de espesor variable (10 a 25 centímetros), para lo cual se utilizan materiales seleccionados de acuerdo con las **Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos**, o las especificaciones complementarias del proyecto, para tomar en cuenta las circunstancias técnicas específicas.

Balasto. Debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1,450 Kg/m³ (90 lb/pie³) determinado por el método **AASHTO T 19**. El tamaño máximo del agregado grueso de balasto, no debe exceder de $\frac{2}{3}$ del espesor de la capa, y en ningún caso debe ser mayor de 100 milímetros. El que sea mayor, debe ser separado ya sea por tamizado en el banco de material, o en el lugar donde se deposite.

La porción del balasto retenida en el tamiz 4.75 mm (No. 4), debe estar comprendida entre el 60% y el 40% en peso y debe tener un porcentaje de abrasión no mayor de 60, determinado por el método **AASHTO T 96**. La porción que pase por el tamiz 0.425 mm (No. 40), debe tener un límite líquido no mayor de 35, determinado por el método **AASHTO T 89** y un índice de plasticidad entre 5 y 11, determinado por el método **AASHTO T 90**. La porción que pase el tamiz 0.075 mm (No. 200), no debe exceder de 15% en peso, determinado por el método **AASHTO T 11**.

Tabla VI. Graduación uniforme de balasto.

TAMIZ No.	ESTÁNDAR mm	PORCENTAJE QUE PASA UN TAMIZ DE ABERTURA CUADRADA (AASHTO T27)
2	50.000	100
1.5	37.500	100
1	25.000	65 - 85
3/4	19.000	50 - 80
3/8	9.500	50 - 80
4	4.750	30 - 60
10	2.000	30 - 60
40	0.425	10 - 25
200	0.075	03 - 10

2.1.8 Drenajes

En el diseño de carreteras es imposible **no** dar demasiada importancia al drenaje. El agua afecta todas las facetas de la capacidad de uso de la vía. Demasiada agua en el material de base debilita la carretera, el agua que se

permite que se mantenga en la superficie de una carretera de balasto debilita la superficie y, combinada con el tráfico, causa baches y agrietamientos.

El estudio del drenaje, no sólo debe realizarse para el cruce de ríos, o riachuelos, sino también para cualquier obra de drenaje, por pequeña que sea, ya que un buen diseño es la mejor manera de disminuir los daños en la vía.

2.1.9.1 Ubicación de drenajes

- Con las coordenadas de localización calculadas, plotear la línea en escala 1:50,000 en papel milimetrado, para luego trasladarla al calco.
- En hoja 1:50,000 donde se encuentre la línea dibujada, ubicar el papel calco y rotular cada kilómetro, localizando las pasadas de agua. Cuando las cuencas son pequeñas es recomendable usar mapas de menor escala.
- En hoja 1:50,000 delimitar las cuencas y planimetrar sus áreas, trasladándolas luego a papel calco, convirtiendo estas áreas de kilómetros cuadrados a hectáreas cuadradas.
- Si el proyecto es de ampliación o rehabilitación, se hará un listado de tuberías, bóveda, y puentes existentes, si en algún caso es necesario rediseñarlos.

2.1.9.2 Localización de drenajes

Consiste en recorrer el tramo en estudio, determinando la siguiente información:

- Tipo, sentido y pendiente de la corriente
- Condiciones del lecho (ancho, angosto, rocoso, arenoso, etc.)
- Condición de aguas altas
- Vegetación de la cuenca (tipos de cultivo, bosque, monte alto o bajo)
- Esviaje
- Parámetros cuantificables (perímetro, área, forma del lecho)
- Probables canalizaciones de entrada y salida
- Determinación de tramos de subdrenaje
- Puntos de erosión

En este caso se colocaron drenajes transversales en los puntos más bajos de la carretera, en puntos intermedios donde el tramo era demasiado largo y se podía llegar a tener un caudal alto, y también en pendientes pronunciadas donde es necesario limitar la acción erosiva del agua.

2.1.9.3 Cálculo de áreas de descarga, método racional

El método racional es una herramienta muy utilizada para medir descargas de pequeños drenajes. Se adapta muy bien para la determinación de la escorrentía para drenaje superficial de caminos y descargas para alcantarillas de pequeñas cuencas (no mayores de 120 hectáreas), aunque puede utilizarse para estimar cuencas grandes con menos precisión.

El método racional asume que la intensidad de lluvia es uniforme sobre el área de drenaje para un tiempo considerado.

La fórmula para el método racional es la siguiente:

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

Donde:

Q = La cantidad de escorrentía, en metros cúbicos por segundo

C = El coeficiente de escorrentía

i = Intensidad promedio de lluvia en milímetros por hora

A = El área de la cuenca en hectáreas

Coeficiente de escorrentía “C”. Éste valor refleja las distintas características de la cuenca en estudio, topografía de la cuenca, tipo de suelo,

vegetación, uso de la tierra, son variables que se deben de tomar en cuenta al momento de seleccionar el valor de C.

Área (A). Es simplemente el área de la cuenca, la cual contribuye a la escorrentía del agua de la alcantarilla. Los límites van desde la divisoría de aguas a los pies de talud de alcantarilla. El área de una cuenca natural pequeña es mejor determinarla usando un mapa topográfico de la región.

Intensidad de lluvia (i). Está expresado como el promedio de intensidad de lluvia en mm/hr para una selección de frecuencia de recurrencia y una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca. Al iniciar la tormenta, la escorrentía parte desde la distancia más lejana de la cuenca, que no alcanza el punto de descarga, y cuando el agua alcanza el punto de descarga, encontramos el tiempo de concentración, entonces, puede suceder un paso de corriente permanente.

Para la intensidad de lluvia se consulta con el INSIVUMEH, para la región en estudio, para lo cual se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$i = \frac{a}{t + b}$$

$$t = \left[\frac{0.886 * L^3}{H} \right]^{0.385} * 60$$

Donde:

- i = Intensidad de lluvia en milímetros por hora
- a y b = Datos proporcionados por el INSIVUMEH
- t = Tiempo de concentración en minutos
- L = Longitud del cauce principal en kilómetros
- H = Diferencia de alturas en la cuenca en metros

2.1.9.4 Fórmula auxiliar: Fórmula de Manning

Una de las fórmulas usuales para el análisis hidráulico y diseño de estructuras de drenaje es la fórmula de Manning, llamada así por Robert Manning, un ingeniero irlandés. Se aplica a cauces naturales, arroyos, ríos, canales, zanjas, badenes o rampas. En otras formas, se aplica también en tubos redondos para drenaje transversal en carreteras.

La fórmula de Manning es la siguiente:

$$V = \frac{1}{n}(R^{\frac{2}{3}})(S^{\frac{1}{2}}) \quad (1)$$

$$Q = V * A \quad (2)$$

Sustituyendo (1) en (2)

$$Q = \frac{1}{n}(R^{\frac{2}{3}})(S^{\frac{1}{2}}) * A$$

$$A = \frac{\Pi D^2}{4} \quad \text{para tubería circular}$$

$$Rh = \frac{D}{4} \quad \text{para tubería circular}$$

Donde:

V = Velocidad en metros por segundo

Rh = Radio hidráulico

S = Pendiente

Q = Caudal en metros cúbicos por segundo

A = Área de tubería circular en metros cuadrados

D = Diámetro en metros

n = Coeficiente de rugosidad

2.1.10 Elaboración de planos

Los planos finales que se realizaron contienen todos los detalles de la planta y del perfil del terreno. En la planta se colocaron todos los datos pertinentes de las curvas horizontales, longitud de tangentes y también el kilometraje de cada principio de tangente (PT), y principio de curva (PC). En el perfil se especifica la velocidad de diseño de la carretera, los diferentes niveles de cada punto, cambios de pendientes y los datos de las curvas verticales.

Para completar el juego de planos, se incluyó el plano de sección típica de balasto, así como de sección típica de empedrado, y detalles de drenajes longitudinal y transversal.

2.1.11 Impacto ambiental

El impacto de un camino rural desde el punto de vista nacional o regional puede ser mínimo, sin embargo a nivel comunitario el impacto puede resultar muy significativo, afectando el ambiente adyacente.

El estudio de impacto ambiental es de suma importancia, porque ayudará a prever cualquier condición ambiental posible que pueda perjudicar el proyecto de caminos y las comunidades adyacentes, integrará el proyecto con el medio ambiente, y generará información física, biológica y social del sitio del proyecto.

Para un proyecto de carreteras, se pueden utilizar medidas que reducirán al mínimo el impacto ambiental y la modificación de la topografía y drenaje natural, tales como:

- Proporcionar suficientes estructuras de drenaje con armadura y capacidad adecuada para que el agua fluya según el diseño.
- Reforzamiento de desagües, salidas de tuberías, y canales para prevenir la erosión y los deslaves.

- Proporcionar una superficie de drenaje adecuada para controlar y dispersar las corrientes.
- Reducir al mínimo la concentración de agua.
- Reducir al mínimo el tamaño de los cortes y rellenos donde sea posible.
- Utilizar cortes y rellenos estables.
- Evitar rellenos en laderas con pendientes fuertes (más de 50%).
- Proporcionar protección contra la erosión al inicio y al pie de los rellenos.

Medidas de mitigación recomendadas:

- No realizar la quema de material vegetal (rozas), por ningún motivo, por efectos de combustión sobre la atmósfera, sobre el suelo que pierde humedad y, la flora, fauna que se ven afectadas en la alteración de su ciclo biológico, destrucción de su hábitat, contaminación de suelos y ríos, por partículas que lleva el agua de lluvia o el viento.
- La remoción del material vegetal debe seleccionarse, para no perjudicar especies nativas de la región.

Medidas de mitigación para construcción:

- Todo material de corte, se deberá depositar en sitios ubicados a más de 100 metros de un cuerpo de agua superficial, en caso que se deposite en sitios donde esté expuesto a erosión, se recomienda la construcción de obras complementarias como taludes, gaviones como muros de retención, y el uso de biotecnología con especies locales o gramíneas sobre el suelo depositado.
- La manipulación del suelo y agregados pétreos, deberá ser con el contenido adecuado de humedad, a fin de no contaminar la atmósfera con partículas en suspensión, que puedan causar problemas de salud a la población del área, usuarios de la carretera durante su construcción, y a los mismos trabajadores del proyecto.
- La construcción de estructuras de drenaje longitudinal, para evitar que el agua de escorrentía arrastre cualquier tipo de material fino hacia la superficie de rodadura.
- La tubería de drenaje transversal, será de diámetro adecuado y a intervalos convenientes, con un mínimo de 3 por kilómetro.
- En la salida de tubería, se recomienda construir disipadores de energía y/o revestimiento de zampeados de piedra ligado con mortero de cemento, o disipadores con gramíneas, para ayudar a la protección de la tubería, evitando la formación de cárcavas.

Medidas de mitigación para operación y mantenimiento:

- Debe considerarse la habilitación de sitios para parqueo, destinados a la reparación de vehículos durante su recorrido, o para el descanso de los automovilistas.
- El proceso de erosión, es fácil de controlar mediante la conservación de la cubierta vegetal existente, o estableciendo un programa de reforestación en los lugares desprovistos de vegetación.
- Es necesario, que la proporción de cortes de talud se el adecuado según su altura. Cuando el suelo tenga problemas de estabilidad, o dificultad para lograr el ángulo de corte indicado, se puede recurrir al uso de biotecnología para su conservación. Se recomienda que cuando los taludes sean mayores de 4 metros, se construyan terrazas, con cortes con menos pendiente (más estables), y provistas de una cubierta vegetal.

2.1.12 Elaboración de presupuesto

Se determinaron los renglones de trabajo y las cuantificaciones de cada renglón del proyecto de carretera, se calcularon los costos directos. Con estos resultados, se establecieron las relaciones que deben existir entre ellos para el éxito en la ejecución del proyecto, teniendo en cuenta los rendimientos de la maquinaria. Los precios de los materiales, son precios de venta en el municipio

de Playa Grande, Ixcán. Los precios de arrendamiento de maquinaria incluyen operador.

Los salarios de mano de obra, se tomaron los que pagan en el municipio, el precio de arrendamiento se cotizó en la ciudad de Cobán. Dentro del presupuesto se incluyó un 30% del costo total de la obra en lo que concierne al renglón de costo indirecto.

Tabla VII. Cuadro de integración de costos.

Proyecto: Diseño de calles comunidad Santiago Ixcán, el Quiché.

No.	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.1	Topografía de replanteo	7.00	Día	Q1,960.54	Q13,723.78	
1.2	Limpieza y tala de árboles	2.44	Ha	Q1,453.03	Q3,545.39	Q17,269.17
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2.1	Excavación no clasificada de desperdicio	31,135.84	M3	Q15.48	Q482,020.76	
2.2	Excavación no clasificada	6,981.45	M3	Q21.15	Q147,655.51	Q629,676.27
3	CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE					
3.1	Reacondicionamiento de subrasante	24,363.00	M2	Q3.11	Q75,768.93	
3.2	Colocación de material balasto	2,436.30	M3	Q78.42	Q191,054.65	Q266,823.58
4	OBRAS DE MAMPOSTERÍA					
4.1	Cunetas naturales	5,917	ML	Q4.80	Q28,401.60	
4.2	Caja colectora Ø 24"	6.00	U	Q1,432.03	Q8,592.18	
4.3	Caja colectora Ø 36"	12.00	U	Q1,948.59	Q23,383.08	
4.4	Cabezales tubería Ø36" simple	16.00	U	Q989.36	Q15,829.76	
4.5	Cabezales tubería Ø36" doble	4.00	U	Q5,471.79	Q21,887.16	
4.6	Cabezales tubería Ø36" tres tubos	2.00	U	Q6,997.88	Q13,995.76	
4.7	Empedrado de calle	1532.80	M2	Q87.15	Q133,552.86	
4.8	Empedrado de cuneta revestida	400.20	M2	Q86.58	Q34,649.32	Q280,291.72
5	DRENAJES					
5.1	Alcantarilla Ø24" corrugada	48.00	ML	Q683.51	Q32,808.48	
5.2	Alcantarilla Ø36" corrugada	345.00	ML	Q803.38	Q277,166.10	Q309,974.58
6	TRANSPORTE DE MAQUINARIA					
6.1	Traslado de maquinaria	1	Global	Q17,130.00	Q17,130.00	Q17,130.00

TOTAL **Q1,521,165.32**
COSTO INDIRECTO **Q456,349.60**

GRAN TOTAL	Q1,977,514.92
-------------------	----------------------

PRECIO UNITARIO SUGERIDO POR KILÓMETRO	Q486,413.70
---	--------------------

CONCLUSIONES

1. La ejecución del proyecto contribuirá al desarrollo social y económico de la comunidad, elevando su nivel de vida, atrayendo hacia ella la prestación de servicios básicos, y mejorando los ya existentes.
2. Uno de los pasos determinantes en la ejecución de proyectos de carreteras, es poder llevar al campo lo plasmado en los planos de diseño, esto para lograr llenar los objetivos del trabajo y estudio realizado.
3. En todo proyecto vial, el estudio topográfico tiene un lugar muy importante, por lo tanto es conveniente tener un compendio de métodos y procedimientos adecuados al caso de aplicación, para obtener resultados confiables.
4. El programa de EPS de la facultad de ingeniería cumple con dos funciones importantes; una viene a complementar la formación académica y profesional del estudiante, colocándolo en situaciones reales, donde podrá confrontar lo teórico de las clases contra la práctica en campo. Y dos, prestando un servicio a la sociedad guatemalteca rural, tan abandonada en nuestros días, proponiendo soluciones de infraestructura y servicios básicos a las comunidades que lo planteen a través del departamento de EPS.

RECOMENDACIONES

1. Los caminos rurales deben construirse de acuerdo a normas adecuadamente altas para cubrir las necesidades de corto y largo plazo de las comunidades y los usuarios, pero también no deben ser sobre diseñados o construidos innecesariamente.
2. La ejecución del proyecto debe de realizarse de acuerdo al programa de trabajo presentado en éste estudio, iniciando el proyecto a más tardar en la segunda quincena de enero, esto para aprovechar el período de estiaje que es relativamente corto, y así poder terminar el proyecto antes de la época de lluvia.
3. El mantenimiento frecuente y adecuado es importante para reducir al mínimo los costos de reparación a largo plazo, especialmente lo que se refiere a revestimiento y estructuras de drenaje.
4. En la construcción de caminos rurales, el uso de drenajes simples, efectivos, y que no requieran mantenimiento, combinado con el uso de prácticas de control de erosión, son garantías para dar una larga vida al proyecto.

5. En el diseño de caminos rurales, se debe evitar la perturbación del terreno y no cambiar los patrones naturales de drenaje, esto para reducir al mínimo los impactos ambientales, con ésta práctica el mantenimiento del mismo es mínimo.

BIBLIOGRAFÍA

1. BEBER Díaz, Juan Francisco. Guía para la preselección de caminos rurales en la práctica profesional supervisada de la facultad de ingeniería. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería USAC. Guatemala, 1988.
2. DIVAS Paiz, Carlos Manuel. Trazo y diseño del camino que unirá las aldeas Las Flores con Las Brisas en Mataquescuintla, departamento de Jalapa. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería USAC. Guatemala 1983.
3. FREDERICK S., Merrit y otros. Manual del ingeniero civil (tomo II). 3ª. Edición. Editorial: M^c Graw-Hill, 2002.
4. GORDON Keller, P. E. y otros. Caminos rurales con impactos mínimos. Ciudad de Guatemala, s.e., 1995.
5. JUAREZ Isem, Henry Otoniel. Diseño de la carretera hacia la comunidad San Sebastián El Refugio y sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Vista Hermosa, municipio de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería USAC. Guatemala 2004.
6. LAJ González, Jaime Luís. Factores de rendimiento de maquinaria para movimiento de tierras, en proyecto de carreteras. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. USAC. Guatemala 1990.

7. MEJIA Gómez, Hugo Abad. Diseño del pavimento rígido para dos vías de acceso principal, al municipio de El Progreso, departamento de Jutiapa. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. USAC. Guatemala 1996.

8. PÉREZ Méndez, Augusto René. Metodología de actividades para el diseño de carreteras. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. USAC. Guatemala 1989.

9. URQUIZU Castellanos, Elida Marina. Guía informativa para el curso de vías terrestres II. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. USAC. Guatemala 1990.

APÉNDICE

Figura 6. Planta general comunidad de Santiago Ixcán.

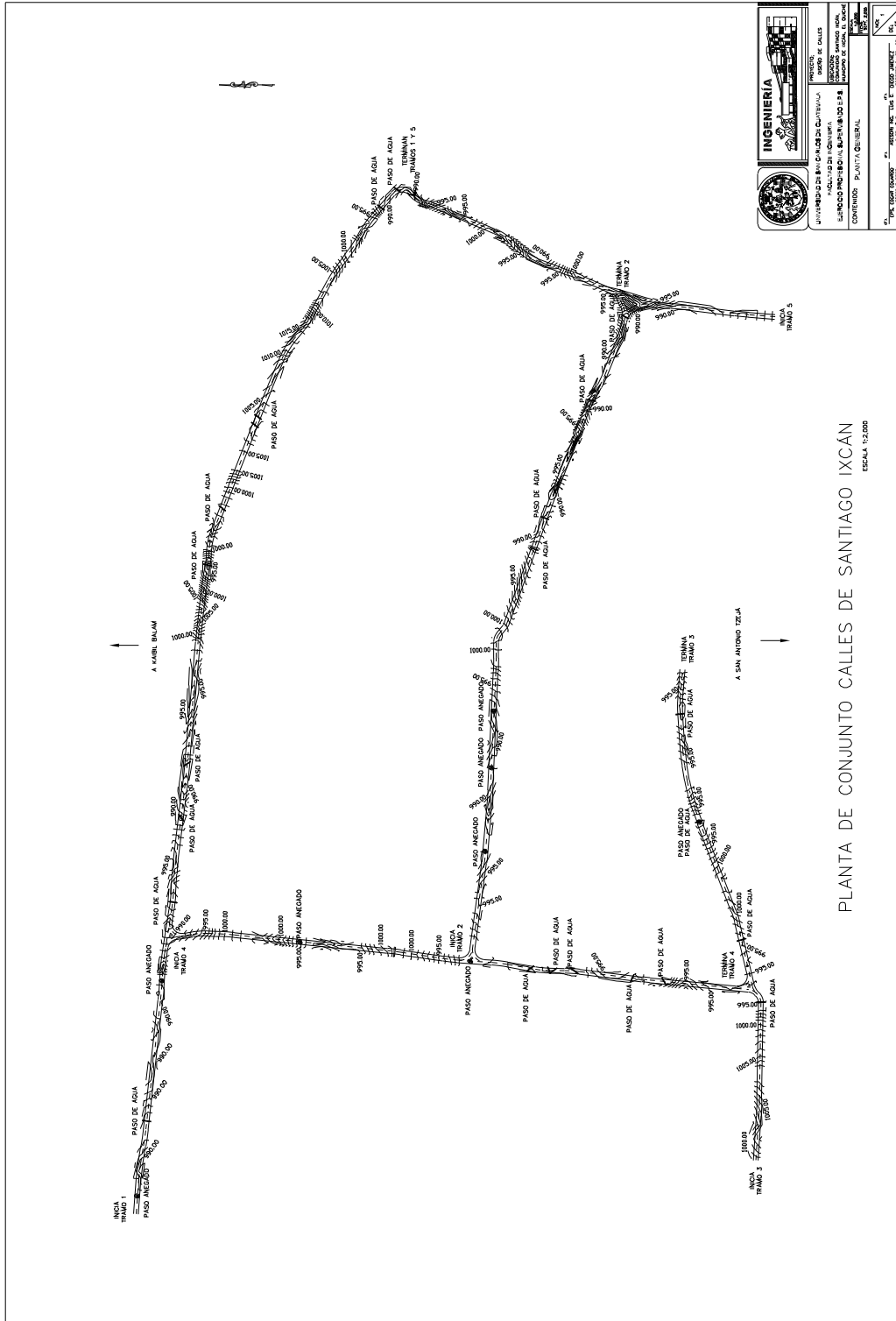


Figura 7. Planta-perfil tramo 1 estación 0+00 – 0+770.

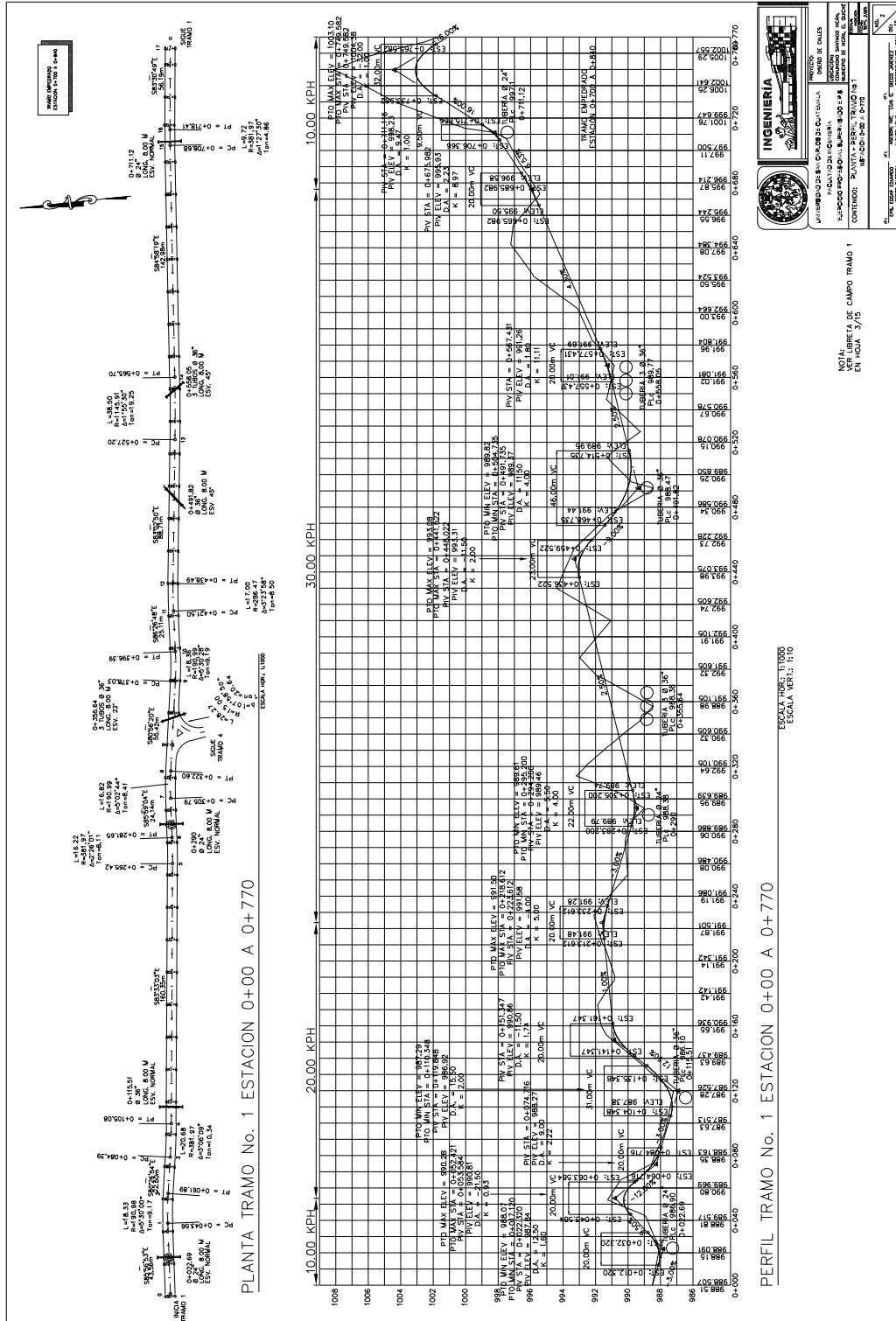
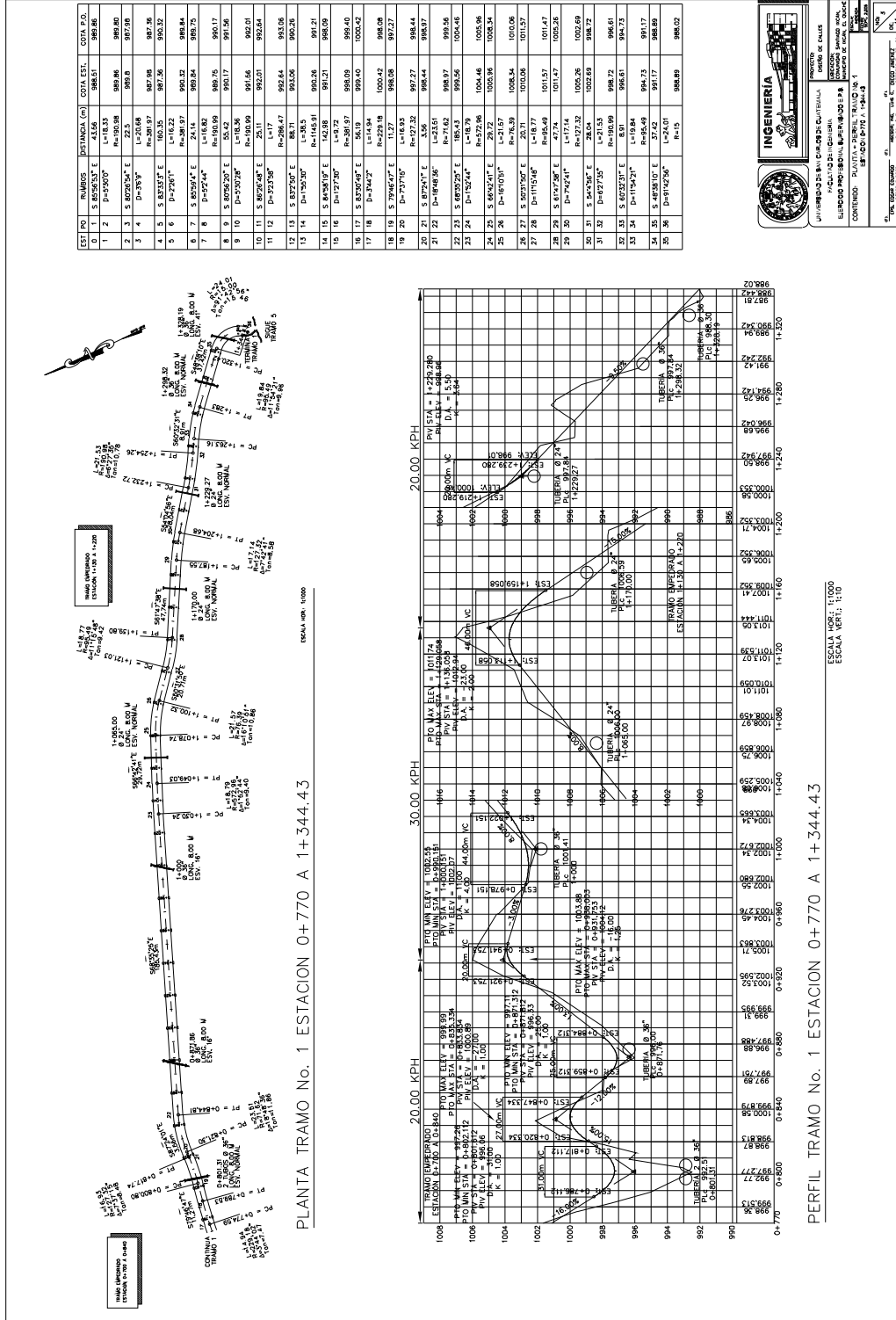


Figura 8. Planta-perfil tramo 1 estación 0+770 - 1+344.44.



INGENIERIA

UNIVERSIDAD DE CHILE - FACULTAD DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL - DIVISION DE INGENIERIA CIVIL

PROFESOR: JUAN CARLOS TORRES

ALUMNO: JUAN CARLOS TORRES

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL TRAMO 1

ESTACION: 0+770 A 1+344.44

FECHA: 2014

ESCALA: 1:100

PLANTA TRAMO No. 1 ESTACION 0+770 A 1+344.43

PERFIL TRAMO No. 1 ESTACION 0+770 A 1+344.43

Figura 9. Planta-perfil tramo 2 estación 0+00 – 0+440.

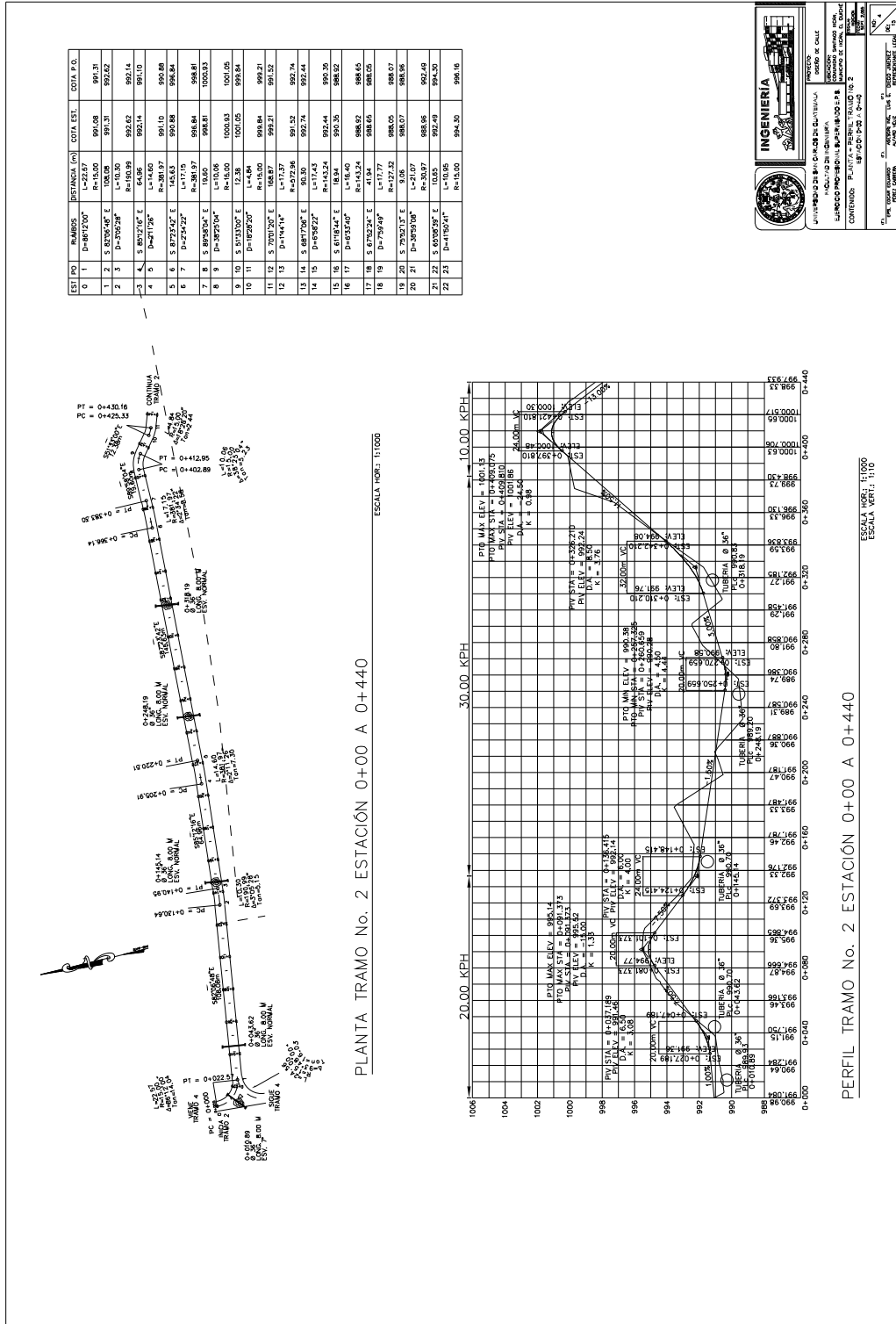


Figura 10. Planta-perfil tramo 2 estación 0+440 – 0+870.94.

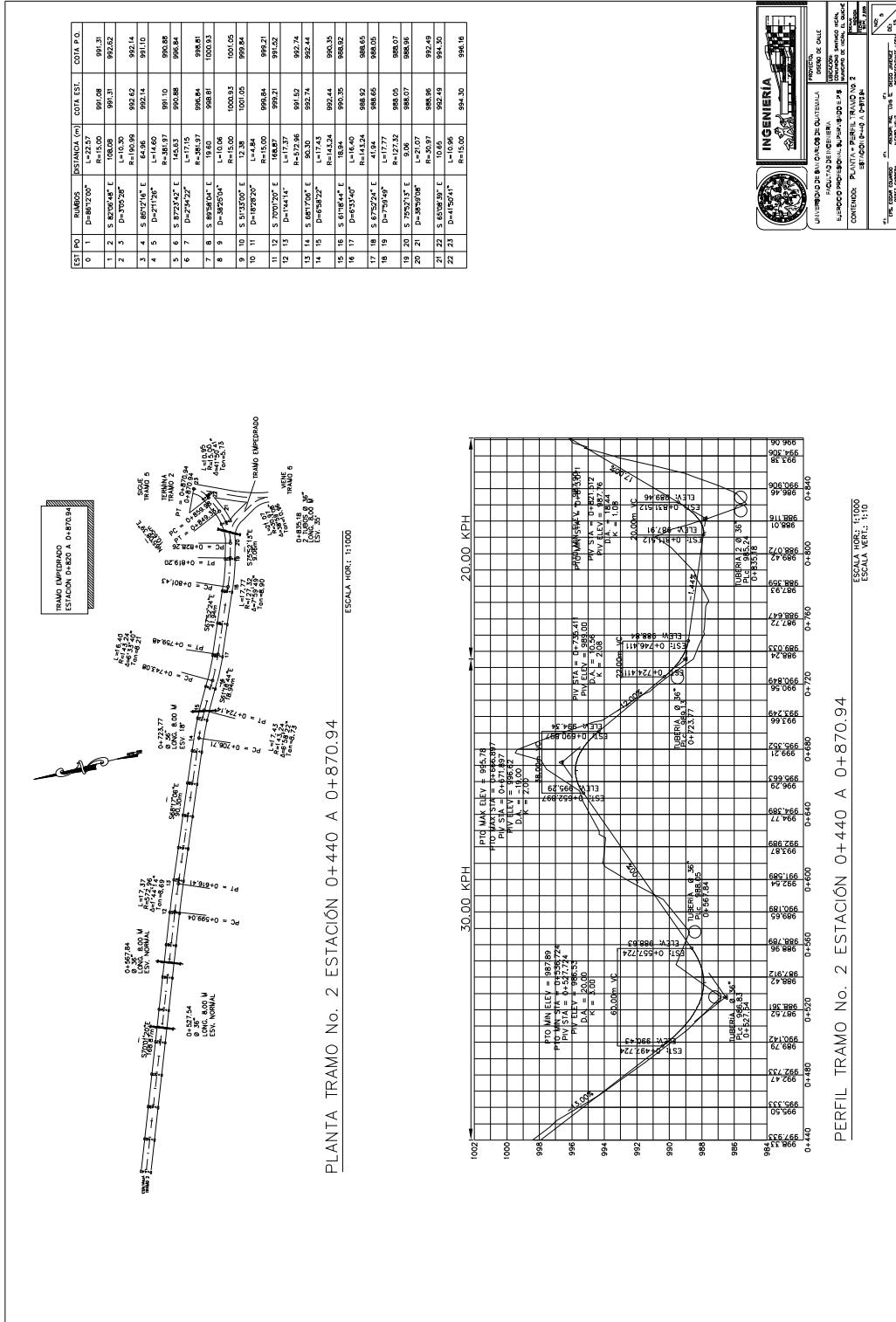
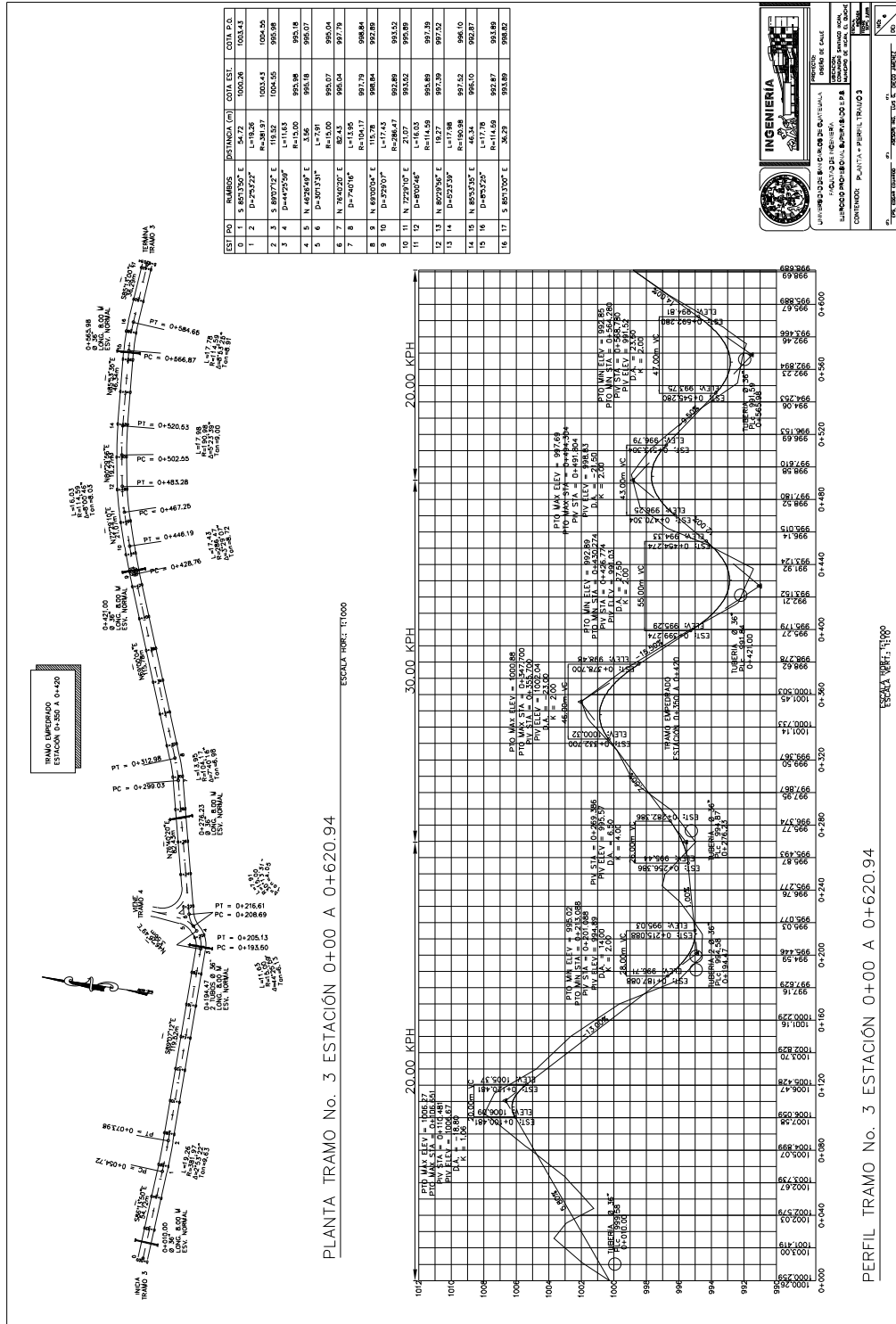


Figura 11. Planta-perfil tramo 3 estación 0+00 – 0+620.94.



INGENIERIA

UNIVERSIDAD DE BARRIOCERRO DE GUAYMALA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

CONDOMINIO SAN CARLOS DE GUAYMALA

SECCION DE INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL TRAMO 3

FECHA: 2018

PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL TRAMO 3 DEL TRONCAL DE GUAYMALA

ESTACIONES: 0+00 A 0+620.94

ESCALA: 1:1000

Figura 12. Planta-perfil tramo 4 estación 0+00 – 0+741.48.

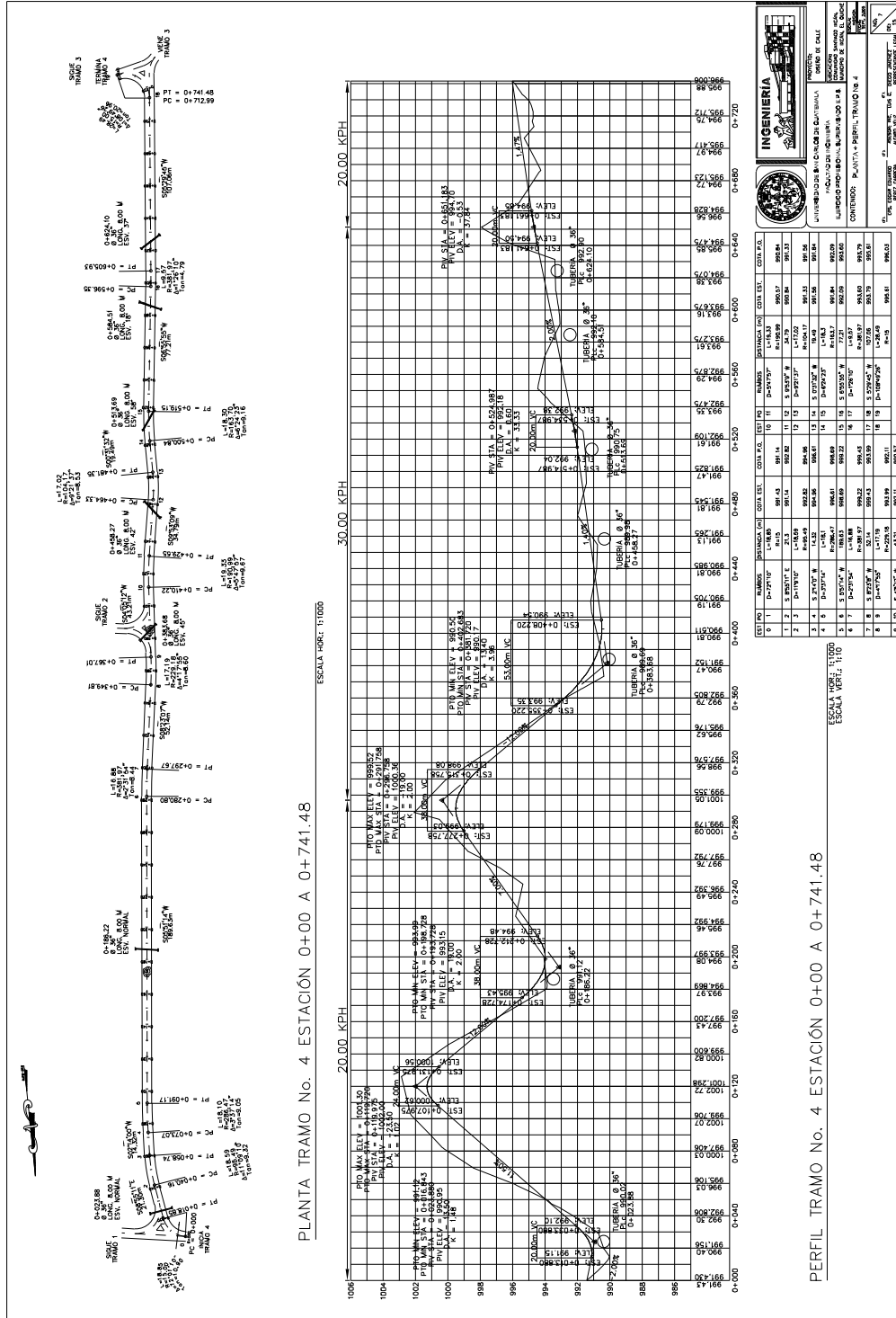
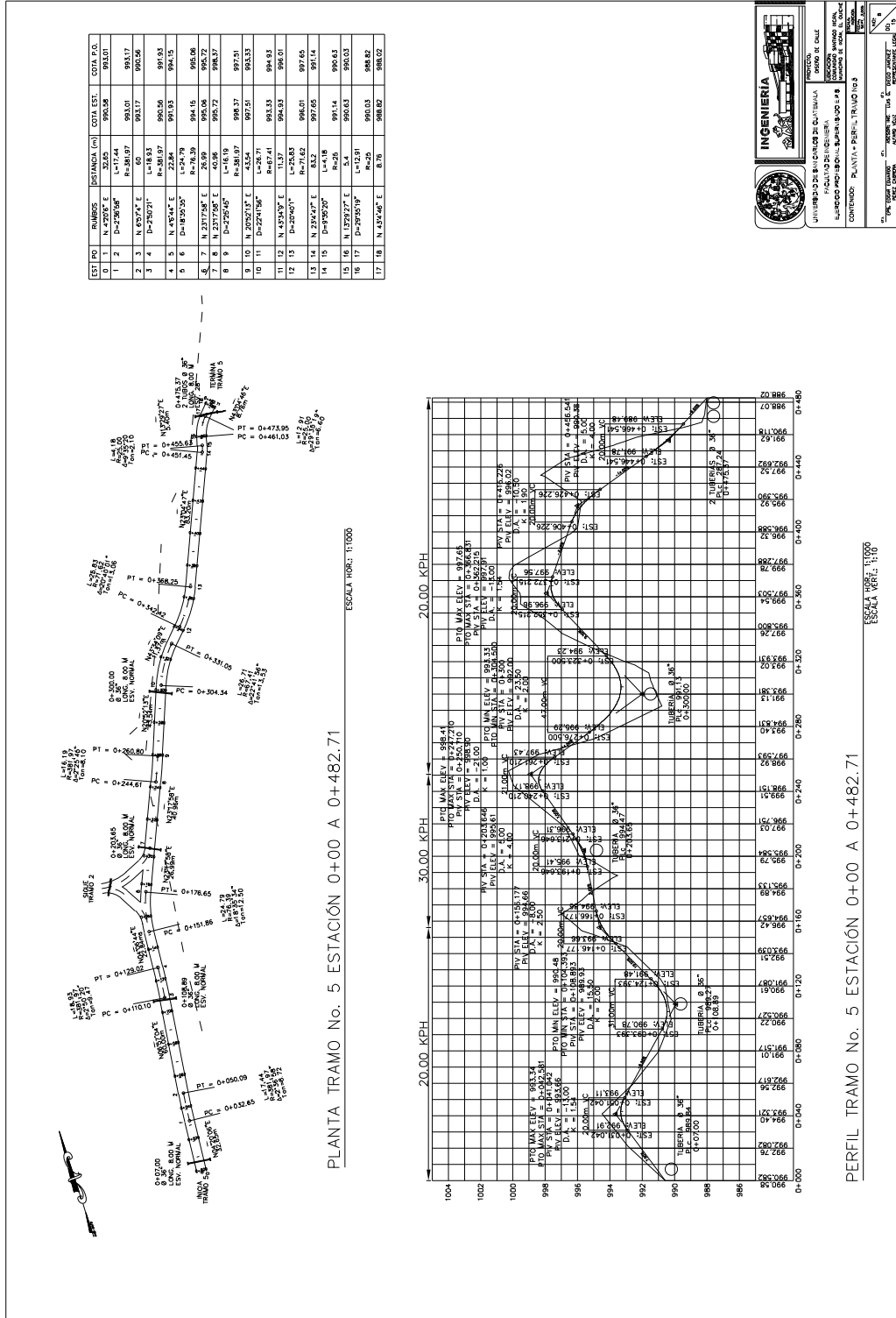


Figura 13. Planta-perfil tramo 5 estación 0+00 – 0+482.71.



INGENIERIA

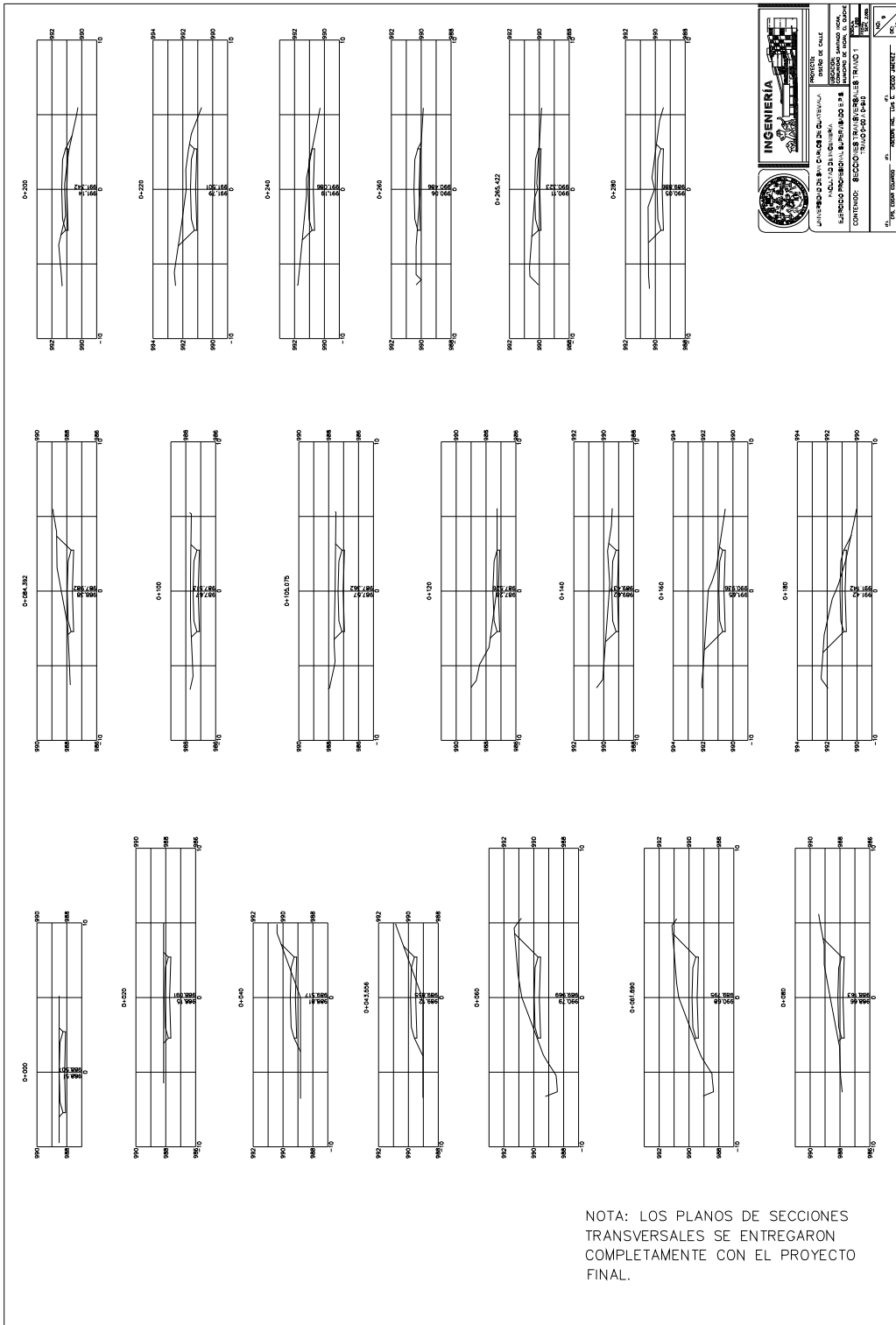
PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DEL CAMINO DE
ACCESO A LA ZONA DE
CULTIVOS DE CAÑA DE AZÚCAR
EN LA COMUNA DE SAN CARLOS
DE LOS RÍOS, PROVINCIA DE
SUCUMBES, PARAGUAY. SUB-TRAMO 5 #8

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL TRAMO 5


FECHA: 15/05/2018

PROYECTISTA: DR. ROBERTO TORRES
AUTOR: ING. ROBERTO TORRES
REVISOR: ING. ROBERTO TORRES

Figura 14. Secciones transversales.



NOTA: LOS PLANOS DE SECCIONES TRANSVERSALES SE ENTREGARON COMPLETAMENTE CON EL PROYECTO FINAL.



INGENIERIA
SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

PROYECTO DE VÍA CARRETERA DE ALTA VELOCIDAD PARA EL TRÁFICO DE CAMIONES.
SECCIONES TRANSVERSALES DE LA VÍA.
CONTRATO: SCCC/07/2004/037/2004
C/Alfonso de Eulate, 48 - 41014 San Juan de los Rios (Sevilla) - España
Tfno: 954 68 68 68

FECHA: 08/10/2004	TÍTULO: PLANOS DE SECCIONES TRANSVERSALES	ESCALA: 1:100
PROYECTISTA: J. SANCHEZ	DISEÑADOR: J. SANCHEZ	VERIFICADOR: J. SANCHEZ

Figura 15. Detalles sección típica y drenajes.

