



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

**PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE
DE LA COMUNIDAD DEL CAPULÍN CONDUCE A LAS
COMUNIDADES DEL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA DEL
MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA**

Juan Carlos Alexander Tacam Menchú

Asesorado por el: Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, noviembre 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



**PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE
DE LA COMUNIDAD DEL CAPULÍN CONDUCE A LAS
COMUNIDADES DEL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA DEL
MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN CARLOS ALEXANDER TACAM MENCHÚ
ASESORADO POR EL: ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS
Tel. 24423509

"Todo por ti Carolingia Mía"
Dr. Carlos Martínez Ducán
2006: Centenario de su Nacimiento

Guatemala, 30 de octubre de 2006
Ref. EPS. C. 583.10.06

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Escobar Álvarez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE DE LA COMUNIDAD DEL CAPULÍN CONDUCE A LAS COMUNIDADES DEL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **JUAN CARLOS ALEXANDER TACAM MENCHÚ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el suscrito.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo, en mi calidad de asesor – supervisor y director apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Angel Roberto Sic García
Director Unidad de EPS



ARSG/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Guatemala, 30 de octubre de 2006

Ingeniero
Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Escobar Álvarez.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE DE LA COMUNIDAD DEL CAPULÍN CONDUCE A LAS COMUNIDADES DEL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Juan Carlos Alexander Tacam Menchú, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

Tomado en cuenta lo expresado por el Ing. Alejandro Castañón, Revisor por el Área de Topografía y Transporte, doy mi aprobación al mismo.

Atentamente,

LECCIÓN Y ENSEÑANZA A TODOS
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC



Ing. Fernando Amilcar Boitón Velásquez
Coordinador del Área de Topografía y Transporte

"TODO POR TI CAROLINGIA MÍA"
Dr. Carlos Martínez Durán, 2006 centenario de su nacimiento

Abdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S., Ing. Ángel Roberto Sic García, al trabajo de graduación del estudiante Juan Carlos Alexander Tacam Menchú, titulado PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE DE LA COMUNIDAD DEL CAPULÍN CONDUCE A LAS COMUNIDADES DEL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez



Guatemala, noviembre 2006.

/bbdeb.

"TODO POR TI CAROLINGIA MÍA"

Dr. Carlos Martínez Durán, 2006 centenario de su nacimiento

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.496.06

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE DE LA COMUNIDAD DEL CAPULÍN CONDUCE A LAS COMUNIDADES DEL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Alexander Tacam Menchú**, procede a la autorización de impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, noviembre de 2006

/cc

Todo por ti, Carolingia Mia
Dr. Carlos Martínez Durán
2006: Centenario de su Nacimiento

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|-------------|------------------------------------|
| DECANO: | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I: | Inga. Glenda Patricia García Soria |
| VOVAL II: | Lic. Amahán Sánchez Álvarez |
| VOCAL III: | Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón |
| 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. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| EXAMINADOR: | Ing. Ángel Roberto Sic García |
| EXAMINADOR: | Ing. Armando Fuentes Roca |
| EXAMINADOR: | Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez |
| SECRETARIA: | Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE
DE LA COMUNIDAD DEL CAPULÍN CONDUCE A LAS
COMUNIDADES DEL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA DEL
MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, el 3 de agosto de 2006.

JUAN CARLOS ALEXANDER TACAM MENCHÚ.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS: Por todas las bendiciones derramadas en mi vida, su inmenso amor al permitirme el calor de mi familia y por ser la luz de mi camino.

MARIA SANTISIMA: Por su dulce protección y ayuda en el camino de mi vida.

MIS PADRES: José Domingo Tacam y Aurelia Viviana Menchú, por su amor y por ser un ejemplo en mi vida.

MIS HERMANOS: José Eduardo, Edwin Horacio y Marvin Agustín

Mis amigos y compañeros.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Ángel Roberto Sic García, por su apoyo y valiosa asesoría.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|-------------------------------|-------------|
| ÍNDICE DE ILUTRACIONES | VII |
| GLOSARIO | IX |
| LISTA DE SÍMBOLOS | XV |
| RESUMEN | XVII |
| OBJETIVOS | XIX |
| INTRODUCCIÓN | XXI |

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA

| | |
|--------------------------------|----------|
| 1.1 Generalidades | 1 |
| 1.1.1 Límites y localización | 2 |
| 1.1.2 Accesos y comunicaciones | 2 |
| 1.1.3 Topografía e hidrografía | 2 |
| 1.1.4 Aspectos climáticos | 3 |
| 1.1.5 Actividades económicas | 4 |
| 1.1.6 Población | 4 |

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Planificación y diseño geométrico del camino que de la comunidad del Capulín conduce a las comunidades del Nispero, Belice y Esmeralda del municipio de Siquinalá, Escuintla

| | |
|--------------------------------|---|
| 2.1.1 Descripción del proyecto | 7 |
|--------------------------------|---|

| | | |
|--------------|---|----|
| 2.1.2 | Estudio de suelos | 8 |
| 2.1.2.1 | Ensayos para la clasificación de suelos | 8 |
| 2.1.2.1.1. | Análisis granulométrico | 9 |
| 2.1.2.1.2. | Límites de consistencia | 10 |
| 2.1.2.1.2.1. | Límite líquido | 10 |
| 2.1.2.1.2.2. | Límite plástico | 11 |
| 2.1.2.1.2.3. | Índice plástico | 11 |
| 2.1.2.2. | Ensayos para el control de la construcción | 12 |
| 2.1.2.2.1. | Determinación del contenido de humedad | 12 |
| 2.1.2.2.2. | Densidad máxima y humedad óptima | 12 |
| 2.1.2.2.3. | Ensayo de equivalente de arena | 14 |
| 2.1.2.3. | Ensayos para la determinación de la resistencia del suelo | 14 |
| 2.1.2.3.1. | Ensayo del valor soporte del suelo (CBR) | 14 |
| 2.1.2.4. | Análisis de resultados | 15 |
| 2.1.3 | Normas para el estudio y proyecto geométrico de carreteras | 17 |
| 2.1.3.1 | Normas AASHTO | 17 |
| 2.1.3.2 | Normas ASTM | 18 |
| 2.1.3.3 | Normas COGUANOR | 18 |
| 2.1.4 | Replanteo y levantamiento topográfico | 19 |
| 2.1.4.1 | Estudio preliminar de campo | 19 |
| 2.1.4.2 | Planimetría | 19 |
| 2.1.4.3 | Altimetría | 20 |
| 2.1.4.4 | Secciones transversales | 21 |
| 2.1.4.5 | Cálculo planimétrico | 21 |
| 2.1.4.6 | Cálculo altimétrico | 22 |
| 2.1.4.7 | Cálculo de secciones transversales | 23 |
| 2.1.5 | Diseño del alineamiento horizontal | 24 |

| | |
|--|----|
| 2.1.5.1 Topografía de alineamiento horizontal | 24 |
| 2.1.5.1.1. Planimétrico | 24 |
| 2.1.5.1.2. Altimétrico | 25 |
| 2.1.5.1.3. Curvas de nivel | 25 |
| 2.1.5.1.4. Corrimiento de la línea | 26 |
| 2.1.5.2 Radio de curvatura | 29 |
| 2.1.5.3 Velocidades de diseño | 30 |
| 2.1.5.4 Grado de curvatura | 30 |
| 2.1.5.5 Deflexión angular | 31 |
| 2.1.5.6 Cuerda máxima | 34 |
| 2.1.5.7 Longitud de curva | 34 |
| 2.1.5.8 Tangentes | 35 |
| 2.1.5.9 External | 37 |
| 2.1.5.10 Ordenada media (OM) | 37 |
| 2.1.5.11 Subtangente (st) | 38 |
| 2.1.5.12 Rangos de velocidad y cambios de velocidad | 38 |
| 2.1.6 Diseño del alineamiento vertical | 39 |
| 2.1.6.1 Pendiente positiva y negativa | 39 |
| 2.1.6.2 Pendiente máxima | 39 |
| 2.1.6.3 Pendiente mínima | 40 |
| 2.1.6.4 Curvas verticales | 40 |
| 2.1.6.5 Longitudes de curvas verticales | 40 |
| 2.1.6.6 Valores de K para visibilidad de parada | 41 |
| 2.1.6.7 Curva cóncava | 43 |
| 2.1.6.8 Curva convexa | 43 |
| 2.1.6.9 Velocidades de diseño | 43 |
| 2.1.6.10 Cálculo de sub-rasante | 43 |
| 2.1.7 Cálculos de movimiento de tierra | 46 |
| 2.1.7.1 Retiro de estructuras, servicios existentes y obstáculos | 50 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.1.7.2 | Limpia, chapeo y destronque | 50 |
| 2.1.7.3 | Excavación de terraplenes | 51 |
| 2.1.7.4 | Excavación de canales | 52 |
| 2.1.7.5 | Excavación para estructuras mayores y menores | 52 |
| 2.1.7.6 | Relleno para estructuras | 52 |
| 2.1.7.7 | Relleno permeable | 53 |
| 2.1.7.8 | Acarreo libre y acarreo | 54 |
| 2.1.7.9 | Cálculo de sub-rasante y balasto | 54 |
| 2.1.7.10 | Reacondicionamiento | 55 |
| 2.1.8 | Planos constructivos | 56 |
| 2.1.8.1 | Dibujo de curvas horizontales | 56 |
| 2.1.8.2 | Dibujo de curvas verticales | 57 |
| 2.1.8.3 | Dibujo de drenajes | 57 |
| 2.1.8.4 | Dibujo de sección típica | 58 |
| 2.1.8.5 | Dibujo de obras especiales | 59 |
| 2.1.9 | Drenaje | 60 |
| 2.1.9.1 | Objetivos del drenaje | 60 |
| 2.1.9.2 | Importancia en la vida de la carretera | 61 |
| 2.1.9.3 | Drenaje longitudinal | 61 |
| 2.1.9.4 | Cunetas | 61 |
| 2.1.9.5 | Contracunetas | 62 |
| 2.1.9.6 | Bombeo de la superficie | 62 |
| 2.1.9.7 | Drenaje transversal | 63 |
| 2.1.9.8 | Calculo de diámetro de tubería | 63 |
| 2.1.10 | Presupuesto | 65 |
| 2.1.10.1 | Materiales | 65 |
| 2.1.10.2 | Mano de obra | 65 |
| 2.1.10.3 | Costo total del proyecto | 65 |
| 2.1.11 | Cronograma de ejecución | 67 |

| | |
|------------------------|----|
| CONCLUSIONES | 69 |
| RECOMENDACIONES | 71 |
| BIBLIOGRAFÍA | 73 |
| APÉNDICE | 75 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Localización del proyecto | 6 |
| 2 | Curvas de nivel | 25 |
| 3 | Corrimiento de línea | 26 |
| 4 | Corrimiento de línea | 28 |
| 5 | Círculo para cálculo de grado de curvatura | 31 |
| 6 | Cálculo de delta (Δ) | 32 |
| 7 | Elementos de curva horizontal | 33 |
| 8 | Curva horizontal | 36 |
| 9 | Curva vertical cóncava | 41 |
| 10 | Curva vertical convexa | 42 |
| 11 | Curva vertical | 44 |
| 12 | Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras | 47 |
| 13 | Área de corte | 49 |
| 14 | Área de relleno | 49 |
| 15 | Distancia entre estaciones | 49 |

TABLAS

| | | |
|-----|--|----|
| I | Estructura etarea y distribución por sexo | 5 |
| II | Libreta de campo | 21 |
| III | Coordenadas parciales y totales | 22 |
| IV | Libreta de campo calculada | 22 |
| V | Libreta de secciones | 23 |
| VI | Cálculo de niveles de libreta de secciones | 23 |

| | | |
|------|--|----|
| VII | Estándares de diseño de carretera | 29 |
| VIII | Valores de K para curvas Cóncavas y Convexas | 42 |
| IX | Cálculo de corrección de curva vertical | 45 |
| X | Taludes recomendados para el dibujo de secciones | 47 |
| XI | Graduación para Relleno Permeable. | 54 |
| XII | Coefficientes de C que dependen del contorno del terreno | 64 |
| XIII | Resumen de presupuesto | 66 |
| XIV | Cronograma | 67 |

GLOSARIO

| | |
|----------------|---|
| AASHTO | Siglas en inglés del <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i> . |
| Ángulo | Es la menor o mayor abertura que forman dos líneas o dos planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados. |
| ASTM | Siglas en inglés del <i>American Stándar and Testing of Materials</i> . Código de normas de ensayos de materiales usado en Guatemala. |
| Azimut | Ángulo horizontal referido a un norte magnético, su rango va desde 0 a 360 grados sexagesimales. |
| Balasto | Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir, que consta de material fino y grueso con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura. |
| Base | Están constituidas por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado, que se construye sobre la sub-base. |

| | |
|-----------------------------------|---|
| Bombeo | Pendiente transversal descendente de la corona o subcorona, a partir de su eje y hacia ambos lados, en tangente horizontal. |
| Bordillo | Elemento que se construye sobre los acotamientos, junto a los hombros de los terraplenes, para evitar que el agua erosione el talud del terraplén. |
| Bóveda | Es una estructura formada por un arco metálico de concreto o de mampostería apoyada en dos muros; son diseñadas y construidas para desaguar caudales de agua y soportar rellenos relativamente grandes. |
| Cabezales | Muro central de entrada y salida de las tuberías, diseñado y construido para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas. |
| Coeficiente de escorrentía | Relación entre el agua de lluvia que cae en una zona determinada. |
| COGUANOR | Siglas de la Comisión Guatemalteca de Normas. |
| Contracunetas | Son cunetas construidas generalmente en los taludes de corte, cuya finalidad es evitar que las aguas superficiales lleguen hasta la carretera. |

| | |
|------------------------|---|
| Coordenadas | Son líneas que sirven para determinar la posición de un punto y los ejes o planos a que se refieren aquellas líneas. |
| Corona | Superficie terminada de una carretera, comprendida entre sus hombros. |
| Corte | Es la excavación que se realiza en el terreno de conformidad al trazo de la carretera o camino. Se realiza a media ladera o en trinchera. |
| Cota de terreno | Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado. |
| Cunetas | Zanja lateral paralela al eje de la carretera o del camino, construida entre los extremos de los hombros y al pie de los taludes. |
| Descarga | Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, pueden estar crudas o tratadas. |
| Drenajes | Controlan las condiciones de flujo de agua en terracerías y mejoran las condiciones de estabilidad de cortes, terraplenes y pavimentos. |
| Excavaciones | Deben ser construidas cuidadosamente, ajustándose a la línea y pendiente señaladas. Las caras laterales serán verticales. |

| | |
|----------------------------|--|
| Factor de seguridad | Factor que indica que tan lisa es una superficie. |
| Hidrología | Parte de las ciencias naturales, que trata de las aguas. |
| Infraestructura | Base material sobre la que se asienta algo. |
| Pendiente | Relación entre el desnivel y la distancia horizontal que hay entre dos puntos. |
| Rasante | Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino. |
| Relleno | Es el material especial o de terracería uniformemente colocado y compactado en las partes laterales y superior de las cajas, así como, atrás de los aletones. |
| Sección típica | Es toda la extensión de la carretera, tiene una sección que permanece uniforme la mayoría de las veces. |
| Talud | Plano inclinado de la terracería que pertenecen a la sección típica, que delimitan los volúmenes de corte o terraplén; y están contenidos entre la cuneta y el terreno original. |

Terracería

Es el conjunto de operaciones de cortes, préstamos, rellenos, terraplenes y desperdicios de material que se realizan hasta alcanzar una rasante determinada, de conformidad con los niveles indicados en los planos.

Terraplén

Son los depósitos de material que se realizan sobre el terreno natural para alcanzar el nivel de subrasante.

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|-----------------------|--|
| A₁ | Área uno |
| A₂ | Área dos |
| H_i | Altura del instrumento |
| C | Coefficiente de escorrentía |
| °C | Grados centígrados |
| cm² | Centímetro cuadrado |
| cm | Cuerda máxima |
| DH | Distancia horizontal |
| DGC | Dirección general de caminos |
| E | External |
| f'c | Resistencia última del concreto |
| f_y | Módulo de fluencia del acero |
| G | Grado de curvatura |
| Ha | Hectárea |
| INE | Instituto Nacional de Estadística |
| K | Variación de la longitud por unidad de pendiente |
| Kg. | Kilogramos |
| Kph | Kilómetros por hora |
| L_c | Longitud de curva |

| | |
|------------------------|--|
| L_{CV} | Longitud de curva vertical |
| m² | Metros cuadrados |
| m³ | Metros cúbicos |
| OM | Ordenada media. |
| PC | Principio de curva |
| PCV | Principio de curva vertical |
| PI | Punto de inflexión |
| PI | Punto de intersección de dos tangentes |
| plg | Pulgada |
| plg² | Pulgada cuadrada |
| plg³ | Pulgada cúbica |
| PT | Principio de tangente |
| PTV | Principio de tangente vertical |
| PV | Punto de vuelta |
| P1 | Pendiente de entrada |
| P2 | Pendiente de salida |
| R | Radio de curva circular |
| St | Subtangente |
| Δ | Deflexión entre dos tangentes |

RESUMEN

La mayoría de las comunidades a nivel nacional carecen de servicios básicos, característica usual en nuestro medio. Esta situación no le es ajena a comunidades del municipio de Siquinalá del departamento de Escuintla, aquí se recopilaron los datos necesarios para la elaboración del proyecto para el presente trabajo de graduación.

Inicialmente se realizó un estudio monográfico y un diagnóstico de la situación poblacional, así como, las prioridades para la población, en este caso, las comunidades del Nispero, Belice y Esmeralda; en el cual se determinó que, prioritariamente se hace necesario la planificación y el diseño del tramo que comunica a dichas comunidades con los principales accesos hacia la cabecera municipal.

En el capítulo 2 se detalla cada uno de los aspectos técnicos y específicos necesarios para el diseño y planificación de dicho tramo, además, se presenta el presupuesto y cronograma de ejecución; en los anexos se presentan los estudios de suelos y resultados gráficos, así como, los planos correspondientes.

OBJETIVOS

General

Desarrollar proyectos de infraestructura que ayuden al desarrollo de las comunidades necesitadas del área rural de Guatemala.

Específicos

1. Realizar el diseño geométrico del camino que comunica a las comunidades en mención, dada la necesidad que se presenta en ellas.
2. Hacer ver la importancia que tiene un camino balastado a diferencia de uno de simplemente de terracería, ya que este es un camino que cuenta con mejores condiciones para el tránsito de vehículos.
3. Capacitar a los líderes comunitarios, en este caso a los miembros de los comités que operan en dichas comunidades, de tal manera que puedan contribuir directamente en el mantenimiento del camino, en aspectos de limpieza, drenajes y cunetas.

INTRODUCCIÓN

El propósito del presente trabajo de graduación consiste en el desarrollo de los elementos necesarios para el diseño geométrico de un tramo carretero, en este caso, se trata del tramo que comunica a la comunidad llamada el Capulín con las comunidades del Nispero, Belice y Esmeralda del municipio de Siquinalá, Escuintla; aquí se vio la necesidad de mejorar las condiciones viales de dicho camino, el cual consta de una longitud de de 4,375.25 metros, en el no existen las condiciones mínimas de diseño para la segura circulación de vehículos, además, de no ser transitable en época lluviosa, lo cual la convierte en un camino inadecuado para el transporte de insumos necesarios hacia las comunidades en mención.

Los beneficiarios directos e indirectos del proyecto tendrán una disminución del costo y tiempo de transporte al tener una vía de acceso que cumpla con especificaciones adecuadas de diseño, ya que como es sabido, los problemas que afectan este tipo de caminos no se solucionan con el simple hecho de colocar un material adecuado para capa de rodadura.

Además, se presenta una parte que contiene la investigación de tipo monográfica en la que se incluye información social, de población, producción, vivienda y aspectos físicos de los lugares en estudio.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA

1.1. Generalidades

En el municipio de Siquinalá la categoría de la cabecera Municipal es de Pueblo, por Acuerdo del Ejecutivo el 6 de marzo de 1867, su extensión territorial es de 168 kilómetros cuadrados, con una altura de 336 metros sobre el nivel del mar.

El origen del nombre de Siquinalá puede venir de la etimología Tziquin = pájaro, alá = joven. Lo que se puede interpretar como pájaro joven, o muchacho macho.

El pueblo de Santa Catharina de Siquinalá está situado en tierra de costa caliente y húmeda tempestuosa, está el pueblo cerca de un promontorio o peñón, que se descubre la mucha distancia; su temperatura no es tan caliente como los otros de la costa, tiene unos grados menos de calor, por irse acercando a la sierra, aunque no está distante del mar.

La principal riqueza del municipio está en sus valiosas fincas y en la crianza de ganado, la elaboración de aceites esenciales, así como de panela y azúcar que se obtiene de las plantaciones de caña dentro de la jurisdicción, especialmente del ingenio Pantaleón.

La fiesta titular es el 25 de noviembre, día principal que la Iglesia conmemora a la Virgen Santa Catalina de Alejandría, según publicación por el Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT), se acostumbra en esa ocasión los bailes folklóricos de la conquista, y otros.

1.1.1. Límites y localización

El municipio de Siquinalá se encuentra situado en la parte norte del departamento de Escuintla, en la Región V o Región Central. Sus límites territoriales son: al norte con Santa Lucía Cotzumalguapa y Escuintla, al este con Escuintla, al Sur con la Democracia y al oeste con Santa Lucía Cotzumalguapa (todos del departamento de Escuintla).

1.1.2. Accesos y comunicaciones

Se llega al municipio por la carretera Internacional del pacífico CA-2 del parque de la cabecera departamental y municipio de Escuintla en dirección, oeste a 23 kilómetros de la cabecera de Siquinalá, de donde son 8 Km. para la cabecera de Santa Lucía Cotzumalguapa.

1.1.3. Topografía e hidrografía

Siquinalá, municipio del departamento de Escuintla, cuenta con una extensión territorial de 168 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 336.58 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima es cálido. Se localiza en la latitud 15° 18' 21" y en la longitud 90° 00' 58".

Accidentes orográficos: Montaña: El Níspero Cerros: El Campanario, El Peñón, El Sobretodo.

Accidentes hidrográficos: Ríos: Acomé, Cuaches, Las Pilas, Achiguate, Cucunyá, Mazate, Agua Zarca, El Capulín, Melina, Agüero, El Tigre, Pantaleón, Cangrejo, El Jutillo, Platanares, Ceniza, La Parida, Tanilyá (aguas abajo cambia a Obispo), Colojate, La Toma, Zarco, Colojatillo, Las Marías Zarza.

Riachuelos: Cancún, La Azotea.

Zanjones: El Cantil, Lempa

Quebradas: Ancha, El Convento, La Arenera, Los Encuentros del Níspero, El Jute, La Ceiba, Pueblo Nuevo, Zarca de la Pulpa, El Volador, La Lagunilla, Toma de San Víctor.

Catarata: Capulín.

1.1.4. Aspectos climáticos

El clima es cálido en la mayoría del territorio, registrándose temperaturas que oscilan entre los 21° y 34° centígrados promedio.

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Guatemala, el municipio se encuentra dentro de ellas, las cuales se describen a continuación:

Bosque Húmedo Subtropical Templado (BHS-t)

Tiene una extensión de 197.02 kilómetros cuadrados, representa el 0.16% de la cobertura total, la precipitación varía entre 1,100 a 1349mm anuales, la biotemperatura va de 20 a 26 grados centígrados.

Bosque húmedo subtropical: cálido (bh-sc), que tiene un patrón de lluvias que va desde 1,200 a 2,000 mm anuales, las biotemperaturas son de alrededor de 30°C promedio.

El municipio se caracteriza de tener temperaturas inferiores a las de los municipios aledaños, esto debido al abundante bosque existente y a las montañas que la rodean.

1.1.5. Actividades económicas

El municipio se caracteriza por sus valiosas fincas dedicadas a la crianza de ganado, la elaboración de aceites esenciales, así como de panela y azúcar que se obtiene de las plantaciones de caña dentro de la jurisdicción, especialmente del ingenio Pantaleón.

Principales cultivos: Los principales cultivos que se producen en esta zona son los que se menciona a continuación no siendo el orden de importancia: caña de azúcar, café, maíz, palo de hule, cítricos, plantas ornamentales, banano, frijol, frutas varias, hoja de sal, cacao, xate, plátano, pacaya, aguacate, y coco.

Sistema de Riego de acuerdo a la información del MAGA sobre la infraestructura de apoyo en sistemas de riego, únicamente en el sector privado. Específicamente el Ingenio Pantaleón con una cobertura de 14,000 ha. para el cultivo de caña de azúcar; el abastecimiento del agua es tomando de fuentes superficiales, ya sea por aspersión o por gravedad, si bien es cierto que existe un sistema de riego, no beneficia en nada a la población dedicada a la agricultura, ya que no está enfocado a otros productos y grupos de agricultores, únicamente a este propietario y a su plantación.

1.1.6. Población

La población de Siquinalá cuenta con un total de 10,761 habitantes, hombres cincuenta punto cincuenta y uno por ciento (50.51%) y mujeres cuarenta y nueve punto cuarenta y nueve por ciento (49.49%), dicha población está casi equilibrada existiendo una pequeña diferencia de 111 hombres más sobre el universo de mujeres.

Dentro de los rangos establecidos se consideró la edad de 0 a 14 años como la edad límite establecida por ley, para poder ingresar al campo laboral, en este rango la cantidad de personas es de cuatro mil cuatrocientos ochenta y cinco

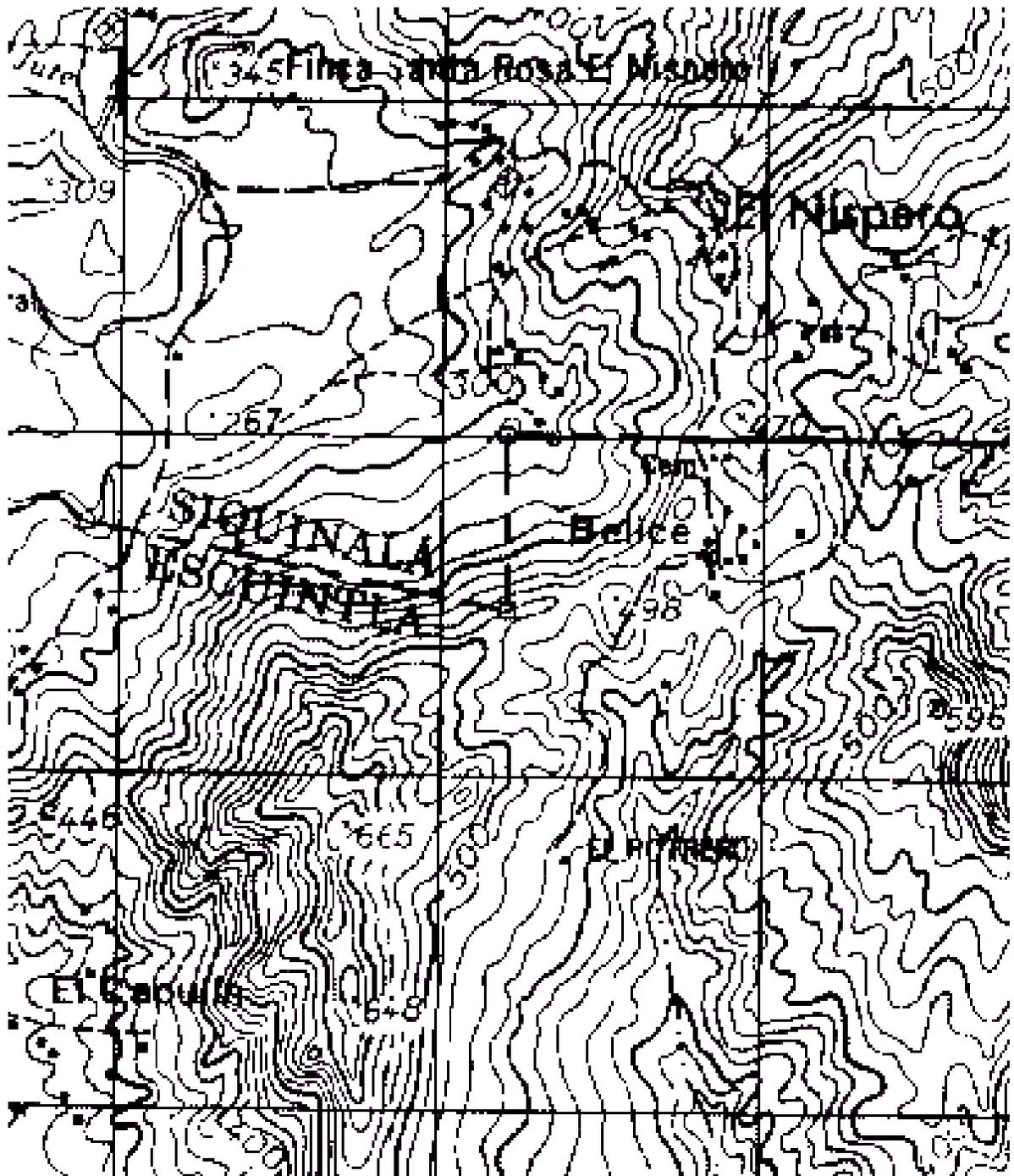
(4,485) incluyendo ambos sexos, con un porcentaje en relación al total de población de cuarenta y uno punto cuarenta y siete por ciento (41.47%); en el rango de los 15 a los 39 años, se considera una población de cuatro mil ciento setenta y tres (4,173) y corresponde a un porcentaje de treinta y ocho punto setenta y cinco (38.75%), y para el rango de los adultos mayores la población es de dos mil ciento tres (2,103) personas, y corresponde a un porcentaje de diecinueve punto setenta y ocho (19.78%) en relación al total de población. Los datos estadísticos nos indican que son poblaciones con mucho potencial humano relativamente joven.

Tabla I. **Estructura etarea y distribución por sexo**

| Rango de edad. | Hombres | Mujeres | Total | % | Población | % |
|-----------------------|----------------|----------------|--------------|----------|------------------|----------|
| TOTAL | 5,436 | 5,325 | 10,761 | 100.00 | 10,761 | 100.00 |
| < 1 año | 163 | 157 | 320 | 2.97 | 4,484 | 41.47 |
| 1 año | 181 | 183 | 364 | 3.38 | | |
| 2 años | 163 | 164 | 327 | 3.04 | | |
| 3 años | 182 | 159 | 341 | 3.17 | | |
| 4 años | 146 | 179 | 325 | 3.02 | | |
| 5 años | 137 | 161 | 298 | 2.77 | | |
| 6 a 9 años | 607 | 576 | 1,183 | 10.99 | | |
| 10 a 14 años | 675 | 651 | 1,326 | 12.32 | | |
| 15 a 19 años | 600 | 512 | 1,112 | 10.33 | | |
| 20 a 24 años | 450 | 501 | 950 | 8.83 | 4,173 | 38.75 |
| 25 a 39 años | 1,057 | 1,054 | 2,111 | 19.62 | 2,103 | 19.78 |
| 40 a 49 años | 470 | 437 | 907 | 8.43 | | |
| 50 a 59 años | 278 | 274 | 552 | 5.13 | | |
| 60 y más | 327 | 317 | 644 | 5.99 | | |

Fuente: Instituto nacional de Estadística (INE).

Figura 1. Localización del proyecto.



2 SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Planificación y diseño geométrico del camino que de la comunidad del Capulín conduce a las comunidades del Nispero, Belice y Esmeralda del municipio de Siquinalá, Escuintla

2.1.1. Descripción del proyecto

La consideración de este proyecto por parte de la municipalidad y del involucramiento del programa de E.P.S. de la Facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la solución del problema, ha hecho posible la factibilidad de la ejecución; de esta manera se incrementaría el nivel de vida de los pobladores beneficiados, dado que no existe un camino adecuado.

El proyecto a realizarse contiene el diseño de una carretera tipo F, con longitud de 4375.25 metros, en región semi-montañosa a montañosa con velocidad de diseño de 30 kph, en pequeños tramos menores a 100 metros, la pendiente es mayor al 14%, debido a situaciones de costos, por lo que se propone realizar pavimentado o empedrado.

El proyecto consiste en la rehabilitación, conformación, balastado de 4375.25 metros lineales de camino vecinal, el cual tiene un ancho promedio de 6.00 metros, además se colocaran los drenajes adecuados y obras de arte necesarios para la conservación del tramo a rehabilitar.

2.1.2. Estudio de suelos

Los estudios de suelos varían de acuerdo con su objeto o importancia; antes de realizarse una nueva obra es adecuado realizar dichos estudios esto para determinar la mejor localización y definir los suelos mas apropiados para un camino. También pueden realizarse en caminos existentes en los que se experimenten algunas dificultades por destrucción de la capa superficial o levantamientos desiguales de la misma.

Es necesario saber el tipo de suelo con que se cuenta en el área de trabajo. Así en la gran mayoría de los casos, por condiciones de trazo geométrico, topografía y calidad de los suelos naturales de apoyo, es necesario determinar si el suelo es adecuado para utilizarse como capa de rodadura o es necesario ubicar un banco adecuado de material selecto (balasto) para ser aplicado como capa de rodadura.

Los ensayos de suelos deben ejecutarse de acuerdo con la división siguiente:

1. Para la clasificación del tipo de suelo
2. Para el control de la construcción
3. Para determinar la resistencia del suelo

2.1.2.1. Ensayos para la clasificación del suelo

Los ensayos de suelos son de mucha importancia para poder identificar que tipo de suelo existe en el área de trabajo de modo que puedan ser descritos y clasificados adecuadamente. Dentro de estos ensayos, los principales son el análisis granulométrico y los límites de consistencia.

2.1.2.1.1. Análisis granulométrico

La granulometría es la propiedad que tienen los suelos naturales de mostrar diferentes tamaños en su composición.

Este ensayo consiste en clasificar las partículas de suelo por tamaños, representándolos luego en forma gráfica. De estos datos se calculan los siguientes coeficientes:

Coeficiente de Uniformidad, que indica la variación del tamaño de las partículas de suelo.

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

Donde :

C_u = Coeficiente de uniformidad

D_{60} = Diámetro máximo del 60%

D_{10} = Diámetro máximo del 10%

Coeficiente de graduación, que indica una medida de la forma de la curva entre D_{10} y D_{60} .

$$C_g = (D_{30})^2 / D_{10} * D_{60}$$

Donde:

C_g = Coeficiente de graduación

D_{30} = Diámetro máximo del 30%

D_{10} = Diámetro máximo del 10%

D_{60} = Diámetro máximo del 60%

Todo el análisis granulométrico deberá ser hecho por vía húmeda según lo descrito en AASHTO T 27.

2.1.2.1.2. Límites de consistencia

Sirve para determinar, las propiedades plásticas de suelos arcillosos o limosos. Los límites de consistencia de los suelos, están representados por su contenido de humedad, y se conocen como:

2.1.2.1.2.1. Límite líquido

Es el estado del suelo cuando se comporta como una pasta fluida. Se define como el contenido de agua necesario para que, a un determinado número de golpes (normalmente 25 golpes), en la copa de casagrande, se cierre 1.27 cm. a lo largo de una ranura formada en un suelo moldeado, cuya consistencia es la de una pasta dentro de la copa.

El límite líquido fija la división entre el estado casi líquido y el estado plástico.

El límite líquido en ocasiones puede utilizarse para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites juntos son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.

El límite líquido es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad. Las investigaciones muestran que el límite líquido aumenta a medida que el tamaño de los granos o partículas presentes en el suelo disminuyen. El procedimiento analítico para la determinación de este límite se basa en la norma AASHTO T 89 teniendo como obligatoriedad al hacerlo sobre muestra preparada en húmedo.

2.1.2.1.2.2. Límite plástico

Es el estado límite de suelo ya un poco endurecido, pero sin llegar a ser semisólido. El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al dar un fluido viscoso.

El límite plástico se define como el contenido de agua (expresado en porcentaje del peso seco), con el cual se agrieta un cilindro de material de 3mm (1/8 de pulgada) de diámetro al rodarse con la palma de la mano o sobre una superficie lisa.

El proceso analítico para este ensayo se encuentra en la norma AASHTO T 90.

2.1.2.1.2.3. Índice plástico

El índice plástico es el más importante y el más usado, y es simplemente la diferencia numérica entre el límite plástico y el límite líquido. Indica el margen de humedades, dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo define los ensayos. Si el límite plástico es mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se considera no plástico.

Tanto el límite líquido como el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo.

Cuando un suelo tiene un índice plástico (I.P.) igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, el suelo es de baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico.

2.1.2.2. Ensayos para el control de la construcción

La compactación de suelos en general es el método más barato de estabilización disponible. La estabilización de suelos consiste en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo para obtener una óptima estructura, resistencia al corte y relación de vacíos deseable. Para determinar las características de resistencia y de esfuerzo-deformación de los materiales de apoyo, será necesario investigarlos por cualquiera de las siguientes características:

- a. Por penetración
- b. Por resistencia al esfuerzo cortante
- c. Por aplicación de cargas

2.1.2.2.1. Determinación del contenido de humedad

El contenido de humedad es la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra después de ser secada al horno, expresada en tanto por ciento. En otras palabras no es nada más que el porcentaje o cantidad de agua presente en el suelo. Es necesario determinar el contenido de humedad para realizar los siguientes ensayos: el ensayo de compactación Proctor, el ensayo de valor soporte, los límites de consistencia, y las densidades de campo.

2.1.2.2.2. Densidad máxima y humedad óptima

Para carreteras en Guatemala se utiliza generalmente el Proctor Modificado, según AASHTO T-180, éste sirve para calcular la humedad óptima de compactación, que es cuando alcanzará su máxima compactación.

La masa de los suelos, esta formada por partículas sólidas y vacíos, estos vacíos pueden estar llenos de agua, de aire o de ambos a la vez. Si la masa de un suelo se encuentra suelta, tienen mayor número de vacíos, los que, conforme se someta a compactación, van reduciéndose hasta llegar a un mínimo, que es cuando la masa del suelo, alcanza su menor volumen y su mayor peso, esto se conoce como **densidad máxima**. Para alcanzar la densidad máxima, es necesario que la masa del suelo tenga una humedad determinada, la que se conoce como **humedad óptima**.

Cuando el suelo alcanza su máxima densidad tendrá mejores características, tales como:

- a. Reducción del volumen de vacíos y la capacidad de absorber humedad.
- b. Aumenta la capacidad del suelo, para soportar mayores cargas. El ensayo de compactación Proctor consiste en tomar una cantidad de suelo, pasarlo por el tamiz, añadirle agua y compactarlo en un molde cilíndrico en tres capas con veinticinco golpes por capa con un martillo de compactación.

Luego de compactar la muestra, esta es removida del molde y demolida nuevamente para obtener pequeñas porciones de suelo que servirán para determinar el contenido de humedad en ese momento del suelo.

Se añade más agua a la muestra, tendiendo a obtener una muestra más húmeda y homogénea y se procede a hacer nuevamente el proceso de compactación. Esto se repite sucesivamente para obtener datos para la curva de densidad seca contra contenido de humedad. Para este ensayo se utiliza un martillo de compactación de caída controlada, cuyo peso sea de 10 libras y se aumenta el número de capas a cinco.

El Proctor modificado, tiene ventaja sobre el estándar en lo siguiente:

- a. Mejor acomodación de las partículas que forman la masa de un suelo, reduciendo su volumen y aumentando el peso unitario o densidad.
- b. Al tener una humedad óptima más baja, las operaciones de riego son más económicas, lo que facilita la compactación.

2.1.2.2.3. Ensayo de equivalente de arena

Esta prueba es para evaluar de manera cualitativa la cantidad y actividad de los finos presentes en los suelos por utilizar. Consiste en ensayar los materiales que pasan la malla # 4 en una probeta estándar parcialmente llena de una solución que propiciará la sedimentación de los finos. Se hace con el fin de conocer el porcentaje relativo de finos plásticos que contienen los suelos y los agregados pétreos.

Este ensayo se lleva a cabo principalmente, cuando se trata de materiales que se utilizarán como base, sub-base, o ya sea como materiales de bancos de préstamo. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 176.

2.1.2.3. Ensayos para la determinación de la resistencia del suelo

2.1.2.3.1 Ensayo de valor soporte del suelo (CBR)

Este ensayo conocido como Californian Bearing Ratio (CBR por sus siglas en ingles), es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante, en condiciones determinadas de compactación y humedad, se expresa en porcentaje de la carga, requerida, para producir la misma penetración en una muestra estándar de piedra triturada.

Para este ensayo es necesario conocer la humedad óptima y la humedad actual del suelo, para así poder determinar la cantidad de agua que se añadirá a la muestra de suelo. Los cilindros se compactan en cinco capas, para 10, 30 y 65 golpes, por cada capa. Para cada cilindro compactado se obtendrá el porcentaje de compactación (%C), el porcentaje de expansión y el porcentaje de CBR. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 193.

Expansión:

A cada cilindro se le coloca un disco perforado, con vástago ajustable y el disco de 10 a 13 libras. Sobre el vástago ajustable, se coloca el extensómetro, montado sobre un trípode, ajustando la lectura a cero. Luego de realizar lo anterior, se sumerge en el agua durante cuatro días, tomando lecturas cada 24 horas, controlando la expansión del material. Es importante tener en cuenta, que el peso de 10 a 13 libras colocado sobre el disco perforado con vástago ajustable, corresponde aproximadamente al peso de una losa de concreto. El objeto de sumergir la muestra, durante cuatro días en agua, es para someter a los materiales usados en la construcción, a las peores condiciones que puedan estar sujetos en un pavimento (si se diese el caso de una pavimentación).

Determinación de la resistencia a la penetración.

Luego de haber expuesto la muestra en saturación durante cuatro días se saca del agua escurriéndola durante quince minutos. Se quita la pesa, el disco perforado, el papel filtro y se procede a medir la resistencia a la penetración. Cuando se empieza la prueba, se coloca nuevamente sobre la superficie de la muestra, el peso y se procede a hincar el pistón, a una velocidad de penetración de 1.27 centímetros por minuto.

Se toma la presión, expresada en libras por pulgada cuadrada necesaria para hincar a determinadas penetraciones.

2.1.2.4. Análisis de resultados

De los ensayos realizados, se obtuvo que el suelo estudiado tiene las siguientes características:

Descripción del suelo: arena fina, color gris.

Clasificación: S.C.U.: SW P.R.A.: A-3

Límite líquido: -----0% (Debido a que es un suelo no plástico).

Índice plástico: -----0% (Debido a que es un suelo no plástico).

Densidad seca máxima .d: 107.0 lb./pie³

Humedad óptima = 16.0%

CBR al 95% de compactación es de 38% aproximadamente.

Como puede apreciarse, este material cumple con los requisitos de subrasante, dado que su límite líquido no es mayor del 50%, el 95% de compactación se alcanzará con la humedad óptima según el ensayo de Proctor modificado y el CBR es mayor que el 5%. Ver hojas adjuntas del laboratorio de suelos. (anexo).

2.1.3. Normas para el estudio y proyecto geométrico de carreteras

Al realizar el trabajo de campo, se inicia el estudio para fijar el eje de la carretera o diseño de la línea de localización. Un trazo óptimo es aquel que se adapta económicamente a la topografía del terreno, estos dependiendo del criterio adoptado que a su vez dependen del volumen del tránsito y la velocidad de diseño a utilizar.

Una vez fijadas las especificaciones que regirán el proyecto geométrico, se busca una combinación de alineamientos que se adaptan a las condiciones del terreno y que cumplan con los requisitos establecidos. Existen factores que suelen forzar una línea influyendo en la determinación de los alineamientos horizontal y vertical de una carretera, por lo que es necesario tomar una serie de normas generales que se toman de la práctica y del sentido común.

Debido a la dependencia entre sí de los alineamientos, que deben de guardar una relación que permita la construcción con el menor movimiento de tierras posible y con el mejor balance entre los volúmenes de excavación y relleno a producirse, obligan en determinadas circunstancias al no cumplimiento de estas normas, solamente cuando sean justificables por razones económicas, esto sin olvidar la importancia de estas recomendaciones para lograr el diseño de carreteras seguras y de tránsito cómodo.

2.1.3.1. Normas AASHTO

Estas normas tratan sobre las especificaciones de los materiales, métodos de comprobación, además de las especificaciones para probar equipo para los mismos, tendiendo estas normas a ser flexibles, de acuerdo a las necesidades y características de los materiales locales, mas no así para los materiales fabricados tales como cemento, Acero, asfaltos, etc....

Muchas de estas especificaciones están de acuerdo con aquéllos de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales. En todos los casos donde la Asociación y normas de la Sociedad son técnicamente idénticas, a la referencia, las normas ASTM.

2.1.3.2. Normas ASTM

Creada en 1898, ASTM Internacional es una de las mayores organizaciones en el mundo que desarrollan normas voluntarias por consenso. ASTM es una organización sin ánimo de lucro, que brinda un foro para el desarrollo y publicación de normas voluntarias por consenso, aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios.

Los miembros de esta organización desarrollan documentos técnicos que son la base para la fabricación, gestión y adquisición, y para la elaboración de códigos y regulaciones.

2.1.3.3. Normas COGUANOR

Las normas COGUANOR son las encargadas de propiciar condiciones que ayuden al desenvolvimiento ordenado de las actividades relacionadas con la fijación de normas de calidad, verificando el cumplimiento de las mismas en el mercado nacional, y con ello ayudar al desarrollo económico del país.

2.1.4. Replanteo y levantamiento topográfico

2.1.4.1. Estudio preliminar de campo

El camino de que conduce de la comunidad del Capulín a las comunidades del Níspero, Belice y Esmeralda actualmente es de tercercería, aparentemente en buenas condiciones pero durante la época lluviosa resulta intransitable, además, no reúne las condiciones necesarias de diseño para el tránsito de vehículos por lo cual se detecto la necesidad de realizar el estudio para el diseño geométrico. Por medio de la visita de campo al camino existente, se identificaron los lugares con mayor pendiente y geometría que no se ajustaba a la velocidad de diseño, se determinaron los lugares donde podrían hacerse los cambios de línea necesarios para darle una mayor longitud de desarrollo a las pendientes y mayor grado de curvatura a la geometría de la carretera para que el diseño geométrico cumpliera con la velocidad de diseño.

El diseño se adapto en lo posible a la carretera existente, esto, para disminuir los costos de corte y relleno que implica el acondicionamiento del diseño a la topografía del terreno por lo que se obtuvieron pendientes mayores al 14%, disminuyendo de esta manera los costos y haciendo factible el desarrollo del proyecto.

2.1.4.2. Planimetría

Está se define como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su mejor orientación.

En la medición de la planimetría de dicho proyecto se utilizó el método de conservación del Azimut en una poligonal abierta. Que consiste en tomar un Azimut inicial referido al norte y fijando éste con una vuelta de campana en la

vista atrás se toma la medida hacia la siguiente estación, se tomaron puntos intermedios entre estación y estación a cada veinte metros, así como también puntos de referencia en accidentes geográficos (cercos, postes de luz, etc.).

Para la realización de los trabajos de planimetría y señalización en campo de la topografía se utilizó el equipo siguiente:

- Teodolito Sokia modelo DT-6
- Trípode
- Estadal
- 2 plomadas
- cinta métrica
- trompos (para marcar la línea central)
- estacas (para identificar el caminamiento de los trompos)

En los anexos se presentan los planos, en los cuales se puede observar la planimetría del proyecto.

2.1.4.3. Altimetría

Es la medición de las alturas de una superficie de la tierra, con el fin de representar gráficamente, para que conjunta con la planimetría, se defina la superficie en estudio, representada en tres dimensiones.

Para la realización de los trabajos de altimetría se utilizó el equipo siguiente:

- Nivel de precisión marca Sokia
- Trípode
- Estadal

En el apéndice se presentan los planos, en los cuales se puede observar la altimetría del proyecto.

2.1.4.4. Secciones transversales

Éstas se realizan a lo largo de la carretera, en cada punto de nivelación con el fin de definir las curvas de nivel en el derecho de vía, la alturas se miden con un nivel de mano, en cada cambio de pendiente, sirven para definir: la orilla de la carretera, la cuneta, el principio del talud, la corona del talud la contracuneta y el terreno natural, definiendo así la topografía del lugar.

La información debe obtenerse dentro de una franja de 6 metros, a cada lado de la línea central, esta por ser una carretera del tipo F.

Los trabajos de seccionamiento se realizaron con el equipo siguiente:

- Nivel de precisión marca Sokia
- Trípode
- Estadal
- Cinta métrica

2.1.4.5. Cálculo planimétrico

Para el cálculo se utiliza el método pensilvania, dando como resultado las coordenadas totales de la línea central preliminar.

El método de pensilvania consiste en calcular coordenadas parciales por medio de utilización de las funciones trigonométricas seno y coseno, se asume que las coordenadas de la primera estación serán $X = 0.00$ y $Y = 0.00$, luego con el ángulo horizontal y distancia se obtienen las ΔX y ΔY , las cuales se suman algebraicamente para obtener las coordenadas totales.

Ejemplo:

Tabla II. **Libreta de campo**

| Estación | Punto observado | Azimut | | | Distancia | observaciones |
|----------|-----------------|--------|----------|-----------|-----------|---------------|
| | | grados | Minutos. | Segundos. | | |
| E-1 | E-2 | 81 | 51 | 24 | 109.04 | Estación |
| E-2 | E-3 | 117 | 19 | 54 | 73.45 | Estación |

$$\Delta X = \text{sen} (81.85) * 109.04 = 107.94$$

$$\Delta Y = \text{cos} (81.85) * 109.04 = 15.44$$

$$\Delta X = \text{sen} (117.33) * 73.45 = 65.25$$

$$\Delta Y = \text{cos} (117.33) * 73.45 = -33.72$$

Tabla III. **Coordenadas parciales y totales**

| Estación | Punto observado | ΔX | ΔY | X total | Y total |
|----------|-----------------|------------|------------|---------|---------|
| E-1 | | | | 0.000 | 0.000 |
| E-1 | E-2 | 107.94 | 15.44 | 107.94 | 15.44 |
| E-2 | E-3 | 65.25 | -33.72 | 173.19 | -18.27 |

2.1.4.6. Cálculo altimétrico

Para el cálculo de las cotas se asumió un valor inicial, en este caso fue 100.00 y luego aplicando fórmulas para el cálculo de la altura de instrumento y la cota de nivelación, se obtuvieron los datos necesarios para representar gráficamente el perfil.

Fórmulas

Altura de instrumento = Vista atrás + cota inicial

Cota de nivelación = Altura de instrumento – Vista adelante

Tabla IV. **Libreta de campo calculada**

| Punto observado | Vista atrás | Altura de instrumento | Vista adelante | Cota de nivelación |
|-----------------|-------------|-----------------------|----------------|--------------------|
| E-5= | | 105.91 | 1.15 | 104.76 |
| E-6= | 1.49 | 106.31 | 1.56 | 104.82 |
| E-7= | 2.47 | 108.24 | 0.53 | 105.77 |
| E-8= | | 108.24 | 0.54 | 107.70 |

2.1.4.7. Cálculo de secciones transversales

El cálculo de las cotas de sección transversales, requiere que se conozcan las cotas del eje central pues a estas se les suman o restan los datos de la libreta de campo.

Ejemplo:

Tabla V. **Libreta de secciones**

| Izquierda | | | Derecha | |
|-------------|------------|------------|-------------|------------|
| Dist./elev. | Dist./elev | Esta. | Dist./elev | Dist./elev |
| 7.50/-0.75 | 3.60/-0.30 | E-6 | 3.00/+0.105 | 7.35/+1.87 |
| 7.25/-1.15 | 2.00/-0.01 | E-7 | 3.00/-0.20 | 8.25/+1.25 |

Tabla VI. **Cálculo de niveles de libreta de secciones**

| Elev. | Elev. | Esta. | Elev. | Elev. |
|--------|--------|--------------|--------|--------|
| 104.07 | 104.52 | E-6 = 104.82 | 104.93 | 106.69 |
| 104.62 | 105.78 | E-7 = 105.77 | 105.57 | 107.02 |

2.1.5. Diseño de alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad en la mayor longitud de la carretera como posible. El relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad, a su vez, controla la distancia de visibilidad.

El trazado en planta de un tramo se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: recta, curva circular y curva de transición.

2.1.5.1. Topografía de alineamiento horizontal

Esta no es más que la planimetría realizada para el dibujo de la línea de preliminar y sus cotas, necesarios para el estudio y diseño geométrico de tramos carreteros.

2.1.5.1.1. Planimetrico

Esta es la representación gráfica en planta de la carretera, se dibuja en un plano cartesiano por medio de las coordenadas totales de las estaciones. Para el efecto se aplicó el programa Autocad, dibujada la línea central en planta sirvió para el cálculo de los azimut y distancias de la línea de localización.

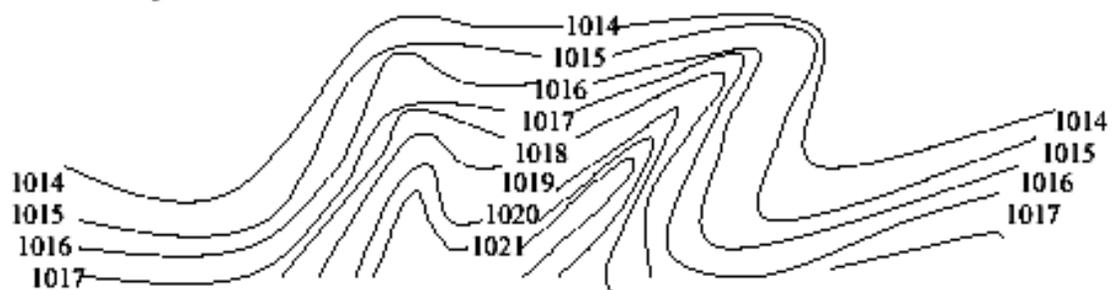
2.1.5.1.2. Altimétrico

En el dibujo de planta colocamos los niveles de cada estación a lo largo de la línea preliminar. Estos servirán para dibujar las curvas a nivel y los perfiles de diseño, ya que la línea de localización o línea central de la carretera no pasa exactamente por la línea preliminar de topografía, pero con la interpolación de curvas a nivel se puede dibujar el perfil de la línea de localización.

2.1.5.1.3. Curvas de nivel

Es la representación gráfica de los niveles de la carretera, pueden localizarse por interpolación, de acuerdo con las distancias obtenidas en el levantamiento planimétrico y los niveles del levantamiento altimétrico y secciones transversales. Por medio de las curvas a nivel del levantamiento se determinaron las pendientes del terreno. Ejemplo de curvas a nivel.

Figura 2. **Curvas de nivel.**

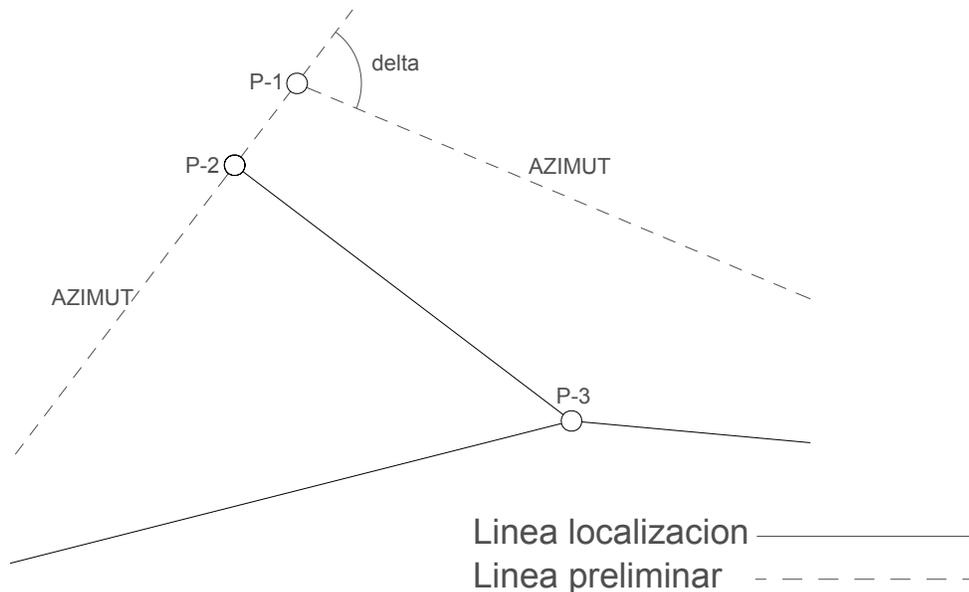


2.1.5.1.4. Corrimiento de la línea

La línea de localización se diseña de acuerdo a la topografía del terreno, en la cual se ubican puntos fijos como puentes, casas, poblaciones, ríos, rellenos, roca, etc.

Cuando el levantamiento se hace para rehabilitar una carretera, la línea de localización coincide con la línea preliminar, en algunos tramos, en tanto que en donde se hacen modificaciones no coinciden, esto permite establecer puntos de control entre la línea preliminar y de localización como se muestra en la figura siguiente:

Figura 3. Corrimiento de Línea



De los cálculos de la línea preliminar, se tienen las coordenadas totales de los puntos de intersección **PI**, para calcular las coordenadas de la línea de localización se siguen los siguientes pasos.

- Se dibuja una línea perpendicular a la línea preliminar P2 hasta interceptar con el **PI** de localización P3, se mide la distancia entre el **PI**-P3 y el punto perpendicular P2, luego desde el **PI** preliminar P1 y el punto perpendicular P2.

b) Con las coordenadas del **PI** preliminar P1, el azimut invertido y la distancia del P1 a P2, calcular las coordenadas del punto P2, ubicados en el punto P2, con el azimut invertido restar 90° para el nuevo azimut de la línea P2-P3.

c) Con las coordenadas del punto P2, el azimut de la línea P2-P3 y la distancia P2-P3 se calculan las coordenadas del **PI** de localización P3, ejemplo:

Datos:

Distancia de P3 a P2 = 22.00

Distancia de P1 a P2 = 7.94

Coordenadas **PI** preliminar P1 = 1280.50 , 696.91

Azimut 1 = $68^\circ 30' 00''$

Cálculo:

Azimut invertido = dado que nos dirigimos hacia delante no es necesario.

$$X = \text{sen } 68.5^\circ * 7.94 = 7.38$$

$$Y = \text{cos } 68.5^\circ * 7.94 = 2.91$$

$$\text{Coordenadas totales punto P2} = 1280.50 + (7.38), 696.91 + (2.91)$$

$$P2 = 1287.88 , 699.82$$

$$\text{Nuevo azimut} = 68.5^\circ - 90^\circ = 338.5^\circ$$

$$X = \text{sen } 338.5^\circ * 22.00 = -8.063$$

$$Y = \text{cos } 338.5^\circ * 22.00 = 20.469$$

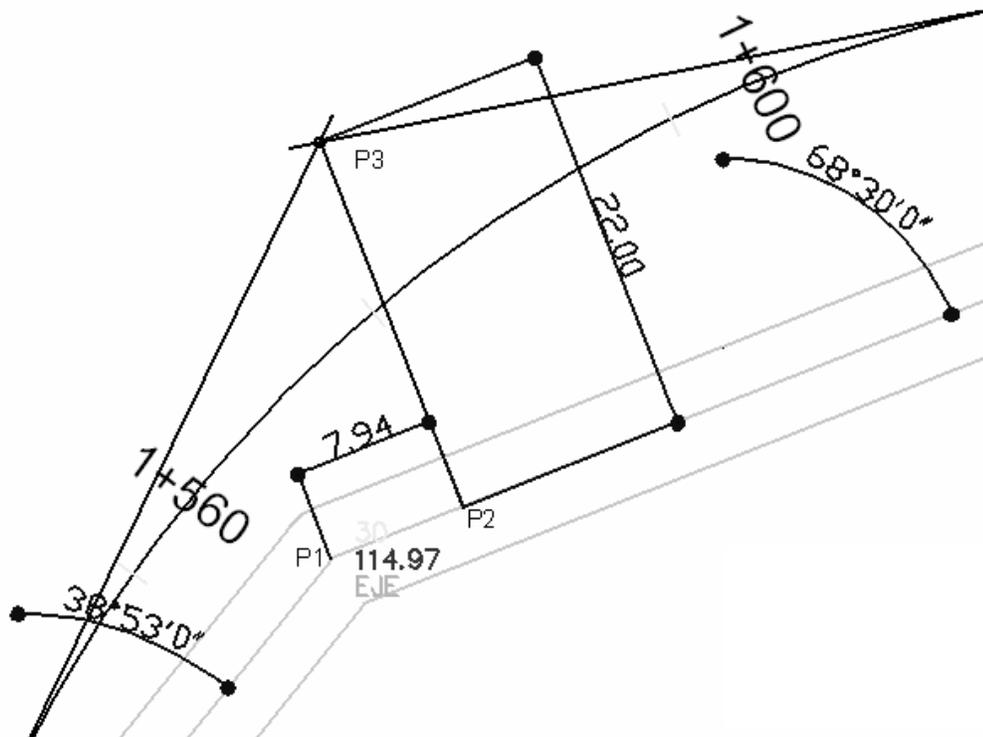
$$\text{Coordenadas totales punto P3} = 1287.88 + (-8.06), 699.82 + (20.46)$$

$$P3 = 1279.82 , 720.28$$

El procedimiento es aplicable en todos los puntos de la línea de localización, donde usando relación de triángulos, ley de senos y cósenos, se calculan coordenadas totales.

Las distancias P1-P2 y P2-P3, se denominan puntos de control, son importantes, ya que ligan las líneas de preliminar y localización las que pueden verificarse en el campo.

Figura 4. **Corrimiento de Línea.** (ejemplo)



2.1.5.2. Radio de curvatura

Los radios mínimos que se usarán en las diferentes carreteras serán en función de la velocidad de diseño y del peralte, de acuerdo a los valores que se indican en la tabla VII.

Tabla VII. **Estándares de diseño de carretera**

| T.P.D.A De | Carretera | velocidad de diseño (km.) | Radio Mínimo (m.) | Pendiente Máxima (%) | ancho de calzada |
|------------|------------|------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|
| | Tipo "A" | | | | 2 x 7.20 |
| 3000.00 | Llanas | 100.00 | 375.00 | 3.00 | |
| A | Onduladas | 80.00 | 225.00 | 4.00 | |
| 5000.00 | Montañosas | 60.00 | 110.00 | 5.00 | |
| | Tipo "B" | | | | 7.20 |
| 1500.00 | Llanas | 80.00 | 225.00 | 6.00 | |
| A | Onduladas | 60.00 | 110.00 | 7.00 | |
| 3000.00 | Montañosas | 40.00 | 47.00 | 8.00 | |
| | Tipo "C" | | | | 6.50 |
| 900.00 | Llanas | 80.00 | 225.00 | 6.00 | |
| A | Onduladas | 60.00 | 110.00 | 7.00 | |
| 1500.00 | Montañosas | 40.00 | 47.00 | 8.00 | |
| | Tipo "D" | | | | 6.00 |
| 500.00 | Llanas | 80.00 | 225.00 | 6.00 | |
| A | Onduladas | 60.00 | 110.00 | 7.00 | |
| 900.00 | Montañosas | 40.00 | 47.00 | 8.00 | |
| | Tipo "E" | | | | 5.50 |
| 100.00 | Llanas | 50.00 | 75.00 | 8.00 | |
| A | Onduladas | 40.00 | 47.00 | 9.00 | |
| 500.00 | Montañosas | 30.00 | 30.00 | 10.00 | |
| | Tipo "F" | | | | 5.50 |
| 10.00 | Llanas | 40.00 | 47.00 | 10.00 | |
| A | Onduladas | 30.00 | 30.00 | 12.00 | |
| 100.00 | Montañosas | 20.00 | 18.00 | 14.00 | |

Fuente: Dirección General de Caminos de Guatemala (D.G.C.G.)

2.1.5.3. Velocidades de diseño

Se define la velocidad como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, o sea, una relación de movimiento que queda expresada, para velocidad constante, por la formula: $V = d/t$.

Como la velocidad que desarrolla un vehículo queda afectada por sus propias características, por las características del conductor y de la vía, por el volumen de tránsito y por las condiciones atmosféricas imperantes, quiere decir que la velocidad a la que se mueve un vehículo varía constantemente, causa que obliga a trabajar con valores medios de velocidad.

Una velocidad que es de suma importancia es la llamada *Velocidad de diseño que no es otra cosa que aquella velocidad que ha sido escogida para gobernar y correlacionar las características y el proyecto geométrico de un camino en su aspecto operacional*. La velocidad de diseño es un factor de primordial importancia que determina normalmente el costo del camino y es por ello por lo que debe limitarse para obtener costos bajos. Todos los elementos del proyecto de un camino deben calcularse en función de la velocidad de diseño. Al hacer esto, se tendrá un todo armónico que no ofrecerá sorpresas al conductor. Las velocidades de proyecto recomendadas por la Dirección General de Caminos de Guatemala (D.G.C.G.) se muestran en la tabla No. 7.

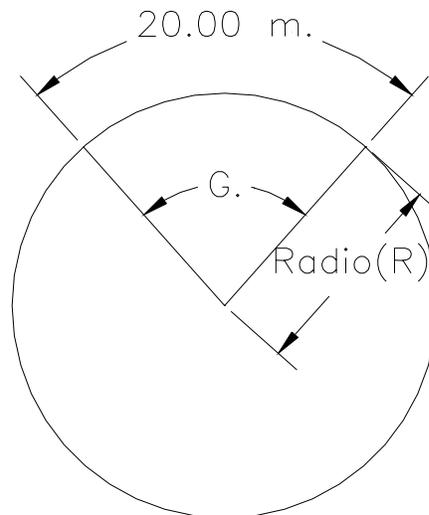
Para cuestiones del presente proyecto se utilizó una velocidad de diseño de 30 Km. /h. en determinado tramo y una de 40 Km./h. en otros esto debido a las condiciones propias del terreno.

2.1.5.4. Grado de curvatura

Las fórmulas de una curva horizontal están definidas por el grado de una curva (G), se define el grado de curva (G) como el ángulo central, sustentado por un arco de 20 metros.

A partir de esta definición se obtienen las fórmulas de los diferentes elementos de una curva circular, como se muestra en la figura siguiente:

Figura 5. **Circulo para calculo de grado de curvatura**



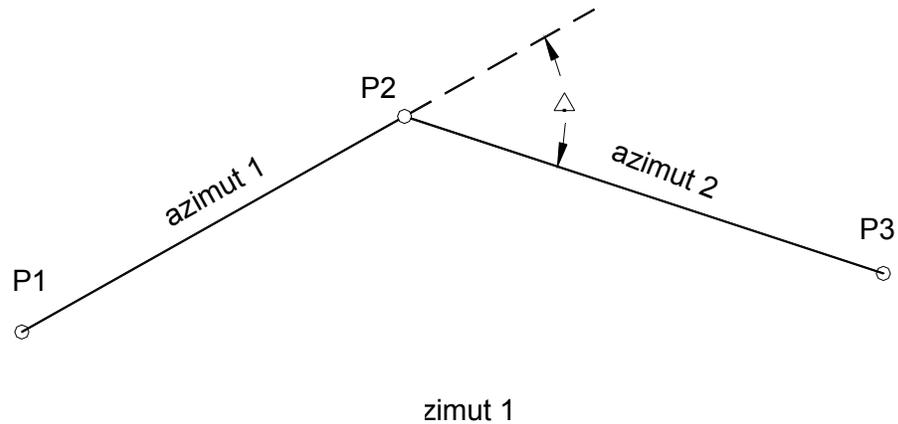
$$\frac{G}{360} = \frac{20}{2\pi R} \Rightarrow R = \frac{20 \cdot 360}{2\pi G} = \frac{1145.9156}{G} \Rightarrow G = \frac{1145.9156}{R}$$

Para el cálculo de los elementos de curva, es necesario tener las distancias entre los puntos de intersección (PI) de localización, el azimut y el grado de curvatura (G) que el diseñador escogerá de acuerdo al ∇ y la velocidad de diseño según la tabla VII.

2.1.5.5. Deflexión angular

Entre dos azimuts existe un delta o diferencia angular, la forma de calcular es restando el azimut 2 del azimut 1. El ∇ sirve para escoger el tipo de curva que se utilizará, mientras mas grande es el ∇ se utiliza un grado de curvatura mayor.

Figura 6. **Cálculo de delta (Δ)**



Ejemplo:

Para PC= 2+515.55 y PT= 2+587.44

Se realizo los siguiente:

Azimut 1 = 50°06'07"

Azimut 2 = 137°43'50"

Ejemplo:

$\Delta = \text{Azimut 2} - \text{Azimut 1}$

$\Delta = 137^\circ 43' 50'' - 50^\circ 06' 50''$

$\Delta = 87^\circ 37' 42''$

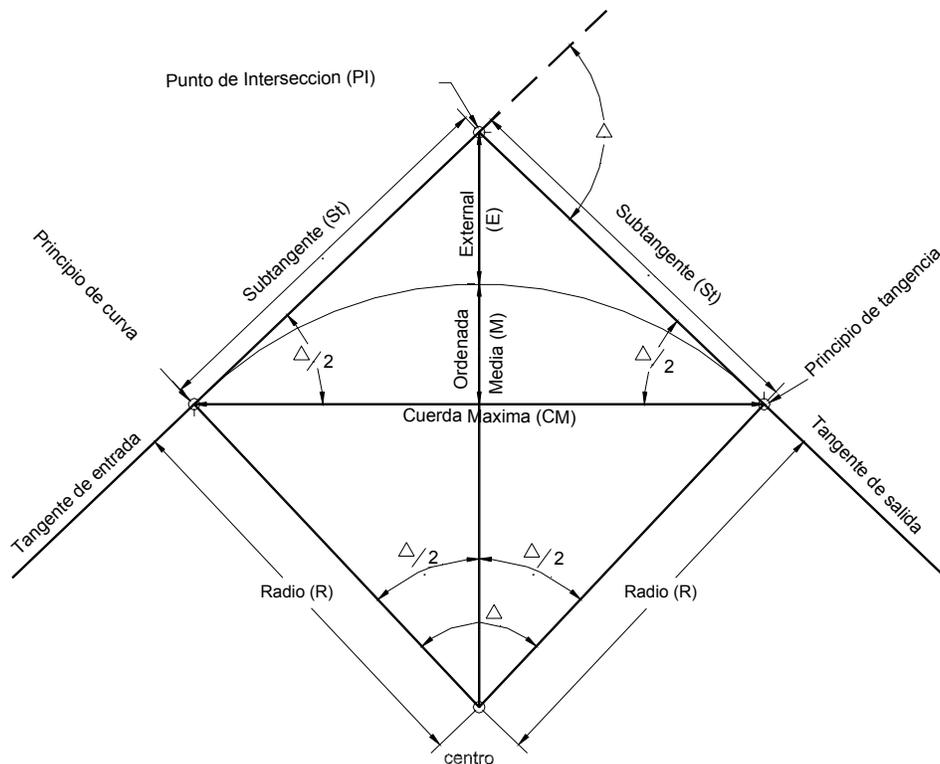
Para un $\Delta = 87^\circ 37' 42''$ grados como en el ejemplo se utiliza una curva grado 24 según la Dirección General de Caminos.

Cálculo de elementos de curva horizontal

Se le llama curva circular horizontal, al arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une dos tangentes, luego de calcular los puntos de intersección, las distancias y los azimut, se procede al cálculo de las partes de curva que servirán para el trazo de la carretera.

Una vez escogida la curva, se calculan sus elementos, entre los que se encuentran la subtangente (St), el largo de curva (Lc), el radio (R), el principio de curva (PC), el delta (∇), la cuerda máxima (CM), la ordenada media (Om), el external (E), el centro de la curva, el punto de intersección (PI), como se muestra en la figura siguiente:

Figura 7. Elementos de curva horizontal



2.1.5.6. Cuerda máxima (Cm)

Es la distancia en línea recta desde el principio de curva (PC) al Principio de tangencia (PT) ver figura 7.

$$\text{Sen} \frac{\Delta}{2} = \frac{Cm/2}{R} \Rightarrow \frac{Cm}{2} = R * \text{Sen} \frac{\Delta}{2} \Rightarrow Cm = 2 * R * \text{Sen} \frac{\Delta}{2}$$

Ejemplo: de la figura 13 tenemos $\Delta = 87^\circ 37'42'' = 87.62$, $G=24$, $r=47.00$

$$Cm = 2 * R * \text{Sen} \frac{\Delta}{2} = 2 * 47.00 * \text{sen} \frac{87.62}{2} = 32.53$$

2.1.5.7. Longitud de curva (LC)

Es la longitud del arco comprendida entre el principio de curva (PC) y el principio de tangencia (PT) según figura 7.

$$\frac{LC}{2\pi R} = \frac{\Delta}{360} \Rightarrow LC = \frac{2\pi R \Delta}{360}$$

$$LC = \frac{2\pi * \frac{1145.91}{G} * \Delta}{360} = \frac{2\pi * 1145.91 * \Delta}{360 * G} = \frac{20 * \Delta}{G}$$

Ejemplo:

De la figura 8 obtenemos $\Delta = 87^\circ 37' 42'' = 87.62$, $G = 24$ para calcular la longitud de curva (LC).

$$LC = \frac{20 * \Delta}{G} = \frac{20 * 87.62}{24} = 73.02$$

2.1.5.8. Tangentes (Tg)

Las tangentes del alineamiento horizontal tienen longitud y dirección. La longitud es la distancia existente entre el fin de la curva horizontal anterior y el principio de la curva siguiente. La dirección es el rumbo.

La longitud mínima de una tangente horizontal es el promedio de las dos longitudes de transición de las dos curvas entre la tangente, que se requiere para combinar en forma conveniente la curvatura, la pendiente transversal y el ancho de la corona. En teoría, la longitud máxima puede ser indefinida, por ejemplo, en zonas muy llanas; sin embargo, en estas regiones se limita a 15 kilómetros por razones de seguridad, ya que las longitudes mayores causan somnolencia y dañan los ojos de los operadores.

Para el cálculo de los estacionamientos de la línea de localización, se utilizan los datos de subtangente y longitud de curva, para obtener el PC, se restan la subtangente del punto de intersección, luego para obtener el principio de tangencia se suma la longitud de curva y así sucesivamente, Ejemplo:

Datos:

$$G2 = 24^\circ$$

$$\Delta 2 = 87^\circ 37' 42''$$

$$LC = 73.02$$

$$St2 = 21.99$$

$$St1 = 45.09$$

Solución:

$$PI1 = 2 + 251.44$$

$$PI2 = 2 + 260.64$$

$$Tg = (EstPI2 - EstPI1) - (St1 + St2)$$

$$Tg = (2 + 560.64 - 2 + 251.44) - (45.09 + 21.99)$$

$$Tg = 242.12$$

$$Pc1 = Pt1 + Tg$$

$$Pt2 = Pc1 + Lc2$$

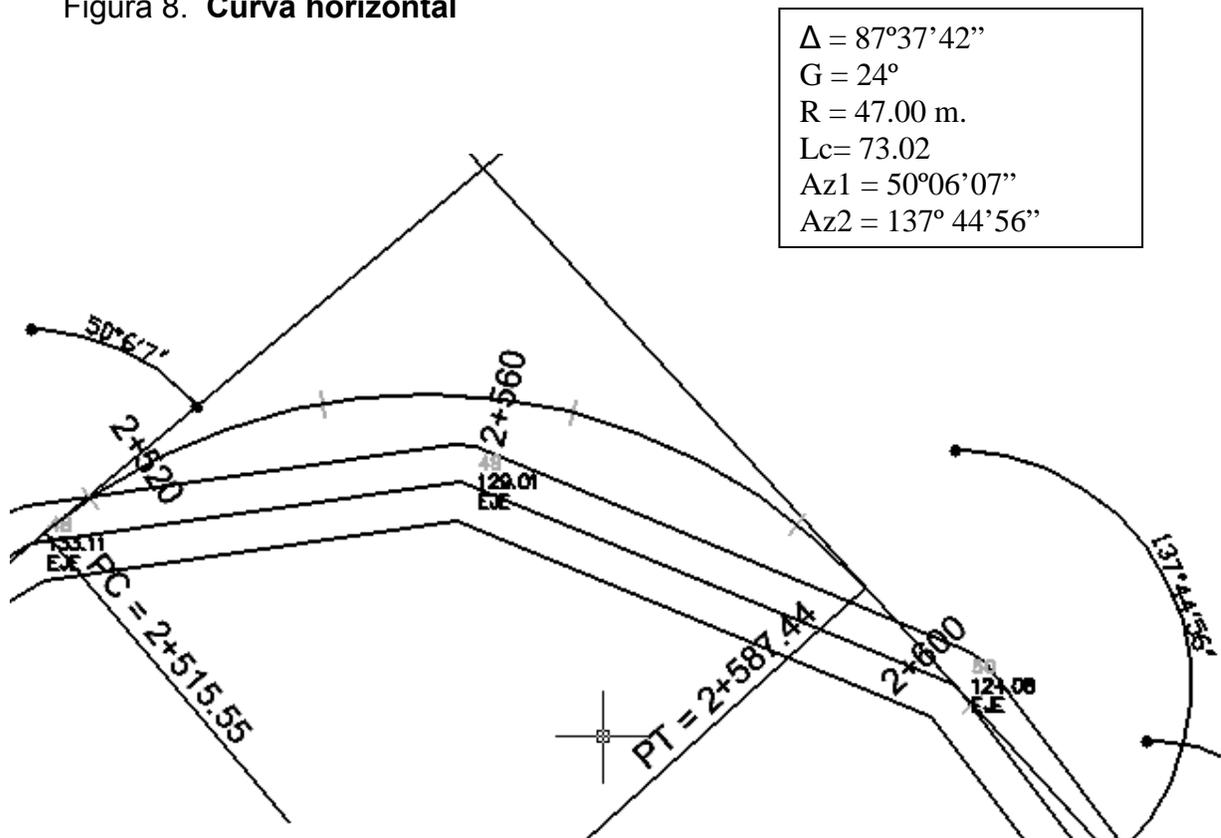
$$Pc1 = 2 + 273.43 + 242.12$$

$$Pt2 = 2 + 515.55 + 71.88$$

$$Pc1 = 2 + 515.55$$

$$Pt2 = 2 + 587.44$$

Figura 8. Curva horizontal



2.1.5.9. External (E)

Es la distancia desde el PI al punto medio de la curva ver figura 7.

$$\begin{aligned} \cos \frac{\Delta}{2} &= \frac{R}{R+E} \\ R * \cos \frac{\Delta}{2} + E * \cos \frac{\Delta}{2} &= R \\ E * \cos \frac{\Delta}{2} &= R - R * \cos \frac{\Delta}{2} \\ E &= \frac{R - R * \cos \frac{\Delta}{2}}{\cos \frac{\Delta}{2}} \Rightarrow E = \frac{R(1 - \cos \frac{\Delta}{2})}{\cos \frac{\Delta}{2}} = R * \sec \frac{\Delta}{2} \end{aligned}$$

Ejemplo: de la figura 8 tenemos $\Delta = 87^\circ 37'42'' = 87.6283$, $G=24$, $r=47.00$

$$E = R * \sec \frac{\Delta}{2} = 47.00 * \sec \frac{87.62}{2} = 18.13$$

2.1.5.10. Ordenada Media (Om)

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima, ver figura 7.

$$\begin{aligned} \cos \frac{\Delta}{2} &= \frac{R-M}{R} \\ R * \cos \frac{\Delta}{2} &= R - M \\ M &= R - R * \cos \frac{\Delta}{2} \\ M &= R(1 - \cos \frac{\Delta}{2}) \end{aligned}$$

Ejemplo: de la figura 8 tenemos $\Delta = 87^\circ 37'42'' = 87.62$, $G=24$, $r=47.00$

$$M = R(1 - \cos \frac{\Delta}{2}) = 47.00 * (1 - \cos \frac{87.62}{2}) = 13.08$$

2.1.5.11. Subtangente (St)

Es la distancia entre el principio de curva (PC) y el punto de intersección (PI), ya que la curva es simétrica, la distancia entre el punto de intersección (PI) y el principio de tangencia (PT) es igual. Ver figura 7.

$$Tg \frac{\Delta}{2} = \frac{St}{R} \Rightarrow St = r * Tg \frac{\Delta}{2}$$

Ejemplo: de la figura 8 tenemos $\Delta = 87^\circ 37'42'' = 87.62$, $G=24$, $r=47.00$

$$St = r * Tg \frac{\Delta}{2} = 47.00 * tg \frac{87.62}{2} = 45.09$$

2.1.5.12. Rangos de velocidad y cambios de velocidad.

Los rangos de velocidad dependen directamente de la topografía del terreno y de las necesidades del entorno, teniéndose entonces diferencias de velocidades en tramos contiguos, Se admite una diferencia máxima de 20 Km./h entre las velocidades de tramos contiguos. En caso de superar esa diferencia debería intercalarse entre ambos uno o varios tramos que cumplan esa limitación, y proporcionen un adecuado escalonamiento de velocidades.

2.1.6. Diseño de alineamiento vertical

En el perfil de una carretera, la rasante es la línea de referencia que define los alineamientos verticales, también la determinan las características topográficas del terreno, la seguridad, visibilidad, velocidad del proyecto y paso de vehículos pesados en pendientes fuertes.

Un alineamiento está formado por tangentes y curvas. Las tangentes se caracterizan por su pendiente que sirve para delimitar el diseño de la sub-rasante.

2.1.6.1. Pendiente positiva y negativa

Se entiende por pendiente positiva aquella pendiente en la cual a medida que avanzamos sobre la carretera, se incrementa la altura respecto al punto anterior, es decir vamos hacia arriba en determinado tramo.

Se entiende por pendiente negativa aquella pendiente en la cual a medida que avanzamos sobre la carretera, decrece la altura respecto al punto anterior, es decir vamos hacia abajo en determinado tramo.

2.1.6.2. Pendiente máxima

Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y queda determinada por el volumen, la composición del tránsito y la topografía del terreno. Se emplea cuando convenga desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos, siempre que no sobrepase la longitud crítica.

2.1.6.3. Pendiente mínima

Se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula (0%), dado que en ese caso actúa el drenaje transversal, en los cortes se recomienda el 2% mínimo para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas, en algunas ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial podría llevar a aumentarla.

2.1.6.4. Curvas verticales

En la parte de la altimetría se estudian las curvas verticales, la finalidad de las curvas verticales es proporcionar suavidad al cambio de pendiente, estas curvas pueden ser circulares o parabólicas aunque la más usada en nuestro país por la Dirección General de Caminos es la parabólica simple, debido a la facilidad de cálculo y a su gran adaptación a las condiciones de terreno.

Las especificaciones para curvas verticales dadas por la Dirección General de caminos están en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño.

2.1.6.5. Longitudes de curvas verticales

En el momento de diseñar las curvas verticales deben tenerse presentes las longitudes de éstas para evitar traslapes entre curvas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores.

En diseños de carreteras para áreas rurales se ha normalizado entre los diseñadores usar como longitud mínima de curva vertical la que sea igual a la velocidad de diseño.

Lo anterior reduce considerablemente los costos del proyecto, ya que las curvas amplias conllevan grandes movimientos de tierra.

2.1.6.6. Valores k para visibilidad de parada

La longitud mínima de las curvas verticales, se calcula con la expresión siguiente:

$$L = k * A$$

Siendo:

L = Longitud mínima de la curva vertical en metros.

A = Diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales, en %.

K = Parámetro de la curva, cuyo valor mínimo se especifica en la figura siguiente.

Figura 9. Curva vertical cóncava

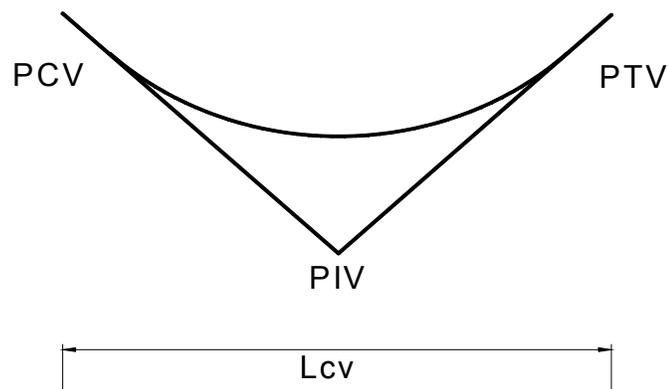
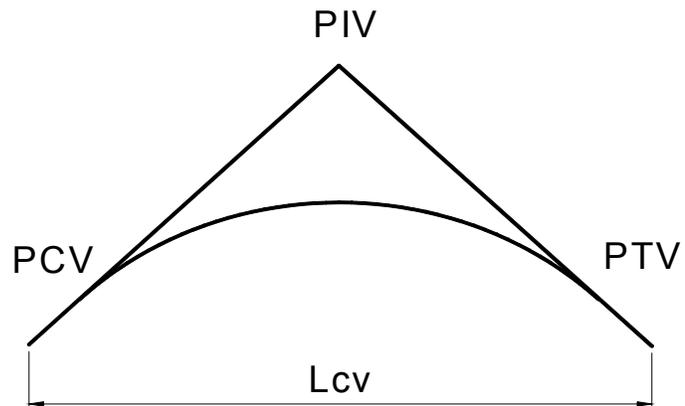


Figura 10. Curva vertical convexa



La longitud mínima de las curvas verticales en ningún caso deberá ser menor a lo indicado en la tabla siguiente.

Tabla VIII. Valores de K para curvas Cóncavas y Convexas

| Velocidad de diseño en K.P.H. | Valores 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 |

2.1.6.7. Curva cóncava

Existen curvas en descenso con ambas pendientes negativas denominadas cóncavas también conocidas como curvas en columpio. (Ver figura 9).

2.1.6.8. Curva convexa

También existen curvas en ascenso con ambas pendientes positivas denominadas convexas conocidas como curvas en cresta. (Ver figura 10).

2.1.6.9. Velocidades de diseño

Las velocidades de diseño van de acuerdo a la velocidad de diseño de la planta y de allí que la D.G.C. ha tabulado valores constantes k par determinar la longitud mínima de las curvas verticales a usarse según la velocidad de diseño y si la curva es cóncava o convexa. (tabla No. X).

2.1.6.10. Cálculo de sub-rasante

Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas, según su forma; la corrección máxima en la curva vertical es la ordenada media y puede calcularse con la fórmula siguiente:

$$OM = \frac{P2 - P1}{800} * L.C.V.$$

OM = Ordenada media.

P1 = Pendiente de entrada

P2 = Pendiente de salida.

L.C.V.= Longitud de curva vertical.

La corrección para cualquier punto en una curva vertical se obtiene de la fórmula siguiente:

$$Y = \frac{OM}{\left[\frac{L.V.C.}{2}\right]^2} * D^2$$

$$K = \frac{OM}{\left[\frac{L.V.C.}{2}\right]^2}$$

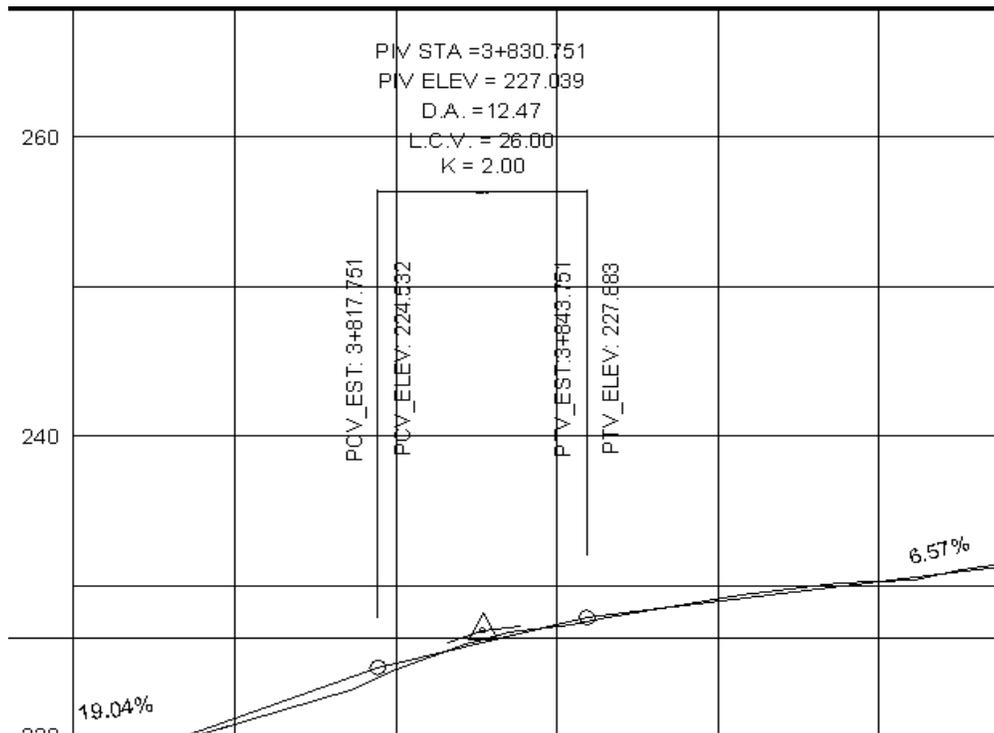
$$Y = K * D^2$$

donde Y = corrección en cualquier punto de la curva

D = distancia del punto intermedio de la curva a la estación deseada.

Ejemplo: encontrar las cotas de la rasante corregida de la siguiente curva vertical.

Figura 11. Curva vertical



K= 2 según tabla

Diferencia algebraica $A = 19.04 - (6.57) = 12.47$

$$L = K * A$$

$$L = 2 * 12.47 = 24.94$$

como la longitud mínima es 24.94 usaremos L.C.V.=26.00

$$\text{Ordenada media } OM = \frac{A}{800} * L.C.V. = \frac{12.47}{800} * 26.00 = 0.38$$

$$K = \frac{OM}{\left[\frac{L.C.V.}{2} \right]^2} = \frac{0.38}{\left[\frac{26.00}{2} \right]^2} = 0.0025$$

Tabla IX. **Cálculo de corrección de curva vertical**

| Estación | Línea | Pendiente | Rasante | Corrección | Rasante corregida |
|-----------|-------|-----------|---------|------------|-------------------|
| 3+817.751 | PC | 19.04% | 224.532 | 0.0000 | 224.532 |
| 3+820 | | 19.04% | 224.793 | 0.0126 | 224.780 |
| 3+830 | | 19.04% | 226.300 | 0.3750 | 225.925 |
| 3+830.751 | PI | 19.04% | 227.039 | 0.3887 | 226.650 |
| 3+835 | | 6.57% | 226.975 | 0.1914 | 226.784 |
| 3+840 | | 6.57% | 227.683 | 0.0352 | 227.648 |
| 3+843.751 | PT | 6.57% | 227.883 | 0.0000 | 227.883 |

2.1.7. Cálculos de movimiento de tierra

Con la sub-rasante ya definida podemos definir el volumen de movimientos de tierras, el que a su vez se convierte en el renglón más caro en la ejecución.

Es importante mencionar, que en la mayoría de los casos, la sub-rasante no pudo ser adecuar al terreno natural, lo cual se optó, que la sub-rasante quedara en corte ya que para el movimiento de tierras es mas barato un corte que un relleno.

La topografía del terreno en el sentido perpendicular a la línea central de la carretera determina el volumen de movimiento de tierras necesario en la construcción de un proyecto carretero.

La sección transversal de una obra vial es un corte conforme a un plano vertical y normal al centro de línea en el alineamiento horizontal. Permite observar la disposición y las dimensiones de sus elementos, y debe concordar con las normas. Su estructuración debe hacerse de manera que los esfuerzos que lleguen a los materiales con que están constituidas sean menores que los que pueden resistir, sin fallas ni deformaciones apreciables.

Las secciones transversales típicas de una vía terrestre son: (Ver figura 12, 14 y 15).

- En terraplén
- En cajón o corte
- Mixta

Los taludes recomendados para el trazo de la sección típica se muestran en la siguiente tabla.

Tabla X. Taludes recomendados para el dibujo de secciones

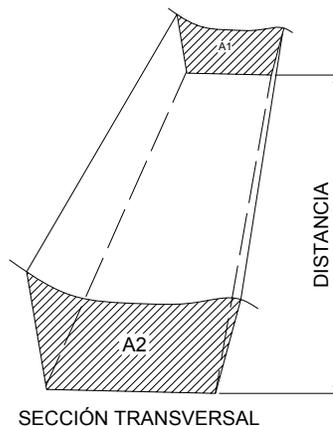
| CORTE | | RELLENO | |
|--------|-------|---------|-------|
| ALTURA | H - V | ALTURA | H - V |
| 0 - 3 | 1 - 1 | 0 - 3 | 2 - 1 |
| 3 - 7 | 1 - 2 | > 3 | 3 - 2 |
| > 7 | 1 - 3 | | |

Para determinar el área de una sección transversal existen métodos como el método gráfico y el método analítico.

Para calcular el área de las secciones típicas del proyecto se utilizó el programa de Autocad, en el cual se dibujaron las secciones transversales y la sección típica a la elevación de la subrasante final en cada estación. En este programa existe un comando que se llama área, donde se debe marcar todo el perímetro de la figura cuya área se quiere conocer.

Cada una de las áreas calculadas constituye en un lado de un prisma de terreno que debe rellenarse o cortarse, suponiendo que el terreno se comporta en una manera uniforme entre las dos estaciones, se hace un promedio de sus áreas y se multiplica por la distancia horizontal entre ellas, se obtiene así los volúmenes de corte y relleno en ese tramo.

Figura 12. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras



$$Vol = \left[\frac{(Area1 + Area2) * Distancia}{2} \right]$$

Donde:

V = Volumen

A₁ = Área 1

A₂ = Área 2

Cuando en un extremo la sección tenga sólo área de corte y la otra solamente área de relleno, debe calcularse una distancia de pasos, donde teóricamente el área pasa a ser de corte a relleno.

Éste se obtiene por medio de la interpolación de las dos áreas en la distancia entre ellas.

Las fórmulas que facilitan este cálculo son las siguientes.

$$Vol_{corte} = \left[\frac{(C_1 + C_2)}{2(C_1 + C_2 + R_1 + R_2)} \right] * D$$

$$Vol_{relleno} = \left[\frac{(R_1 + R_2)}{2(C_1 + C_2 + R_1 + R_2)} \right] * D$$

Donde:

C₁ = Área de corte en la primer sección

C₂ = Área de corte en la segunda sección

R₁ = Área de relleno en la primer sección

R₂ = Área de relleno en la segunda sección

Figura 13. Área de corte

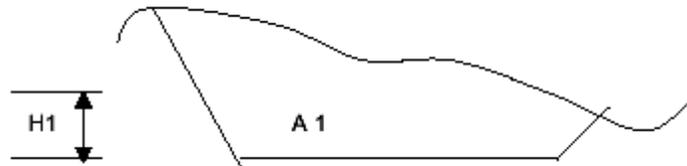


Figura 14. Área de relleno

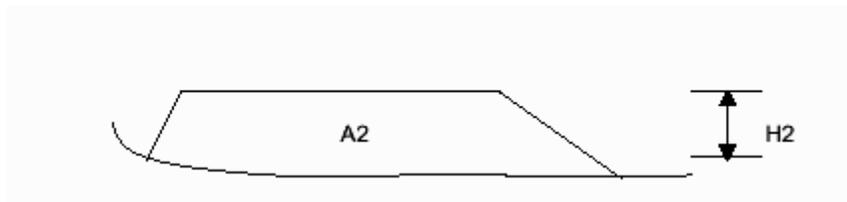
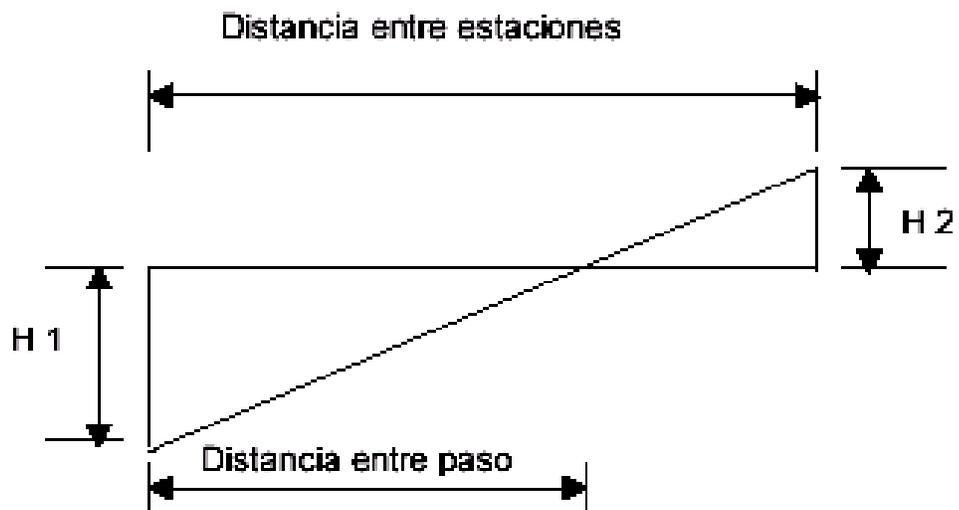


Figura 15. Distancia entre estaciones



2.1.7.1. Retiro de estructuras, servicios existentes y obstáculos

Las estructuras existentes en un proyecto de rehabilitación y mejoramiento pueden ser puentes, alcantarillas y otras. Los servicios existentes pueden ser públicos y privados tales como de energía eléctrica, tuberías de agua potable y drenajes domiciliarios. Los obstáculos pueden ser árboles, arbustos, cultivos, plantas, postes, cercas, señales, indicadores, monumentos y otros.

El retiro parcial o total de cada uno de ellos se hace de conformidad con lo que se muestre en los planos y/o describan las disposiciones especiales debiendo previamente tomar las precauciones necesarias para evitar daños a las propiedades adyacentes y proteger la vida de las personas.

2.1.7.2. Limpia, chapeo y destronque

Consiste en despejar la vegetación existente en el área de rehabilitación y mejoramiento del camino y bancos de materiales, por medio de:

- a- Tala de árboles.
- b- Corte de arbustos, malezas, hierbas, zacates o residuos de siembras.
- c- Sacar troncos con todo y raíces o cortando éstos.
- d- Retirar, estibar y quemar si es necesario, el producto de la limpia, chapeo y destronque, tomando extremas precauciones para evitar que se propague el fuego. El producto que sea aprovechable, deberá colocarse en lugares apropiados.

Este trabajo se realiza previamente a la iniciación de los movimientos de tierra y dentro de los límites que marca el estacado respectivo. Como se trata de una rehabilitación, donde la carretera ya existe, el trabajo de destronque será necesario únicamente donde haya ampliación de la misma, modificación en el alineamiento horizontal y si es necesario, en los bancos de materiales a

utilizar, las herramientas a emplearse son hachas, motosierras, serruchos, machetes, palas, piochas y azadones. Para la extracción de troncos muy grandes será necesario emplear la fuerza de tiro de un tractor; en un caso extremo, dinamita.

Antes de entregar el proyecto, se vuelve a efectuar la limpieza y chapeo con el objeto de eliminar la vegetación que haya crecido durante la rehabilitación.

2.1.7.3. Excavación de terraplenes

Los terraplenes pueden construirse de suelo o de roca. De suelo cuando son contruidos de materiales adecuados procedentes de la excavación o con material de préstamo que no son de roca. De roca cuando se construyen con materiales que contengan 25% o más, en volumen, de partículas de roca con diámetro mayor a 10 centímetros. Ambos deben ser contruidos en capas sucesivas principiando en la parte mas baja hasta llegar al nivel de sub-rasante a todo lo ancho de la sección típica y en longitudes que sea posible el riego de agua y compactación. El espesor de las capas depende del equipo de compactación que se va a utilizar pero las Especificaciones Generales establecen que en ningún caso podrá ser menor de 10 centímetros compactados ni mayor de 30 centímetros compactados.

Los terraplenes se construyen en áreas donde previamente se hayan realizado los trabajos de limpia, chapeo y destronque, retiro de estructuras, servicios existentes, retiro de material inadecuado y si está contemplada construcción de drenaje y sub-drenaje, sobre superficies niveladas y compactadas. Es importante que además de la compactación que se efectúe conforme se va avanzando en las capas, se compacten los taludes de los lados del terraplén.

2.1.7.4. Excavación de canales

Es el trabajo que se realiza para poder ampliar, profundizar o rectificar canales existentes o construir canales nuevos en las entradas y/o salidas de alcantarillas, puentes y bóvedas. También se incluyen las contra-cunetas.

2.1.7.5. Excavación para estructuras mayores y menores

Consiste en excavar, rellenar y realizar los trabajos necesarios para cimentar o colocar estructuras tales como alcantarillas, sub-drenajes, gaviones, puentes, cajas y bóvedas de concreto o mampostería y cualquier otra contemplada dentro del contrato de acuerdo a los planos.

Cuando se encuentran aguas subterráneas en el fondo de la excavación, se usan tablestacas que permitan tener suficiente espacio para la construcción de formaletas, extracción de agua por bombeo y realizar el trabajo requerido. Cuando es necesario se coloca un sello de concreto.

2.1.7.6. Relleno para estructuras

El relleno hasta la altura del nivel original del terreno o hasta la superficie de la sub-rasante forma parte de la excavación. Se ejecuta con material, producto de corte o préstamo. Aquí, además de los rellenos correspondientes a las excavaciones ya descritas en el inciso anterior se consideran también las cuñas contiguas a los estribos de puentes, ampliaciones de corona, tendido de taludes, elevación de sub-rasante en rellenos existentes y el relleno de excavaciones adicionales abajo de la sub-rasante.

Lo ideal sería tener todo el tramo con balance, donde los volúmenes de corte son suficientes y adecuados para hacer el relleno y tener la distancia de

acarreo menor de 500 metros, pero sucede que en la realidad tenemos además los siguientes casos: tramo con balance y desperdicio, donde la suma de los volúmenes de corte afectados por el coeficiente de contracción, es mayor que la suma de los volúmenes de relleno; tramo con balance y préstamo, donde la suma de los volúmenes de relleno es mayor que la suma de los volúmenes de corte afectados por el coeficiente de contracción; tramo con sobreacarreo, donde la distancia de acarreo oscila entre 500 metros y 1 Km., y por último, tramo con acarreo, con distancias mayores a 1 Km.

Para realizar el relleno, una vez teniendo material, se procede a colocarlo por capas de un espesor que depende del equipo de compactación que vaya a ser utilizado. En todo relleno, el material apropiado se coloca con la humedad requerida, se conforma y se compacta como mínimo al 90% de la densidad máxima.

2.1.7.7. Relleno impermeable

Se entiende por relleno permeable uno construido por el hombre que permite el paso del agua.

Es el material especial que se coloca entre una estructura cualquiera y el terraplén de la carretera, con el objeto de evacuar el agua que se acumula en esos lugares. Estas estructuras pueden ser: Muros, Cabezales, Muros de Retención o Estribos de Puentes.

Los materiales para la construcción del relleno permeable deben cumplir con lo establecido en las especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes.

El contratista debe suministrar arena que cumpla con lo establecido en AASHTO M 6, clase B, y/o agregado grueso consistente de partículas de grava, escoria o piedra triturada estables y durables que cumplan con los requisitos de graduación indicados en la siguiente tabla.

Tabla XI. **Graduación para Relleno Permeable.**

| Tamaño del Tamiz | Porcentaje en Masa que pasa el Tamiz Estándar (AASHTO T 11 y T 27) |
|------------------|--|
| 75.0 mm | 100 |
| 19.0 mm | 50–90 |
| 4.75 mm | 20–50 |
| 0.075 mm | 0–2 |

2.1.7.8. Acarreo libre y acarreo

Acarreo libre

Comprende el transporte de materiales no clasificados provenientes del corte y de préstamo así como el transporte del material de desperdicio a una distancia menor o igual a 1,000 metros.

Acarreo

Es el transporte de materiales no clasificados provenientes del corte y de préstamo o desperdicio a cualquier distancia que exceda de 1,000 metros. Tanto el acarreo libre como el acarreo se refiere al transporte de materiales para ser utilizados en la construcción de terraplenes así como el transporte del material de desperdicio.

2.1.7.9. Cálculo de subrasante y balasto

Se le llama balasto al material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir, que consta de material fino y grueso, con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura, el cual debe cumplir con las condiciones siguientes:

- Debe ser de calidad uniforme y 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 80 lb. /pie³.
- El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de 1/2 del espesor de la capa a utilizar y, en ningún caso, ser mayor de 10 centímetros.
- La capa de balasto a colocarse sobre la subrasante no debe ser menor a los 10 centímetros.
- La porción del balasto retenida en el tamiz No. 4 (4.75mm), debe estar comprendida entre el 70% y el 30% en peso.
- La porción de balasto que pase en el tamiz No. 40 (0.425mm) debe tener un límite líquido no mayor de 35 y un índice de plasticidad entre 5 y 11.
- La porción de balasto que pase el tamiz No. 200 (0.075mm) no debe exceder de 25% en peso.

Para determinar la calidad del balasto se le realiza la prueba de desgaste en la máquina de los ángeles, requiriendo el 50% como mínimo, ya que esta será la que tendrá el contacto con el neumático del vehículo.

Por otra parte, la colocación del balasto debe hacerse en capas no mayores a los 25 centímetros y compactadas a 90% proctor.

2.1.7.10. Reacondicionamiento

Reacondicionamiento de sub-rasante es la operación que consiste en la limpieza de toda la vegetación y materia orgánica existente sobre el área de sub-rasante a reacondicionar, escarificar, homogenizar, mezclar, uniformizar, conformar y compactar la sub-rasante de una carretera previamente construida

para adecuar su superficie a la sección típica y elevaciones del proyecto establecidas en planos, efectuando cortes y rellenos con un espesor no mayor de 20 centímetros de espesor con el objeto de regularizar y mejorar mediante estas operaciones las condiciones de la sub-rasante, como cimiento en este caso de la capa de rodadura que puede ser una capa de balasto o un tramo empedrado.

Los materiales inadecuados como suelos orgánicos son altamente compresibles y de baja resistencia por lo que deben sustituirse por materiales de preferencia suelos granulares con menos del 3% de hinchamiento según el ensayo AASHTO T 193(CBR). Esto implica labores de excavación y relleno de vaciados.

La sub-rasante reacondicionada se compacta con una humedad óptima con tolerancia de un mas o menos 3%, hasta lograr el 95% respecto a la densidad máxima.

2.1.8. Planos constructivos

2.1.8.1. Dibujo de curvas horizontales

Con el fin de dar un tránsito adecuado de una dirección a otra, es necesario que el trazo de la línea central de la carretera sea una curva lo suficientemente amplia para permitir a los vehículos cambiar de dirección cómodamente.

Las curvas horizontales se dibujaran con líneas finas, y las líneas laterales más gruesas. Con línea punteada se dibujarán los radios de cada curva y sobre estas líneas se escriben los principios de curva y los principios de tangentes.

Los datos de la curva, como delta, radio, grado de curvatura, subtangente y la longitud de curva, se escriben a la par de cada curva.

Cada tangente debe llevar la longitud y el azimut escritos paralelamente a la trayectoria de la carretera.

2.1.8.2. Dibujo de curvas verticales

Para dibujar las curvas verticales, no se hace referencia a aquellas en la planta, sino solamente en el perfil. Se localiza el punto de intersección vertical (PIV) y luego hacia cada tangente se mide una distancia de la mitad de la longitud de la curva vertical ($L_{cv}/2$).

Los puntos encontrados son el principio de curva vertical (PCV) y el principio de tangente vertical (PTV), estos son puntos de tangente de la curva vertical, tienen un perfil parabólico simple. Con las tangentes verticales para trazarla, se puede usar una plantilla de curvas francesas o una de círculos, aunque las primeras dan mejor resultado.

Cada PCV y PTV son dibujados con círculos de línea finas de aproximadamente 1 mm. El PIV debe dibujarse con un punto grueso y sobre éste debe indicarse el caminamiento, cota y longitud de curva vertical de cada PIV.

2.1.8.3. Dibujo de drenajes

Los drenajes longitudinales, como las cunetas y contracunetas, no se trazan en la planta ni en el perfil, si bien el ancho de la carretera en la planta ya contempla el ancho necesario para la cuneta.

En los proyectos de carreteras pavimentadas se debe hacer una plantilla de cunetas para indicar el caminamiento y el lado izquierdo o derecho en que se construirán.

Para señalar los drenajes transversales se emplea el perfil, en el punto adecuado se dibuja un símbolo ubicado en el caminamiento y altura a la que se ubicará, rotulando el caminando, diámetro del tubo, material (metálico o de concreto reforzado) y la cota invert de desfogue.

En la planta se señalan los drenajes transversales solamente en casos que tenga que formarse un puente o bóveda muy grande para que la carretera pase sobre un río.

En hojas adicionales se debe dibujar detalles de los drenajes, tanto longitudinales como transversales. Debe indicarse la forma de entrada (caja, entrada a una bóveda, etc.), la forma de salida (cabezal, salida de una bóveda, etc.) la sección, si tiene alguna característica especial y cualquier otro detalle que se considere necesario.

Se debe dibujar también el desfogue de las cunetas, así como su sección y la de la contracuneta, que por lo general son las mismas a lo largo de toda la carretera, a menos que haya condiciones especiales, las cuales deben señalarse y explicarse.

2.1.8.4. Dibujo de sección típica

En toda su extensión, la carretera tiene una sección que permanece uniforme la mayoría de las veces. A esta sección se le llama “típica”.

Según el tramo de la carretera, la sección típica puede ser de alineamiento horizontal y de alineamiento curvo, la sección de alineamiento horizontal está constituida por un ancho de rodadura, es el lugar donde se proyecta que transiten los vehículos; tiene una pendiente de bombeo normal en un sentido perpendicular al trazo de la carretera, descendiendo del centro a las orillas, en este caso es de balasto, con una pendiente de bombeo normal del 3%.

La sección de alineamiento curvo posee los mismos elementos que la anterior, con la diferencia de que la pendiente de la carretera perpendicular a su trazo es gobernada por el peralte, que es la inclinación que desciende de la parte externa de la curva hacia la interna, la cual es necesaria para que los automóviles giren sin peligro de salirse de la carretera, siempre que vayan a la velocidad de diseño.

2.1.8.5. Dibujo de obras especiales

Las obras especiales que se encuentran en una carretera puede ser puentes, bóvedas, cajas, cabezales, muros de contención, cunetas, tipos no comunes de drenajes y elementos semejantes.

Estos elementos se dibujarán con el detalle necesario en hojas separadas, con una clara referencia entre la localización de la obra de arte y su hoja de detalles. Los planos de la obras a construir deben estar a escalas claras, poseer dimensiones y especificaciones de construcción, así como de los materiales a utilizar, muchas de estas obras especiales ya están reguladas por el departamento de Carreteras de la Dirección General de Caminos (DGC), por lo que pueden copiarse tales planos y adjuntarlos al proyecto final, si son idóneos para el caso.

2.1.9. Drenajes

Estos son colocados en la carretera para evitar el deterioro, debido a que al filtrarse agua en el pavimento dañará el material existente en la sub-rasante provocándole daños. Las acumulaciones de agua son perjudiciales, la forma de que no afecten a la carretera es evacuándola o conduciéndola por medio de drenajes.

La vida útil de la carretera depende mucho de los drenajes, éstos evitan derrumbes o deslizamientos, para que funcionen eficientemente, deben de tener mantenimiento constante. En carreteras existen los drenajes transversales (tuberías, puentes, badenes, etc.) y longitudinales (cunetas y contra cunetas)

2.1.9.1. Objetivos del drenaje

- Pasar con seguridad toda la cantidad de descarga que cruce el camino.
- Remover el agua fuera de la superficie del camino sin hacer daño al mismo y a su estructura.
- Prevenir impactos negativos al ambiente a ambos lados del camino.
- Reducir al mínimo los cambios al patrón de drenaje natural.
- Disminuir o reducir al mínimo la velocidad del agua y la distancia que el agua tiene que recorrer.
- Remover el agua subterránea que se encuentre, cuando sea necesario.

2.1.9.2. Importancia en la vida de la carretera

En la vida de una carretera es fundamental el funcionamiento de un drenaje, pues el exceso de agua o humedad ocasionan deslizamientos, asentamientos y desprendimientos de taludes que interrumpen el tránsito transformando el funcionamiento del camino, ocasionando desequilibrios económicos.

Las recomendaciones que se dan con respecto al drenaje se divide en dos partes:

- a) Drenaje longitudinal
- b) Drenaje transversal

2.1.9.3. Drenaje longitudinal

Este tipo de drenaje se refiere a las obras de captación y defensa tales como cunetas, contracunetas, bombeo.

2.1.9.4. Cunetas

La cuneta es una zanja de sección triangular o trapezoidal destinada a recoger y encausar hacia fuera del corte el agua que escurre de la superficie del camino debido al bombeo así como la que escurre por los taludes de los cortes; estas son construidas paralelamente al eje del camino y se aloja a partir de la corona.

Cuando se trata de una sección en balcón solamente se construye cuneta del lado del corte; en caso sea necesario se construyen cunetas a

ambos lados de la corona, las cunetas deben estar revestidas y con disipadores de energía cuando la pendiente sea mayor del 12%; generalmente no se construyen en curvas y laderas, pues basta con dejar el bombeo hacia un solo lado.

2.1.9.5. Contracunetas

Las contracunetas son pequeños canales que se construyen en lugares convenientes, para interceptar el agua que escurre hacia el camino y de esa forma evitar que se dañen los taludes de los cortes o de la superficie de rodamiento. Debe procurarse que la pendiente sea suave, como uniforme y que su trazo no tenga cambios bruscos. Las dimensiones de las contracunetas pueden variar de acuerdo a la cantidad de agua que se recolecte.

2.1.9.6. Bombeo de la superficie

Se le llama bombeo o pendiente transversal a la forma que se le da a la sección del camino para evitar que el agua de lluvia se estanque y, por lo tanto, ocasione trastornos al tránsito e infiltraciones en las terrecerías que provocan saturaciones en las mismas, reblandecimientos del terreno y, finalmente, destrucción; sirve también para evitar que el agua corra longitudinalmente sobre la superficie y la erosione. El bombeo depende no solamente de la precipitación pluvial si no de la clase de superficie de la carretera, ya que una superficie dura requiere menos pendiente que una superficie rugosa y la falta de compactación al proyectar el bombeo de una carretera debe tomarse en cuenta también en relación a la comodidad para los usuarios de la carretera, puesto que una carretera con bombeo exagerado provoca que los conductores de vehículos prefieran el centro.

Para el diseño del proyecto realizado el bombeo es de 3% que es el recomendado para caminos vecinales.

2.1.9.7. Drenaje transversal

Este se encuentra formado por tuberías y bóvedas, las tuberías pueden ser de concreto reforzado o de lámina corrugada. El objetivo del drenaje transversal es de dar paso rápido al agua que no pueda desviarse en otra forma y tenga que cruzar de un lado a otro el camino.

En cuanto a las alcantarillas es recomendable construirlas a cada 200m. como máximo, utilizando tubería de 24" como mínimo.

2.1.9.8. Cálculo de diámetro de tubería

Cálculo del diámetro del tubo a usar.

Área promedio de drenajes

$$100.00m. * 390.00m = 39000.00m^2 = 3.9Ha.$$

Utilizando la fórmula de Talbot, para encontrar el área de la sección de la alcantarilla, se realiza el siguiente calculo:

$$A = 0.183 * C * a^{3/4}$$

$$A = 0.183 * 1 * 3.9^{3/4}$$

$$A = 0.51m^2$$

A = Área del terreno drenado en Hectáreas.

a = Área de la sección en metros cuadrados.

C= Coeficiente de escurrimiento dependiendo de la naturaleza del terreno, para este caso C = 1.

Tabla XII. **Coeficientes de C que dependen del contorno del terreno.**

| Valor de C, | Descripción |
|-------------|--|
| 1,00 | Para terrenos montañosos con suelos de roca y pendientes pronunciadas |
| 0,65 | Para terrenos quebrados con pendientes moderadas |
| 0,50 | para cuencas irregulares muy largas |
| 0,33 | Para terrenos agrícolas ondulados, en los que el largo de la cuenca es de 3 a 4 veces el ancho |
| 0,20 | Para terrenos llanos, sensiblemente horizontales, no afectados por inundaciones fuertes |

Fuente: Manual para construcción de caminos rurales, capítulo 4 páginas 4-30.

Se procede a encontrar el diámetro que sea el más adecuado y además, que coincida con los diámetros utilizados, por lo general es 30”.

$$A = 3.1416 * R^2$$

$$R = \sqrt{A/3.1416}$$

$$R = \sqrt{0.456/3.1416} = 0.381m.$$

$$\phi = 0.381 * 2 = 0.762$$

Convirtiendo a pulgadas:

$$\phi = 0.762m * (100/2.54) = 30''$$

El tubo que se recomienda, será de metal corrugado de 30”.

2.1.10. Presupuesto

El presupuesto se elaboró basándose en precios unitarios. Se tomaron en consideración precios de materiales, equipo y maquinaria que se manejan en la región, según el rendimiento, la cantidad de maquinaria y el equipo que se utilice.

También se tomaron en consideración gastos administrativos de 12%, imprevistos de 5% y utilidad de 30%.

2.1.10.1. Materiales

Aquí se incluyen las herramientas, equipo, maquinaria así como el material aplicado sobre la subrasante que en este caso fue material balasto o empedrado, según las necesidades, además del material utilizado para la elaboración de todas las obras de arte de dicho tramo.

2.1.10.2. Mano de obra

Aquí se incluyen operarios, ayudantes, peones, etc. necesarios para ejecutar cada uno de los trabajos requeridos durante la elaboración del proyecto.

2.1.10.3. Costo total del proyecto

Este no es más que la suma de todos los renglones de trabajo, realizados o a realizar durante la ejecución del proyecto.

Los renglones de trabajo así como el costo total del proyecto se encuentran detallados en los anexos.

PROYECTO: Camino del Capulín al Níspero, Belice y Esmeralda
MUNICIPIO: Siquinala
DEPARTAMENTO: Escuintla
LONGITUD: 4, 375,25 mts.

Tabla XIII. Resumen de presupuesto.

| CODIGO | DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | VALOR | TOTAL |
|------------|---|--------------------|----------|------------|---------------|----------------------|
| 100 | Movimiento de tierras | | | | | |
| 101 | Limpia, Chapeo y destronque | Ha | 6,16 | Q8.645,05 | Q53.253,51 | |
| 102 | Excavación no clasificada | m ³ | 2046,061 | Q51,37 | Q105.106,15 | |
| 103 | Excavación no clasificada de Desperdicio | m ³ | 415,70 | Q20,52 | Q8.530,16 | |
| 104 | Excavación de canales para alcantarillas | m ³ | 165,34 | Q30,53 | Q5.047,83 | |
| 105 | Excavación estructural para alcantarillas | m ³ | 360,05 | Q84,68 | Q30.489,03 | |
| 106 | Excavación Estructural para cajas y cabezales | m ³ | 183,79 | Q88,26 | Q16.221,31 | |
| 200 | Capa de rodadura | | | | | Q218.648,00 |
| 201 | Reacondicionamiento de subrasante | Km | 4,70 | Q79.626,39 | Q374.244,03 | |
| 202 | Capa de balasto | m ³ | 5250,30 | Q31,11 | Q163.336,83 | |
| 203 | Acarreo | m ³ -Km | 4252,88 | Q3,27 | Q13.906,92 | |
| 204 | Empedrado | m ³ | 1344,00 | Q929,27 | Q1.248.938,88 | |
| 205 | Bordillo | m ² | 512 | Q92,92 | Q47.575,04 | |
| 300 | Estructuras de drenaje menor | | | | | Q1.848.001,70 |
| 301 | Alcantarillas de metal corrugado de 30" | m.l. | 156 | Q944,30 | Q147.310,80 | |
| 302 | Concreto ciclopeo para cajas y cabezales | m ³ | 215,47 | Q1.020,06 | Q219.792,33 | |
| 303 | Cunetas revestidas | m ² | 1803,75 | Q69,69 | Q125.703,34 | |
| | | | | | | Q492.806,47 |
| | | | | | | |
| | | TOTAL | | | | Q2.559.456,16 |

CONCLUSIONES

1. Con el desarrollo del presente proyecto, se tiene una adecuada solución al problema que sufren los pobladores de las comunidades afectadas por la falta de un camino adecuado.
2. En el trayecto del camino que conduce a las comunidades del Nispero, Belice y Esmeralda existen gran cantidad de familias, por lo cual el proyecto se hace factible, ya que gran cantidad de familias serán beneficiadas.
3. El tipo de camino que más se adaptó a las condiciones del terreno fue del tipo "F", de acuerdo con las especificaciones de la Dirección General de Caminos, ya que, permite: pendientes del 14%, un tránsito promedio bajo y un ancho de calzada mínimo de 5.50m.
4. La adecuada aplicación de los aspectos técnicos en el diseño de un tramo carretero, garantizan un buen y confortable transitar de vehículos, además, deben aplicarse las especificaciones técnicas de la D.G.C. para obtener las condiciones ideales del tramo carretero.
5. Debido a las condiciones topográficas y para minimizar costos de corte y relleno en ciertos tramos, se hizo necesario tolerar pendientes mayores al 14%, haciendo de esta manera factible la realización del proyecto.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere a los pobladores darle el mantenimiento al camino por lo menos cada 6 meses, antes y después de cada invierno, y encargarse de coordinar con la Municipalidad (u otra institución) para organizar, divulgar, dirigir y ejecutar el mantenimiento del camino, al ejecutarse.
2. Garantizar la supervisión técnica, durante la ejecución de la carretera para que se cumpla con todas las normas y especificaciones establecidas en el estudio y diseño, en beneficio directo de sus comunidades.
3. A las autoridades incentivarlos a seguir dando el apoyo necesario a proyectos de esta naturaleza, ya que a través de estos se le brindan mas oportunidades de desarrollo a las comunidades del área rural, las cuales presentan mayor necesidad de infraestructura.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARREAGA ESPAÑA, Héctor A. Manual de normas para el diseño geométrico de carreteras. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1996.
2. CASTILLO MORALES, Cesar Augusto. Análisis y diseño de un tramo carretero. Trabajo de graduación. Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1993.
3. DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS. Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes. Guatemala. Cámara Guatemalteca de la Construcción, 2001.
4. PÉREZ MÉNDEZ, Augusto René, Metodología de Actividades para el diseño Geométrico de carreteras. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad e Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 1989.
5. YLLESCAS PONCE, Álvaro Danilo, Diseño del tramo carretero desde el entronque del kilómetro 171+400 carretera Interamericana (CA-1) hacia el caserío Nuevo Xetinamit, del municipio des Nahualá, de Sololá. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 2003.

APÉNDICE



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



INFORME No. 400 S.S.

O.T. No.

20.600

Interesado: Juan Carlos Alexander Tacam

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

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

Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Procedencia: Municipio de Siquinalá, Escuintla

Fecha: 18 de septiembre de 2006

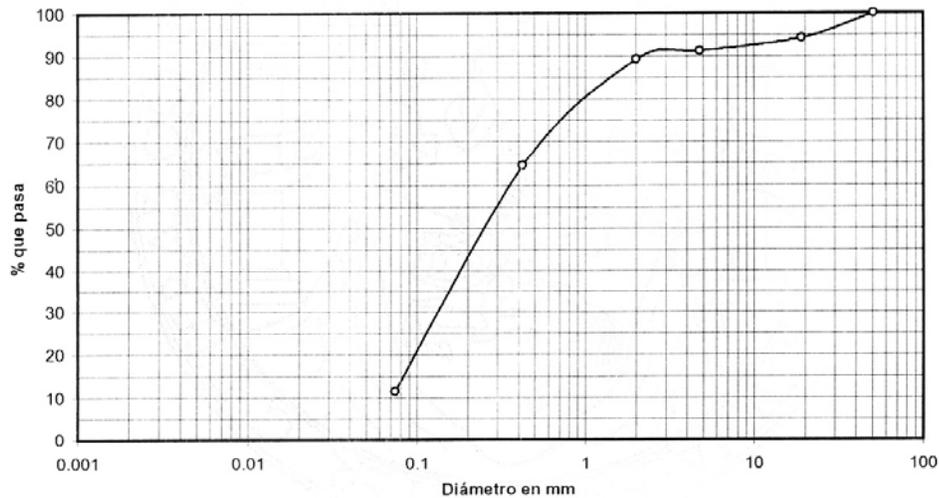
Muestra No.

| Análisis con Tamices: | | |
|-----------------------|---------------|------------|
| Tamiz | Abertura (mm) | % que pasa |
| 2" | 50.8 | 100.00 |
| 3/4" | 19.00 | 94.21 |
| 4 | 4.76 | 91.32 |
| 10 | 2.00 | 89.46 |
| 40 | 0.42 | 64.46 |
| 200 | 0.074 | 11.57 |

% de Grava: 8.68

% de Arena: 79.75

% de Finos: 11.57



Descripción del suelo: Arena fina color gris
 Clasificación: S.C.U.: SW P.R.A.: A-3
 Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.
 Ing. César Alfonso García Guerra
 DIRECTOR CII/USAC.

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



INFORME No 401 S.S.

O.T. No. 20.600

Interesado: Juan Carlos Alexander Tacam
Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Municipio de Siquinalá, Escuintla

FECHA: 18 de septiembre de 2006

RESULTADOS:

| ENSAYO No. | MUESTRA No. | L.L. (%) | I.P. (%) | C.S.U. * | DESCRIPCION DEL SUELO |
|------------|-------------|----------------------|----------|----------|-----------------------|
| 1 | 1 | Material no plástico | | SW | Arena fina color gris |

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

Observaciones: Muestra tomada por los interesados.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. César Alfonso García Guerra
DIRECTOR CIUSAC



Ing. Omar Enrique Médrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



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



INFORME No. 402 S.S.

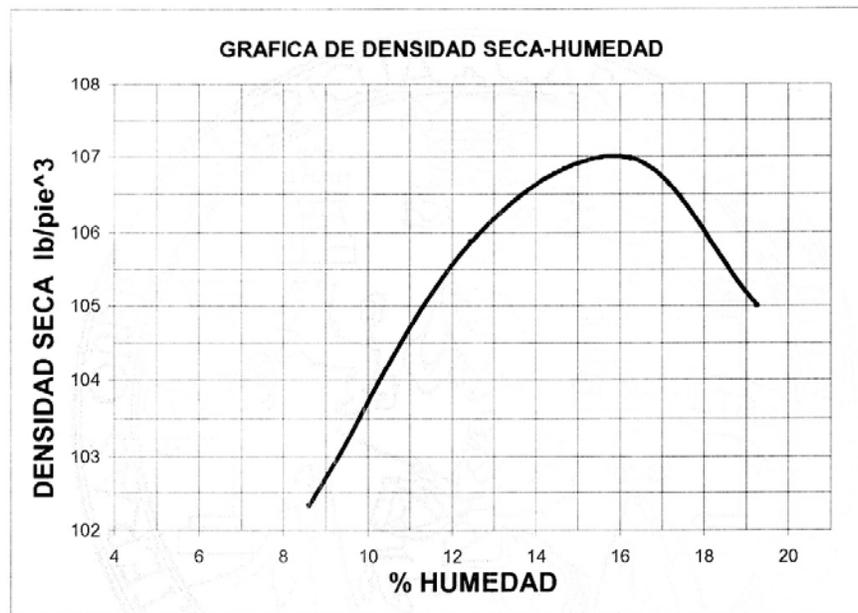
O.T. No.: 20.600

Interesado: Juan Calos Alexander Tacam
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

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

Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

Ubicación: Siquinalá, Escuintla
Fecha: 18 de septiembre de 2006



Muestra No.: 1
Descripción del suelo: Arena fina color gris
Densidad seca máxima γ_d : 1.714 Kg/m³ 107 lb/pe³
Humedad óptima Hop.: 16.0 %
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

[Handwritten signature]
Ing. Cesar Alfonso García Guerra
DIRECTOR CI/USAC



[Handwritten signature]
Ing. Omar Enrique Médrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



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



INFORME No.: 403 S.S.

O.T. No.: 20.600

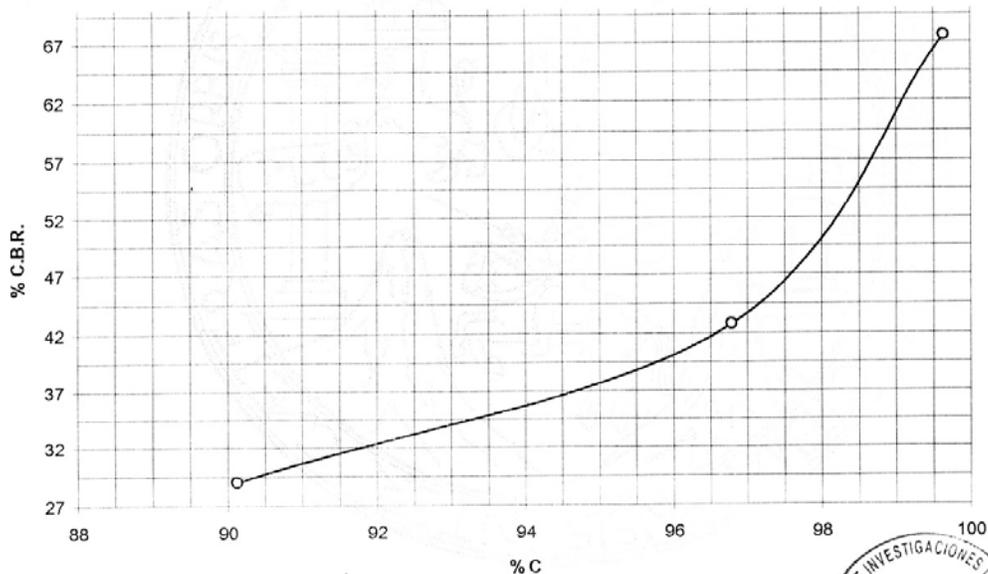
Interesado: Juan Calos Alexander Tacam
Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)
Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

Norma: A.A.S.H.T.O. T-193

Ubicación: Siquinalá, Escuintla
Descripción del suelo: Arena fina color gris
Muestra No.: 1
Fecha: 18 de septiembre de 2006

| PROBETA No. | GOLPES No. | A LA COMPACTACION | | C (%) | EXPANSION (%) | C.B.R. (%) |
|----------------|---------------|-------------------|------------------------------|----------|------------------|---------------|
| | | H (%) | γ_d kg/m ³ | | | |
| 1 | 10 | 15.50 | 1544.9 | 90.12 | -0.5 | 29.0 |
| 2 | 30 | 15.50 | 1659.0 | 96.78 | -0.5 | 42.8 |
| 3 | 65 | 15.50 | 1707.9 | 99.64 | -0.4 | 67.6 |

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



Atentamente,

Vo. Bo.:

[Signature]
Ing. Cesar Alfonso García Guerra
DIRECTOR CII/USAC



[Signature]
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

PRESUPUESTO
CAMINO QUE DEL CAPULIN CONDUCE AL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

| | | | | | | |
|------------------|---------------------------|------------------|----------|----------------------------|------------------|----------------------------------|
| REGLON: | 101 | CANTIDAD: | 2046,061 | UNIDAD DE COSTO EN: | PROYECTO: | Camino Vecinal |
| CONCEPTO: | Excavación no clasificada | | | m ³ | UBICACIÓN | Municipio de Siquinala Escuintla |

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|

| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | |
|------------------------------|--|-------|-----|---------|------------|
| Tractor D6D | | Horas | 30 | Q255,00 | Q7.650,00 |
| Excavadora de oruga | | Horas | 30 | Q450,00 | Q13.500,00 |
| Motoniveladora 140 G | | Horas | 23 | Q305,00 | Q7.015,00 |
| Rodo pata de cabra | | Horas | 30 | Q175,00 | Q5.250,00 |
| Regadora de agua | | Horas | 30 | Q80,00 | Q2.400,00 |
| Bomba de agua | | Horas | 23 | Q25,00 | Q575,00 |
| 4 camiones 10 m ³ | | Horas | 125 | Q340,00 | Q42.500,00 |

TOTAL DE MATERIALES

Q78.890,00

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|

| HERRAMIENTA | | | | | |
|---|--|--|------|--|--------|
| Costo de herramienta es igual al 5% del costo de mano de obra | | | 0,05 | | Q93,37 |

TOTAL MATERIALES

Q93,37

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|

| MANO DE OBRA | | | | | |
|-------------------------------|---|------|-------|-------|---------|
| Peones | 7 | hora | 210,7 | Q3,75 | Q790,13 |
| Sub-total mano de obra | | | | | Q790,13 |
| Mano de obra indirecta | | | | | Q355,56 |
| Prestaciones | | | | | Q721,78 |

TOTAL MANO DE OBRA

Q1.867,46

| | | | | | |
|--|--|--|--|----------------------|-------------|
| 1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos. | | | | COSTO DIRECTO | Q80.850,83 |
| 2.Todos los precios deberan tener incluido siempre el impuesto al valor agregado (IVA), con tarifa de doce por ciento (12%) sobre la base imponible. (Articulo 10, de la ley del impuesto agregado, modificado por decreto Numero 60-94 del Congreso de la Republica de Guatemala) | | | | TOTAL | Q105.106,08 |

| | | | | | |
|------------------------|--|--|---------|--|--|
| PRECIO UNITARIO | | | Q 51,37 | | |
|------------------------|--|--|---------|--|--|

**PRESUPUESTO
CAMINO QUE DEL CAPULIN CONDUCE AL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA**

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

| | | | | | | |
|------------------|--|------------------|----------------|----------------------------|----------------------------------|----------------|
| REGLON: | 102 | CANTIDAD: | 415,7 | UNIDAD DE COSTO EN: | PROYECTO: | Camino Vecinal |
| CONCEPTO: | Excavación no clasificada de desperdicio | | m ³ | UBICACIÓN | Municipio de Siquinala Escuintla | |

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|

| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | |
|------------------------------|----------|--------|-------------|----------------|------------------|
| Tractor D6D | | Horas | 3 | Q255,00 | Q765,00 |
| Excavadora de oruga | | Horas | 3 | Q450,00 | Q1.350,00 |
| Rodo pata de cabra | | Horas | 3 | Q175,00 | Q525,00 |
| Regadora de agua | | Horas | 3 | Q80,00 | Q240,00 |
| Bomba de agua | | Horas | 2 | Q25,00 | Q50,00 |
| 4 camiones 10 m ³ | | Horas | 10 | Q340,00 | Q3.400,00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | | Q6.330,00 |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |

| HERRAMIENTA | | | | | |
|---|--|--|------|--|---------------|
| Costo de herramienta es igual al 5% del costo de mano de obra | | | 0,05 | | Q11,08 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | Q11,08 |

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|

| MANO DE OBRA | | | | | |
|-------------------------------|---|------|----|-------|----------------|
| Peones | 7 | hora | 25 | Q3,75 | Q93,75 |
| Sub-total mano de obra | | | | | Q93,75 |
| Mano de obra indirecta | | | | | Q42,19 |
| Prestaciones | | | | | Q85,64 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | Q221,58 |

| | | |
|--|----------------------|------------------|
| 1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos. 2.Todos los precios deberan tener incluido siempre el impuesto al valor agregado (IVA), con tarifa de doce por ciento (12%) sobre la base imponible. (Articulo 10, de la ley del impuesto agregado, modificado por decreto Numero 60-94 del Congreso de la Republica de Guatemala) | COSTO DIRECTO | Q6.562,66 |
| | TOTAL | Q8.531,45 |
| PRECIO UNITARIO | Q 20,52 | |

PRESUPUESTO
CAMINO QUE DEL CAPULIN CONDUCE AL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA
INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

| | | | | | | |
|------------------|--|------------------|--------|----------------------------|------------------|----------------------------------|
| REGLON: | 102 | CANTIDAD: | 165,34 | UNIDAD DE COSTO EN: | PROYECTO: | Camino Vecinal |
| CONCEPTO: | Excavación de canales de entrada y salida de alcantarillas | | | m ³ | UBICACIÓN | Municipio de Siquinala Escuintla |

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
|----------------------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|
| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | |
| camiones 10 m ³ | | Horas | 10 | Q85,00 | Q850,00 |
| Retroexcavadora | | Horas | 16 | Q175,00 | Q2.800,00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | | Q3.650,00 |

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
|---|----------|--------|-------------|----------------|---------------|
| HERRAMIENTAS | | | | | |
| Costo de herramienta es igual al 5% del costo de mano de obra | | | 0,05 | | Q11,08 |
| TOTAL HERRAMIENTAS | | | | | Q11,08 |

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|

| MANO DE OBRA | | | | | |
|--|---|------|----------------|----------------------|-----------|
| Peones | 2 | hora | 25 | Q3,75 | Q93,75 |
| Sub-total mano de obra | | | | | Q93,75 |
| Mano de obra indirecta | | | | | Q42,19 |
| Prestaciones | | | | | Q85,64 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | Q221,58 |
| 1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos. | | | | COSTO DIRECTO | Q3.882,66 |
| 2.Todos los precios deberan tener incluido siempre el impuesto al valor agregado (IVA), con tarifa de doce por ciento (12%) sobre la base imponible. (Articulo 10, de la ley del impuesto agregado, modificado por decreto Numero 60-94 del Congreso de la Republica de Guatemala) | | | | TOTAL | Q5.047,45 |
| PRECIO UNITARIO | | | Q 30,53 | | |
| | | | | | |

PRESUPUESTO

CAMINO QUE DEL CAPULIN CONDUCE AL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

| | | | | | | |
|------------------|--|------------------|----------------|----------------------------|----------------------------------|----------------|
| REGLON: | 103 | CANTIDAD: | 360,05 | UNIDAD DE COSTO EN: | PROYECTO: | Camino Vecinal |
| CONCEPTO: | Excavación estructural para alcanatarillas | | m ³ | UBICACIÓN | Municipio de Siquinala Escuintla | |

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
|----------------------------|----------|--------|-------------|----------------|-------------------|
| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | |
| camiones 10 m ³ | | Horas | 68,27 | Q85,00 | Q5.802,95 |
| Retroexcavadora | | Horas | 93,63 | Q175,00 | Q16.385,25 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | | Q22.188,20 |

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|

| HERRAMIENTAS | | | | | |
|---|--|--|------|--|---------------|
| Costo de herramienta es igual al 5% del costo de mano de obra | | | 0,05 | | Q60,33 |
| TOTAL HERRAMIENTAS | | | | | Q60,33 |

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|
|-------------|----------|--------|-------------|----------------|---------------|

| MANO DE OBRA | | | | | |
|---------------------------|---|------|--------|-------|------------------|
| Peones | 2 | hora | 136,14 | Q3,75 | Q510,53 |
| Sub-total mano de obra | | | | | Q510,53 |
| Mano de obra indirecta | | | | | Q229,74 |
| Prestaciones | | | | | Q466,36 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | Q1.206,63 |

| | | |
|--|----------------------|------------|
| 1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos. 2.Todos los precios deberan tener incluido siempre el impuesto al valor agregado (IVA), con tarifa de doce por ciento (12%) sobre la base imponible. (Articulo 10, de la ley del impuesto agregado, modificado por decreto Numero 60-94 del Congreso de la Republica de Guatemala) | COSTO DIRECTO | Q23.455,16 |
| | TOTAL | Q30.491,70 |
| PRECIO UNITARIO | | Q 84,68 |

PRESUPUESTO
CAMINO QUE DEL CAPULIN CONDUCE AL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

| | | | | | | | | |
|---|---|------------------|--------|----------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| REGLON: | 104 | CANTIDAD: | 183,79 | UNIDAD DE COSTO EN: | PROYECTO: | Camino Vecinal | | |
| CONCEPTO: | Excavación estructural para cajas y cabezales | | | m ³ | UBICACIÓN | Municipio de Siquinala Escuintla | | |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | | | | |
| camiones 10 m ³ | | | | | Horas | 34,22 | Q85,00 | Q2.908,70 |
| Excavadora | | | | | Horas | 51,07 | Q175,00 | Q8.937,25 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | | | | | Q11.845,95 |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| HERRAMIENTAS | | | | | | | | |
| Costo de herramienta es igual al 5% del costo de mano de obra | | | | | | 0,05 | | Q30,11 |
| TOTAL HERRAMIENTAS | | | | | | | | Q30,11 |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MANO DE OBRA | | | | | | | | |
| Peones | | | | 2 | hora | 67,95 | Q3,75 | Q254,81 |
| Sub-total mano de obra | | | | | | | | Q254,81 |
| Mano de obra indirecta | | | | | | | | Q114,67 |
| Prestaciones | | | | | | | | Q232,77 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | | | Q602,25 |
| <p>1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos.</p> <p>2.Todos los precios deberan tener incluido siempre el impuesto al valor agregado (IVA), con tarifa de doce por ciento (12%) sobre la base imponible. (Articulo 10, de la ley del impuesto agregado, modificado por decreto Numero 60-94 del Congreso de la Republica de Guatemala)</p> | | | | | | | COSTO DIRECTO | Q12.478,31 |
| | | | | | | | TOTAL | Q16.221,81 |
| PRECIO UNITARIO | | | | | | Q 88,26 | | |

**PRESUPUESTO
CAMINO QUE DEL CAPULIN CONDUCE AL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA
INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS**

| | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------|------------------|----------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|--|
| REGLON: | 202 | CANTIDAD: | 5250,3 | UNIDAD DE COSTO EN: | PROYECTO: | Camino Vecinal | | |
| CONCEPTO: | Capa de balasto | | m ³ | UBICACIÓN | Municipio de Siquinala Escuintla | | | |
| DESCRIPCION | | CANTIDAD | | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO | |

| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | | |
|----------------------------|--|--|----------------|--------------|----------------|---------------|
| Motoniveladora 140 G | | | Horas | 90,00 | Q305,00 | Q27.450,00 |
| Rodo liso | | | Horas | 45,00 | Q170,00 | Q7.650,00 |
| Regadora de agua | | | Horas | 75,00 | Q80,00 | Q6.000,00 |
| Bomba de agua | | | Horas | 67,00 | Q25,00 | Q1.675,00 |
| Tractor D6D | | | Horas | 93,00 | Q255,00 | Q23.715,00 |
| Excavadora de oruga | | | Horas | 93,00 | Q450,00 | Q41.850,00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | | | Q108.340,00 |
| DESCRIPCION | | | UNIDAD | DOSIFICACION | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MATERIALES | | | | | | |
| Compra de material | | | m ³ | 5250,3 | Q2,50 | Q13.125,75 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | | | Q13.125,75 |

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
|---|----------|--------|-------------|----------------|---------------|
| HERRAMIENTAS | | | | | |
| Costo de herramienta es igual al 5% del costo de mano de obra | | | 0,05 | | Q199,11 |
| TOTAL HERRAMIENTAS | | | | | Q199,11 |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |

| MANO DE OBRA | | | | | |
|-------------------------------|---|------|--------|-------|-----------|
| Peones | 6 | hora | 449,29 | Q3,75 | Q1.684,84 |
| Sub-total mano de obra | | | | | Q1.684,84 |
| Mano de obra indirecta | | | | | Q758,18 |
| Prestaciones | | | | | Q1.539,10 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | Q3.982,11 |

| | | |
|--|----------------------|-------------|
| 1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos. 2.Todos los precios deberan tener incluido siempre el impuesto al valor agregado (IVA), con tarifa de doce por ciento (12%) sobre la base imponible. (Articulo 10, de la ley del impuesto agregado, modificado por decreto Numero 60-94 del Congreso de la Republica de Guatemala) | COSTO DIRECTO | Q125.646,97 |
| | TOTAL | Q163.341,06 |
| PRECIO UNITARIO | Q31,11 | |

PRESUPUESTO
CAMINO QUE DEL CAPULIN CONDUCE AL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA
INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

| | | | | | | | | |
|--|--------------------|------------------|---------|----------------------------|----------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| REGLON: | 203 | CANTIDAD: | 4252,88 | UNIDAD DE COSTO EN: | PROYECTO: | Camino Vecinal | | |
| CONCEPTO: | Acarreo de balasto | | | m ³ - km. | UBICACIÓN | Municipio de Siquinala Escuintla | | |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | | | | |
| 6 camiones 10 m ³ . | | | | | m ³ - km. | 4252,88 | Q2,30 | Q9.781,62 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | | | | | Q9.781,62 |
| DESCRIPCION | | | | | UNIDAD | DOSIFICACION | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MATERIALES | | | | | | | | |
| Compra de material | | | | | m ³ | 0 | Q2,50 | Q0,00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | | | | | Q0,00 |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| HERRAMIENTAS | | | | | | | | |
| Costo de herramienta es igual al 5% del costo de mano de obra | | | | | | 0,05 | | Q44,18 |
| TOTAL HERRAMIENTAS | | | | | | | | Q44,18 |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MANO DE OBRA | | | | | | | | |
| Peones | | | | 2 | hora | 99,7 | Q3,75 | Q373,88 |
| Sub-total mano de obra | | | | | | | | Q373,88 |
| Mano de obra indirecta | | | | | | | | Q168,24 |
| Prestaciones | | | | | | | | Q341,53 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | | | Q883,65 |
| 1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos. | | | | | | | COSTO DIRECTO | Q10.709,46 |
| 2.Todos los precios deberan tener incluido siempre el impuesto al valor agregado (IVA), con tarifa de doce por ciento (12%) sobre la base imponible. (Articulo 10, de la ley del impuesto agregado, modificado por decreto Numero 60-94 del Congreso de la Republica de Guatemala) | | | | | | | TOTAL | Q13.922,30 |
| PRECIO UNITARIO | 3,273616541 | | | | | Q3,27 | | |

PRESUPUESTO
CAMINO QUE DEL CAPULIN CONDUCE AL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA
INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

| | | | | | | | | |
|--|-----------|------------------|---------|----------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| REGLON: | 204 | CANTIDAD: | 1344,47 | UNIDAD DE COSTO EN: | PROYECTO: | Camino Vecinal | | |
| CONCEPTO: | Empedrado | | | m ³ | UBICACIÓN | Municipio de Siquinala Escuintla | | |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | | | | |
| Concretera | | | | | Horas | 1484,00 | Q30,00 | Q44.520,00 |
| Camion 10m ³ | | | | | Horas | 1484,00 | Q85,00 | Q126.140,00 |
| Regadora de agua | | | | | Horas | 792,00 | Q80,00 | Q63.360,00 |
| Bomba de agua | | | | | Horas | 792,00 | Q25,00 | Q19.800,00 |
| Cargador 950 | | | | | Horas | 1484,00 | Q225,00 | Q333.900,00 |
| TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | | | | Q587.720,00 |
| DESCRIPCION | | | | | UNIDAD | DOSIFICACION | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MATERIALES | | | | | | | | |
| Cemento | | | | | Sacos | 6519,71 | Q43,00 | Q280.347,53 |
| Arena | | | | | m ³ | 512,22 | Q30,00 | Q15.366,60 |
| Piedra bola | | | | | m ³ | 465,69 | Q30,00 | Q13.970,70 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | | | | | Q309.684,83 |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| HERRAMIENTAS | | | | | | | | |
| Costo de herramienta es igual al 5% del costo de mano de obra | | | | | | 0,05 | | Q3.031,35 |
| TOTAL HERRAMIENTAS | | | | | | | | Q3.031,35 |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MANO DE OBRA | | | | | | | | |
| Operador concretera | | | | | hora | 1484,00 | Q6,00 | Q8.904,00 |
| Albañiles | | | | | hora | 1484,00 | Q6,25 | Q9.275,00 |
| Peones | | | | | hora | 1992,64 | Q3,75 | Q7.472,40 |
| Sub-total mano de obra | | | | | | | | Q25.651,40 |
| Mano de obra indirecta | | | | | | | | Q11.543,13 |
| Prestaciones | | | | | | | | Q23.432,55 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | | | Q60.627,08 |
| 1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos. 2.Todos los precios deberan tener incluido siempre el impuesto al valor agregado (IVA), con tarifa de doce por ciento (12%) sobre la base imponible. (Articulo 10, de la ley del impuesto agregado, modificado por decreto Numero 60-94 del Congreso de la Republica de Guatemala) | | | | | | | COSTO DIRECTO | Q961.063,27 |
| | | | | | | | TOTAL | Q1.249.382,25 |
| PRECIO UNITARIO | | | | | | Q929,27 | | |

PRESUPUESTO
CAMINO QUE DEL CAPULIN CONDUCE AL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA
INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

| | | | | | | | |
|---|-------------|------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| REGLON: | 205 | CANTIDAD: | 512 | UNIDAD DE COSTO EN: | PROYECTO: | Camino Vecinal | |
| CONCEPTO: | bordillos | | m ² | UBICACIÓN | Municipio de Siquinala Escuintla | | |
| DESCRIPCION | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | | | |
| Concreteira | | | | Horas | 14,35 | Q30,00 | Q430,50 |
| Camion 10m ³ | | | | Horas | 14,35 | Q85,00 | Q1.219,75 |
| Regadora de agua | | | | Horas | 14,35 | Q80,00 | Q1.148,00 |
| Bomba de agua | | | | Horas | 8,92 | Q25,00 | Q223,00 |
| Cargador 950 | | | | Horas | 14,35 | Q225,00 | Q3.228,75 |
| TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | | | Q6.250,00 |
| DESCRIPCION | | | | UNIDAD | DOSIFICACION | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MATERIALES | | | | | | | |
| Cemento | | | | Sacos | 307,2 | Q43,00 | Q13.209,60 |
| Arena | | | | m ³ | 28,16 | Q60,00 | Q1.689,60 |
| Piedrin | | | | m ³ | 38,40 | Q105,00 | Q4.032,00 |
| Madera | | | | pie-tabla | 256,00 | Q6,10 | Q1.561,60 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | | | | Q20.492,80 |
| DESCRIPCION | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| HERRAMIENTAS | | | | | | | |
| Costo de herramienta es igual al 5% del costo de mano de obra | | | | | 0,05 | | Q33,49 |
| TOTAL HERRAMIENTAS | | | | | | | Q33,49 |
| DESCRIPCION | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MANO DE OBRA | | | | | | | |
| Operador concreteira | | | | hora | 14,35 | Q6,00 | Q86,10 |
| Albañiles | | | | hora | 14,35 | Q6,25 | Q89,69 |
| Peones | | | | hora | 28,69 | Q3,75 | Q107,59 |
| Sub-total mano de obra | | | | | | | Q283,38 |
| Mano de obra indirecta | | | | | | | Q127,52 |
| Prestaciones | | | | | | | Q258,86 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | | Q669,76 |
| <small>1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos. 2.Todos los precios deberan tener incluido siempre el impuesto al valor agregado (IVA), con tarifa de doce por ciento (12%) sobre la base imponible. (Articulo 10, de la ley del impuesto agregado, modificado por decreto Numero 60-94 del Congreso de la Republica de Guatemala)</small> | | | | | | COSTO DIRECTO | Q27.446,04 |
| | | | | | | TOTAL | Q35.679,86 |
| PRECIO UNITARIO | 69,68722275 | | | | Q 69,69 | | |

PRESUPUESTO
CAMINO QUE DEL CAPULIN CONDUCE AL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA
INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

| | | | | | | | | |
|--|---|------------------|-----|----------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| REGLON: | 301 | CANTIDAD: | 156 | UNIDAD DE COSTO EN: | PROYECTO: | Camino Vecinal | | |
| CONCEPTO: | Alcantarillas de metal corrugado de 30" | | | m.l. | UBICACIÓN | Municipio de Siquinala Escuintla | | |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | | | | |
| Tracktor D6D | | | | | Horas | 20,00 | Q255,00 | Q5.100,00 |
| Regadora de agua | | | | | Horas | 80,00 | Q80,00 | Q6.400,00 |
| Bomba e agua | | | | | Horas | 80,00 | Q25,00 | Q2.000,00 |
| Retroexcavadora | | | | | Horas | 40,00 | Q175,00 | Q7.000,00 |
| Vibroapisonador | | | | | Horas | 250,00 | Q30,00 | Q7.500,00 |
| Camiones de 10m ³ | | | | | Horas | 51,00 | Q85,00 | Q4.335,00 |
| TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | | | | Q32.335,00 |
| DESCRIPCION | | | | | UNIDAD | DOSIFICACION | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MATERIALES | | | | | | | | |
| Compra de material | | | | | m.l. | 156 | Q375,40 | Q58.562,40 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | | | | | Q58.562,40 |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| HERRAMIENTAS | | | | | | | | |
| Costo de herramienta es igual al 5% del costo de mano de obra | | | | | | 0,05 | | Q1.067,56 |
| TOTAL HERRAMIENTAS | | | | | | | | Q1.067,56 |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MANO DE OBRA | | | | | | | | |
| Albañiles | | | | | hora | 428,5 | Q6,25 | Q2.678,13 |
| Ayudantes | | | | | hora | 1694,83 | Q3,75 | Q6.355,61 |
| Sub-total mano de obra | | | | | | | | Q9.033,74 |
| Mano de obra indirecta | | | | | | | | Q4.065,18 |
| Prestaciones | | | | | | | | Q8.252,32 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | | | Q21.351,24 |
| 1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos. 2.Todos los precios deberan tener incluido siempre el impuesto al valor agregado (IVA), con tarifa de doce por ciento (12%) sobre la base imponible. (Articulo 10, de la ley del impuesto agregado, modificado por decreto Numero 60-94 del Congreso de la Republica de Guatemala) | | | | | | | COSTO DIRECTO | Q113.316,20 |
| | | | | | | | TOTAL | Q147.311,06 |
| PRECIO UNITARIO | | | | | | Q944,30 | | |

PRESUPUESTO
CAMINO QUE DEL CAPULIN CONDUCE AL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA
INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

| | | | | | | | |
|--|---|------------------|-----------------|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------|
| REGLON: | 302 | CANTIDAD: | 215,47 | UNIDAD DE COSTO EN: | PROYECTO: | Camino Vecinal | |
| CONCEPTO: | Muros, Cajas y Cabezales para alcantarillado, | | | m ³ | UBICACIÓN | Municipio de Siquinala Escuintla | |
| DESCRIPCION | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | | | |
| Concreteira | | | | Horas | 238,00 | Q30,00 | Q7.140,00 |
| Camion 10m ³ | | | | Horas | 238,00 | Q85,00 | Q20.230,00 |
| Regadora de agua | | | | Horas | 127,00 | Q80,00 | Q10.160,00 |
| Bomba de agua | | | | Horas | 127,00 | Q25,00 | Q3.175,00 |
| Cargador 950 | | | | Horas | 238,00 | Q225,00 | Q53.550,00 |
| TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | | | Q94.255,00 |
| DESCRIPCION | | | | UNIDAD | DOSIFICACION | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MATERIALES | | | | | | | |
| Cemento | | | | Sacos | 1045,24 | Q43,00 | Q44.945,32 |
| Arena | | | | m ³ | 82,12 | Q30,00 | Q2.463,60 |
| Piedrin | | | | m ³ | 104,53 | Q85,00 | Q8.885,05 |
| Madera | | | | pie-tabla | 1131,22 | Q4,05 | Q4.581,44 |
| Piedra bola | | | | m ³ | 74,66 | Q30,00 | Q2.239,80 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | | | | Q63.115,21 |
| DESCRIPCION | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| HERRAMIENTAS | | | | | | | |
| Costo de herramienta es igual al 5% del costo de mano de obra | | | | | 0,05 | | Q557,16 |
| TOTAL HERRAMIENTAS | | | | | | | Q557,16 |
| DESCRIPCION | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MANO DE OBRA | | | | | | | |
| Operador concreteira | | | | hora | 238,00 | Q6,00 | Q1.428,00 |
| Albañiles | | | | hora | 238,00 | Q6,25 | Q1.487,50 |
| Peones | | | | hora | 479,78 | Q3,75 | Q1.799,18 |
| Sub-total mano de obra | | | | | | | Q4.714,68 |
| Mano de obra indirecta | | | | | | | Q2.121,60 |
| Prestaciones | | | | | | | Q4.306,86 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | | Q11.143,13 |
| 1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos. | | | | | | COSTO DIRECTO | Q169.070,50 |
| 2.Todos los precios deberan tener incluido siempre el impuesto al valor agregado (IVA), con tarifa de doce por ciento (12%) sobre la base imponible. (Articulo 10, de la ley del impuesto agregado, modificado por decreto Numero 60-94 del Congreso de la Republica de Guatemala) | | | | | | TOTAL | Q219.791,65 |
| PRECIO UNITARIO | | | | | Q1,020,06 | | |

PRESUPUESTO
CAMINO QUE DEL CAPULIN CONDUCE AL NÍSPERO, BELICE Y ESMERALDA
INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

| | | | | | | | | |
|--|--------------------|------------------|---------|----------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| REGLON: | 303 | CANTIDAD: | 1803,75 | UNIDAD DE COSTO EN: | PROYECTO: | Camino Vecinal | | |
| CONCEPTO: | Cunetas revestidas | | | m ² | UBICACIÓN | Municipio de Siquinala Escuintla | | |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | | | | |
| Concreteira | | | | | Horas | 50,57 | Q30,00 | Q1.517,10 |
| Camion 10m ³ | | | | | Horas | 50,57 | Q85,00 | Q4.298,45 |
| Regadora de agua | | | | | Horas | 50,57 | Q80,00 | Q4.045,60 |
| Bomba de agua | | | | | Horas | 31,41 | Q25,00 | Q785,25 |
| Cargador 950 | | | | | Horas | 50,57 | Q225,00 | Q11.378,25 |
| TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | | | | Q22.024,65 |
| DESCRIPCION | | | | | UNIDAD | DOSIFICACION | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MATERIALES | | | | | | | | |
| Cemento | | | | | Sacos | 1082,25 | Q43,00 | Q46.536,75 |
| Arena | | | | | m ³ | 99,20 | Q60,00 | Q5.952,00 |
| Piedrin | | | | | m ³ | 135,28 | Q105,00 | Q14.204,40 |
| Madera | | | | | pie-tabla | 901,87 | Q6,10 | Q5.501,41 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | | | | | Q72.194,56 |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| HERRAMIENTAS | | | | | | | | |
| Costo de herramienta es igual al 5% del costo de mano de obra | | | | | | 0,05 | | Q118,00 |
| TOTAL HERRAMIENTAS | | | | | | | | Q118,00 |
| DESCRIPCION | | | | CANTIDAD | UNIDAD | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | COSTO DIRECTO |
| MANO DE OBRA | | | | | | | | |
| Operador concreteira | | | | | hora | 50,57 | Q6,00 | Q303,42 |
| Albañiles | | | | | hora | 50,57 | Q6,25 | Q316,06 |
| Peones | | | | | hora | 101,07 | Q3,75 | Q379,01 |
| Sub-total mano de obra | | | | | | | | Q998,50 |
| Mano de obra indirecta | | | | | | | | Q449,32 |
| Prestaciones | | | | | | | | Q912,13 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | | | Q2.359,94 |
| 1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos. | | | | | | | COSTO DIRECTO | Q96.697,15 |
| 2.Todos los precios deberan tener incluido siempre el impuesto al valor agregado (IVA), con tarifa de doce por ciento (12%) sobre la base imponible. (Articulo 10, de la ley del impuesto agregado, modificado por decreto Numero 60-94 del Congreso de la Republica de Guatemala) | | | | | | | TOTAL | Q125.706,29 |
| PRECIO UNITARIO | | | | | | Q 69,69 | | |