

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE CARRETERA DE LA ALDEA EL CACAO VIEJO A
LA ALDEA EL BIJAGUAL Y DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN DE
MAMPOSTERÍA REFORZADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

OLIVER ROMEO CONTRERAS RAMOS

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | Inga. Glenda Patricia García Soria |
| VOCAL II | Inga. Alba Maritza Guerrero de López |
| VOCAL III | Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón |
| VOCAL IV | Br. Kenneth Issur Estrada Ruíz |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|---|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta |
| EXAMINADOR | Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera |
| EXAMINADOR | Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.Sup.MAAO.PR. 13.006

Guatemala,
18 de agosto de 2006

Ingeniero
Ángel Roberto Sic García
Director de Unidad de EPS.
Facultad de Ingeniería
USAC

Ing. Sic García.

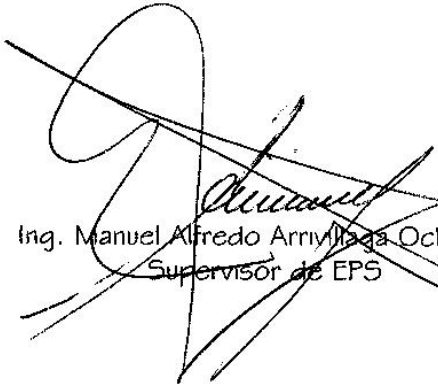
Me es grato informarle que el estudiante OLIVER ROMEO CONTRERAS RÁMOS carné universitario número 2000-22397 de la carrera de ingeniería civil ha concluido satisfactoriamente su proyecto de EPS el cual fue desarrollado en la municipalidad de MORAZAN, EL PROGRESO por lo que cumpliendo con los normativos de esta Unidad le corresponde realizar su examen general privado de EPS.

Para realizarlo esta Supervisión sugiere a esa Coordinación que la evaluación se realice el día 8 de septiembre del 2006, con la terna siguiente:

Ing. Oswaldo Escobar
Ing. Manuel Arrivillaga
Ing. Luís Alfaro Véliz
Ing. Silvio Rodríguez (suplente)

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente.


Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Supervisor de EPS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala,
10 de julio de 2007

Ingeniero
Fernando Amílcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE CARRETERA DE LA ALDEA EL CACAO VIEJO A LA ALDEA EL BIJAGUAL Y DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERÍA REFORZADA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Oliver Romeo Contreras Ramos, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
9 de agosto de 2007

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE CARRETERA DE LA ALDEA EL CACAO VIEJO A LA ALDEA EL BIJAGUAL Y DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERÍA REFORZADA**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Oliver Romeo Contreras Ramos, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Jorge Alejandro Arévalo Valdez
Coordinador del Área de Topografía y Transporte

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Cuatemala, 20 de abril de 2006
Ref. EPS. P.08.03.06

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presencia

Destinado Ing. Escobar Alvarez.

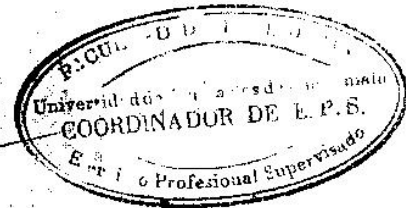
Por medio le envío para el dictamen y aprobación respectiva el anteproyecto del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado: "DISEÑO DE AMPLIACION DE CARRETERA DE LA ALDEA EL CACAO VIEJO A LA ALDEA EL BIJAGUAL Y DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERÍA REFORZADA EN LA ALDEA EL ZAPOTE MORAZAN, EL PROGRESO". Para realizar dicho proyecto, fue seleccionado el estudiante universitario Oliver Romeo Contreras Ramos con carné No. 2000-22397, quien cursa la carrera de Ingeniería Civil y es debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Arturo Arrivillaga Ochaeta.

Saludo particular y agradeciendo de antemano su colaboración.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Coordinador Unidad de EPS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Oliver Romeo Contreras Ramos, titulado DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE CARRETERA DE LA ALDEA EL CACAO VIEJO A LA ALDEA EL BIJAGUAL Y DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERÍA REFORZADA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Fernando Amilcar Boiton Venegas



Guatemala, octubre 2007.

/bbdeb.

de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.389.07

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE CARRETERA DE LA ALDEA EL CACAO VIEJO A LA ALDEA EL BIJAGUAL Y DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERÍA REFORZADA**, presentada por el estudiante universitario **Oliver Romeo Contreras Ramos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, octubre de 2007

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios:** Por darme la vida, sabiduría e Inteligencia.
- Mis padres:** Carlos Contreras y Blanca Aracely
Por su gran amor y apoyo
Incondicional en toda mi vida.
- Mis Hermanos:** Ingrid Araceli, Josué Aarón, Eunice
Abigail, por estar conmigo siempre.
- A Mis Abuelos:** Ernesto Ramos, Zoila de Ramos.
Con un gran aprecio
- A Mis tíos:** Por su valioso apoyo.
- Mis primos:** En especial a David y Estuardo por
Su amistad incondicional.
- Ing. Manuel Arrivillaga:** Por su valioso apoyo.
- A Todos mis amigos:** En especial a
Enrique, Ely, Israel, Alfonso, Luís Pedro
Juan Carlos, Javier, Jose
- A la Universidad de San Carlos de Guatemala,**
- En especial a la Facultad de Ingeniería,
Por toda su formación.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---------------------------------|-------------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | VII |
| LISTA DE SÍMBOLOS | IX |
| GLOSARIO | XIII |
| RESUMEN | XV |
| OBJETIVOS | XVII |
| INTRODUCCIÓN | XIX |
| | |
| 1. FASE DE INVESTIGACIÓN | |
| 1.1. Monografía del lugar | 1 |
| 1.1.1. Aspectos históricos | 1 |
| 1.1.2. Origen del nombre | 1 |
| 1.2. Aspectos físicos | 2 |
| 1.2.1. Extensión territorial | 2 |
| 1.2.2. Ubicación geográfica | 2 |
| 1.2.3. Distancia relativa | 2 |
| 1.2.4. Suelo | 2 |
| 1.2.5. Colindancias | 3 |
| 1.2.6. Población | 4 |
| 1.2.7. Clima | 4 |
| 1.2.8. Actividades económicas | 4 |
| 1.3. Servicios | 5 |
| 1.3.1. Vías de acceso | 5 |
| 1.3.2. Agua potable | 5 |
| 1.3.3. Drenaje | 6 |
| 1.3.4. Centros educativos | 6 |
| 1.3.5. Centros de salud | |

| | |
|---|----|
| 1.4. Infraestructura | 7 |
| 1.4.1. Básica productiva | 7 |
| 1.4.2. Sistema vial | 8 |
| 2. INVESTIGACIONES DIAGNÓSTICAS SOBRE NECESIDADES DE SERVICIO. | |
| 2.1. Descripción de las necesidades | 9 |
| 2.2. Justificación del proyecto | 9 |
| 2.3. Evaluación del sistema actual | 10 |
| 2.4. Priorización de las necesidades | 11 |
| 3. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL | |
| 3.1. Diseño de ampliación de carretera de la aldea el Cacao Viejo a la aldea el Bijagual. | 13 |
| 3.1.1. Descripción del proyecto | 13 |
| 3.1.2. Preliminar de campo | 16 |
| 3.1.3. Selección de ruta | 16 |
| 3.1.4. Interpretación de mapas topográficos | 17 |
| 3.2. Levantamiento topográfico preliminar | 19 |
| 3.2.1. Planimetría | 19 |
| 3.2.2. Altimetría | 20 |
| 3.2.3. Secciones transversales | 20 |
| 3.2.4. Cálculo de curvas de nivel | 21 |
| 3.3. Cálculo topográfico preliminar | 22 |
| 3.3.1. Cálculo planimétrico | 22 |
| 3.3.2. Cálculo altimétrico | 23 |
| 3.3.3. Cálculo de secciones transversales | 24 |

| | |
|---|----|
| 4. DIBUJO PRELIMINAR | |
| 4.1 Planimetrico | 25 |
| 4.2 Altimétrico | 26 |
| 4.3 Curvas de nivel | 27 |
| | |
| 5. DISEÑO DE LOCALIZACIÓN | |
| 5.1 Corrimiento de línea | 29 |
| 5.2 Cálculo de elementos de curvas y estacionamientos | 33 |
| 5.2.1. Grado de curvatura | 35 |
| 5.2.2. Longitud de la curva | 37 |
| 5.2.3. Subtangente | 38 |
| 5.2.4. Cuerda máxima | 38 |
| 5.2.5. External | 39 |
| 5.2.6. Ordenada media | 39 |
| 5.3 Determinación de curva vertical | 41 |
| 5.3.1. Elementos de una curva vertical | 44 |
| 5.3.2. Ejemplo | 45 |
| | |
| 6. MOVIMIENTOS DE TIERRA | |
| 6.1 Diseño de sub rasante | 47 |
| 6.2 Cálculo de áreas de secciones transversales | 51 |
| 6.3 Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras | 53 |
| | |
| 7. DRENAJES | |
| 7.1 Estudio hidrológico, método racional para la determinación de caudales de diseño | 60 |
| 7.2 Contra cunetas | 64 |

| | |
|---|----|
| 8. ELABORACIÓN DE PLANOS DE LOCALIZACIÓN | |
| 8.1 Dibujos de curvas de nivel | 65 |
| 8.2 Dibujo de curvas horizontales | 65 |
| 8.3 Dibujo de curvas Verticales | 66 |
| 8.4 Dibujo de drenajes | 67 |
| 8.5 Dibujo de sección típica | 68 |
| 8.6 Dibujo de obras especiales | 69 |
| | |
| 9. CARPETA DE RODADURA | |
| 9.1 Capa de balasto | 71 |
| 9.2 Mantenimiento del camino | 72 |
| | |
| 10.IMPACTO AMBIENTAL | |
| 10.1 Impacto ambiental positivo | 75 |
| 10.2 Impacto ambiental negativo | 75 |
| 10.3 Medidas de mitigación | 75 |
| 10.4 Plan de seguimiento | 76 |
| | |
| 11.DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERÍA REFORZADA EN LA ESCUELA DE LA ALDEA PLAN CARRIZO GRANDE | |
| 11.1. Descripción del proyecto | 77 |
| 11.2. Reconocimiento del lugar | 77 |
| 11.3. Datos necesarios para diseño de muro | 78 |
| 11.4. Diseño de la cortina | 81 |
| 11.4.1. Predimensionamiento | 81 |
| 11.4.2. Determinación del corte actuante en la base | 81 |
| 11.4.3. Chequeo de corte actuante y corte resistente | 81 |
| 11.4.4. Determinación del momento flector en la base | 82 |

| | |
|---|------------|
| 11.4.5.Determinación de acero de refuerzo principal | 82 |
| 11.4.6.Determinación de acero por temperatura | 85 |
| 11.4.7.Prediseño de cortina | 85 |
| 11.5. Diseño de la base | 87 |
| 11.5.1.Prediseño de talón | 86 |
| 11.5.2.Prediseño del pie | 88 |
| 11.5.3.Cálculo de empuje | 88 |
| 11.5.4.Cálculo de pesos y momentos del muro | 90 |
| 11.6. Diseño del talón y pie | 93 |
| 11.7. Determinación de acero principal | 98 |
| 11.8. Determinación de acero por temperatura | 98 |
| 11.9. Resultados finales | 99 |
| 11.10. Diseño final | 99 |
| 11.11. Elaboración de planos | 101 |
| CONCLUSIONES | 103 |
| RECOMENDACIONES | 105 |
| BIBLIOGRAFÍA | 107 |
| APÉNDICE A | 109 |
| APÉNDICE B | 111 |
| APÉNDICE C | 113 |
| APÉNDICE D | 115 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|-------------------------------------|----|
| 1. | Ejemplo mapa escala 1:5000 | 16 |
| 2. | Dibujo de curvas de nivel | 21 |
| 3. | Curvas de nivel | 22 |
| 4. | Cálculo de coordenadas | 23 |
| 5. | Dibujo planimétrico | 25 |
| 6. | Dibujo altimétrico | 27 |
| 7. | Corrimiento de línea caso 1 | 31 |
| 8. | Corrimiento de línea caso 2 | 32 |
| 9. | Corrimiento de línea caso 3 | 32 |
| 10. | Ejemplo de curva 1 | 35 |
| 11. | Grado de curvatura | 36 |
| 12. | Elementos de curvas horizontales | 40 |
| 13. | Tipos de curva | 41 |
| 14. | Elementos de curva vertical | 44 |
| 15. | Ejemplo de curva vertical | 45 |
| 16. | Dibujo de sección de carretera | 51 |
| 17. | Proyección del cálculo de volúmenes | 53 |
| 18. | Corte y relleno | 54 |
| 19. | Detalle típico de cuneta | 58 |
| 20. | Sección típica | 64 |
| 21. | Detalle de muro | 87 |
| 22. | Observa detalle típico apéndice 1y2 | 89 |
| 23. | Diagrama de presiones en el pie | 94 |
| 24. | Diagrama de presiones en el talón | 97 |

TABLAS

| | | |
|-------|---|----|
| I. | Infraestructura vial según categoría | 8 |
| II. | Parámetros de diseño | 14 |
| III. | Libreta de nivelación taquimétrica | 24 |
| IV. | Grado de curvatura y radio | 36 |
| V. | Valor de K según concavidad | 43 |
| VI. | Relación para dibujo de taludes | 52 |
| VII. | Valores de “n” para la fórmula de Manning | 57 |
| VIII. | Cálculo de pesos y momentos del muro | 90 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|----------------------|---|
| AASHTO | Asociación Americana de oficiales estatales de carreteras y transportes |
| Asc | Área de acero calculada o requerida |
| Ast | Área de acero por temperatura |
| Az | Azimut |
| b | Ancho unitario del elemento |
| B | Ancho del cimiento |
| Bm | Banco de marca |
| C | Coeficiente de escorrentía |
| cm. | Centímetros |
| d | Distancia entre la fibra extrema de compresión y el centroide del refuerzo de tensión |
| D.G.C. | Dirección General de Caminos |
| DH | Distancia Horizontal |
| e | Excentricidad |
| E.P.S. | Ejercicio Profesional Supervisado |
| EIA | Estudio de impacto ambiental |
| f'c | Resistencia especificada a la compresión de la mampostería |
| F_f | Factor de fricción |
| f_s | Esfuerzo permisible del acero |

| | |
|--------------------------|--|
| f'm | Resistencia última a la compresión de la mampostería |
| f'y | Resistencia especificada a la fluencia del acero de refuerzo |
| Fs | Factor de seguridad |
| G | Grado de curvatura |
| h₂ | Altura encima del pie |
| h₃ | Altura encima del talón |
| H1 | Profundidad del muro hasta la parte superior del cimiento |
| Δ | Ángulo de deflexión |
| j | Brazo entre las resultantes de tensión y la de compresión |
| K_a | Coeficiente del empuje activo de suelos |
| K_p | Coeficiente del empuje pasivo de suelos |
| Kg/cm² | Kilogramo por centímetro cuadrado |
| Kg/m | Kilogramo por metro |
| Kg-m/m | Kilogramo-metro por metro |
| Kg/m³ | Kilogramo por metro cúbico |
| K | Constante de velocidad de diseño |
| KPH | Kilómetros por hora |
| Km | Kilómetro |
| L | Longitud |
| LCV | Longitud de curva Vertical |
| M | Momento |
| Mb | Momento de volteo |
| M_r | Momento resistente |
| M_R | Momento resultante |
| Mu | Momento último |
| M_{vs} | Momento vertical de sobrecarga |
| P_{ah} | Presión activa horizontal |
| P_{av} | Presión activa vertical |
| P_p | Presión pasiva |

| | |
|--------------------------|--|
| P_{sv} | Presión de la sobrecarga vertical |
| PSI | Libras por pulgada cuadrada |
| PC | Principio de curva |
| PI | Punto de intersección horizontal |
| PIV | Punto de intersección vertical |
| PT | Principio de tangente |
| q | Capacidad soporte |
| Q | Caudal |
| q_o | Sobrecarga uniformemente distribuida, ya sea parcial o total |
| t | Espesor del elemento |
| Ton/m² | Tonelada por metro cuadrado |
| V | Fuerza de corte de diseño en la sección |
| V_a | Esfuerzo de corte actuante |
| V_m | Esfuerzo permisible de corte en la mampostería |
| VS | Capacidad soporte del suelo |
| Vu | Corte último |
| W | Peso |
| W_c | Peso del concreto de cimiento por unidad de longitud |
| W_s | Peso del suelo que está encima del cimiento por unidad de longitud |
| X | Centroide de la distribución de presiones |
| γ_s | Peso unitario del suelo |
| β | Ángulo que forma el talud de relleno y la horizontal |
| Φ | Ángulo de fricción interna |
| μ | Coefficiente de fricción entre el suelo y el cimiento |
| γ_m | Peso unitario de la mampostería |
| ØVc | Corte que resiste el concreto en el cimiento |
| Σ | Sumatoria |
| @ | A razón (espaciamiento) |

GLOSARIO

| | |
|------------------------|--|
| Azimut | Es el ángulo horizontal referido a un norte magnético, cuyo rango va desde 0° a 360°. |
| Bases de diseño | Son las bases técnicas adaptadas para el diseño del proyecto. |
| Carretera | Es toda vía pública abierta a la circulación de vehículos, peatones y demás usuarios, cuyo tránsito es permanente. |
| Caudal | Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un determinado punto de observación, en un instante dado. Sus expresiones más usuales son litros por segundo, metros cúbicos por segundo, metros cúbicos por minuto, galones por minuto. |

| | |
|------------------------|--|
| Cota de terreno | Es la altura de un punto del terreno, referido a un nivel determinado. |
| Cunetas | Son zanjas laterales paralelas al eje de la carretera, y su función es evacuar las aguas que caen sobre la superficie de la carretera, taludes y áreas adyacentes. |
| Línea central | Es el punto de referencia donde van a partir todos los anchos o componentes de una carretera. |
| Rasante | Es la línea que se obtiene al proyectar sobre un plano vertical. |
| Sección típica | Es la representación gráfica transversal y acotada que muestran las partes que componen una carretera. |
| Sub- Rasante | Es la capa del terreno de una carretera que soporta la carpeta de rodadura y se extiende una profundidad en que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto y que una vez compactada y terminada tiene las especificaciones de diseño. |
| Talud | Son planos inclinados de terracería que pertenecen a la sección típica que delimitan los volúmenes de corte y relleno; están comprendidos entre la cuneta y el terreno original. |

RESUMEN

El presente trabajo de graduación se divide en dos partes importantes: la primera parte es una fase de investigación sobre las características generales del lugar; la segunda fase se refiere al servicio técnico profesional.

En el desarrollo del capítulo uno, se habla básicamente de la monografía del lugar, y de las investigaciones diagnósticas sobre necesidades de servicio.

En el capítulo dos se refiere a una investigación de diagnóstico sobre las necesidades de servicio en Morazán, para el cual se determinó de suma importancia la ampliación de la carretera del Cacao Viejo a la aldea el Vijagual así como un muro de contención en la aldea el Zapote. Del capítulo tres al siete trata acerca del diseño de la carretera, el capítulo ocho trata acerca de la elaboración de los planos, el capítulo diez nos habla acerca del impacto ambiental de la carretera. El último capítulo trata acerca del diseño del muro de contención en donde encontraran toda una memoria de cálculo del muro, así como figuras e ilustraciones que ayudaran a entender mejor el proyecto.

OBJETIVOS

General:

- Contribuir al desarrollo de la comunidad por medio del diseño de proyectos de infraestructura como carreteras y muros de contención; así como colaborar en dar solución a los problemas que aquejan a la comunidad por medio de propuestas, sugerencias y críticas constructivas.

Específicos:

1. Comunicar a las personas de la Aldea El Bijagual con el resto de Morazán y Guatemala.
2. Proporcionar una mejor calidad de vida a las personas que habitan esta aldea y aldeas vecinas.
3. Apoyar el comercio de la región por medio de rutas de transporte de los artículos etc.
4. Promover la infraestructura del lugar a través de medios de comunicación para trasportar los materiales.
5. Mejorar las carreteras con proyectos para protegerlas como son los muros de contención.
6. Desarrollar el diseño de muros de contención de mampostería reforzada, para disminuir los riesgos de derrumbe y deslizamientos que podrían afectar la carretera de la entrada a la aldea El Zapote, municipio de Morazán, departamento de El Progreso.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en coordinación con la Unidad Técnica de la municipalidad de Morazán, departamento de El Progreso.

Este trabajo tiene como objetivo principal desarrollar la planificación de los proyectos, del municipio de Morazán, departamento de El Progreso; para efecto se desarrollo una investigación de las necesidades del municipio, así como el diseño de una carretera de 3.5km, que beneficiará directamente a 20 familias y tendrá un costo de Q464, 792.32. Convirtiéndose en un proyecto de alta prioridad para estas aldeas del municipio de Morazán, así como el diseño de un muro de contención que tendrá un beneficio directo a 10 familias y aldeas vecinas que utilizan esta carretera.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del lugar

1.1.1 Aspectos históricos

El municipio de Morazán se conocía en tiempos coloniales con el nombre de Toco y Tzima, vocablo quiché que significa Avispa Negra; se le daba esa denominación por estar localizado en el Valle de Toco y, en donde abundan los panales con miel; como testigo fiel de su existencia, se encuentran los restos de la Iglesia colonial localizada en la aldea de San Clemente, a 7 kilómetros de la cabecera municipal.

Por Decreto 683 de abril de 1908, pasó a pertenecer a Baja Verapaz. Al crearse el departamento de El Progreso por Decreto 756 del 9 de junio de 1920, se quedó como parte de Baja Verapaz. Fue el 3 de abril de 1934, por Acuerdo Gubernativo No. 1965, cuando se creó definitivamente el departamento de El Progreso, que pasa a formar parte de éste.

1.1.2 Origen del nombre

Por Acuerdo Gubernativo de fecha 15 de septiembre del año 1887, pasó a llamarse Morazán, en honor al General Francisco Morazán, de origen hondureño.

1.2 Aspectos físicos

1.2.1 Extensión territorial

El municipio de Morazán pertenece al departamento de El Progreso y posee una extensión territorial de 329 Kilómetros cuadrados.

1.2.2 Ubicación geográfica

El municipio de Morazán está ubicado al nor-orienté de la república. Su terreno es quebrado en la parte alta y semiplano en la parte baja; su cabecera municipal como punto de referencia se localiza con una latitud Norte de 14°55'56" y una longitud oeste de 90°08'36"; el punto de referencia es frente a la iglesia católica de la cabecera municipal, frente al parque central. Se encuentra a una altitud de 349.5 metros sobre el nivel del mar.

1.2.3 Distancia relativa

La distancia de la cabecera municipal hacia la ciudad Guatemala (capital) es de 102 Kilómetros, y hacia la ciudad de Guastatoya, cabecera departamental, es de 31 kilómetros aproximadamente.

1.2.4 Suelo

Debido a que el municipio está enclaustrado en la sierra de las minas, y por poseer una topografía un tanto quebrada, su suelo en la mayor parte es apto para la actividad forestal, más sin embargo posee suelos considerados de buenos nutrientes, situándose estos en su mayoría en proximidades los ríos y riachuelos del municipio donde se desarrollan

actividades productivas con buen grado de rentabilidad para los agricultores.

Desde el punto de vista genético sus suelos se clasifican en:

- Suelos desarrollados sobre material volcánico.
- Suelos desarrollados sobre material sedimentario y Metamórfico
- Clases Misceláneas de Terreno.

1.2.5 Colindancias

- Al norte, San Jerónimo, Baja Verapaz
- Al este, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso
- Al sur, con Sanarate y Guastatoya, El Progreso
- Al oeste con Salamá, Baja Verapaz

1.2.6 Población

El Instituto Nacional de Estadística ha proyectado, de manera oficial, que el municipio de Morazán posee una población hasta el 31 de diciembre del 2002 de 11,201 habitantes, de los cuales el 49.39% son de sexo femenino y el 50.61%, de sexo masculino.

1.2.7 Clima

Morazán cuenta con un clima cálido, en el casco urbano; sin embargo, hay comunidades que pasan los 5,000 pies sobre el nivel del mar; su temperatura es relativamente fría y húmeda, entre los que se encuentran las comunidades de Las Crucitas, La Laguna, Sunzapote, Los Tablones, El Pacayal, Piedras Grandes, Sacabastos, El Bijagual y San Juan.

La temperatura promedio, para el municipio de Morazán, es de 28 grados centígrados. Con una mínima de 20 grados y una máxima de 40 grados, son temperaturas alcanzadas en los meses de enero y junio.

1.2.8 Actividades económicas

Según estimaciones del INE, la totalidad de la población económicamente activa es de 2,335; de éstos, el 63.68 % se dedican a actividades agrícolas, 16.31 % a actividades de comercio y servicios y el 20% a actividades industriales; Así también por sexo se posee el dato donde el 90.62 % son hombres y únicamente el 9.38 % son mujeres, (fuente INE Censo de 1994).

1.3 Servicios

1.3.1 Vías de acceso

Existe carretera asfaltada que conduce de la ciudad capital hacia la cabecera municipal, por la ruta hacia al Atlántico.

Asimismo la zona cuenta con caminos de terracería que de la cabecera municipal conducen hacia las distintas aldeas, los cuales son transitables, tanto en época de verano como de invierno.

1.3.2 Agua potable

Este servicio tiene una cobertura del 92.72 % en la cabecera municipal, aunque posee grandes dificultades, ya que en época de verano tiende a escasear. Por eso, se han visto en la necesidad de racionar la designación del vital líquido.

La mayoría de comunidades de Morazán poseen servicio de agua potable entubada, con servicios proporcionados por medio de extracción de pozo mecánico o bien por gravedad.

En el área rural, el servicio de agua potable entubada está cubierto con un total de 1563 usuarios, lo que representa el 76.20 % del total de viviendas con sistema de agua domiciliar.

Cabe mencionar que dicho servicio en su mayoría es deficiente, a causa de que ya se ha agotado el tiempo de vida útil de los proyectos, por el crecimiento poblacional.

1.3.3 Drenajes

Se tiene conocimiento de que este servicio es prestado por la municipalidad, con una cobertura de 506 usuarios a nivel del casco urbano, en tanto que a nivel rural (aldeas) no se presta. Esto indica una cobertura del 22.87 % a nivel municipal (sólo aguas grises).

No se cuenta con una planta de tratamiento para destinar las aguas servidas del municipio.

1.3.4 Centros educativos

El sistema educativo formal en el municipio está dividido de la siguiente manera:

- Nivel Pre-primario 10 escuelas
- Nivel Primario 39 escuelas
- Ciclo Básico 3 establecimientos
- Ciclo Diversificado 1 establecimiento

En el municipio, existe un instituto por cooperativa, que cubre el ciclo diversificado de educación.

1.3.5 Centros de salud

Se cuenta con un centro de salud tipo "B", el cual brinda atención de lunes a viernes de 8:00 a 17:00 horas con personal médico, enfermeras y personal paramédico.

El municipio cuenta con tres puestos de salud, ubicados en las comunidades de: El Coyote, Marajuma y Los Tablones; el horario de atención es de lunes a viernes de 8:00 AM a 5:00 PM. Aquí se presta servicio de consulta externa por enfermeras y servicios de emergencia primaria.

Respecto a las clínicas médicas, el municipio cuenta con dos clínicas privadas.

1.4 Infraestructura

1.4.1 Básica y productiva

Dentro de este aspecto el municipio cuenta con carretera asfaltada desde la ciudad capital hacia la cabecera municipal con una distancia de 102 kilómetros exactos con un tiempo de recorrido de dos horas con 15 minutos aproximadamente, asimismo con caminos de terracería y vecinales, así mismo con servicios como lo es energía eléctrica, agua potable o entubada, drenajes, puentes vehiculares, peatonales y de hamaca, cuenta con salones multiusos. Cuenta con un pequeño sistema de canal de riego y demás como apoyo al sector productivo.

1.4.2 Sistema vial

Esta compuesto de carretera asfaltada, que de la ciudad capital conduce hacia la cabecera municipal, mediante la ruta hacia al Atlántico. Asimismo con caminos de terraceria que de la cabecera municipal conducen hacia las distintas aldeas, los cuales son transitables tanto en época de verano como de invierno.

Tabla I. Infraestructura vial según categoría

| CATEGORÍA | LONGITUD (Km) | COMUNIDADES QUE COMUNICA |
|-------------------------|-------------------|--|
| CARRETERA ASFALTADA | 36.7 Km | Cabecera municipal con la ciudad capital vía ruta las Verapaces. |
| CARRETERA DE TERRACERIA | 59.5 Km. | Hacia las distintas aldeas de los municipios. |
| CAMINO VECINAL | 92.18 Km. | Distintos caseríos del municipio. |
| OTROS | 78.04 Km. | Distintos parajes, fincas, labores etc. Del municipio. |

Fuente: Oficina de Planificación Municipal.

2. INVESTIGACIONES DIAGNÓSTICAS SOBRE NECESIDADES DE SERVICIO

2.1 Descripción de las necesidades

A través de una encuesta realizada por el epeista a los representantes de las diferentes comunidades, y al efectuar un diagnóstico personal de la situación, en la que se encuentran muchas comunidades, se observó que las necesidades giraban en torno a problemas del sistema de comunicación vial, aperturas de brechas, drenajes, construcción de centros de salud, construcción de centros recreativos, construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, entre las más importantes.

2.2 Justificación del proyecto

La inquietud para desarrollar el siguiente proyecto, resulta de una serie de gestiones, que la comunidad ha realizado por más de veinte años, el cual fue posible gracias al apoyo de la corporación municipal del programa de EPS de la universidad de San Carlos de Guatemala.

Actualmente, los habitantes de la Aldea El Bijagual no cuentan con un acceso vehicular para su aldea, provocando una caminata de 4 Km. por una brecha angosta para llegar a la aldea más cercana, El Cacao Viejo, es hasta donde actualmente existe carretera en buen estado, que los conduce hasta la cabecera municipal y el resto de Guatemala.

Es de importancia mencionar que el camino existente en la actualidad, es utilizado como el único medio de comunicación para la aldea El Bijagual y familias que viven a lo largo del camino, que no es transitable para cualquier vehículo solamente vehículos de doble tracción y en buen estado, por que la brecha no posee los elementos fundamentales como: una correcta selección de ruta, ancho de calzada, pendientes mínimas y máximas, tampoco cuenta con diseño de curvas horizontales y verticales, por lo que se puede determinar que los habitantes de dicha aldea se encuentran aislados, lo que dificulta grandemente el acceso a la comunidad, comercio, educación y salud. Con este proyecto se pretende ayudar a las personas que viven en la Aldea El Bijagual y comunicarlas con el resto de Morazán y Guatemala, pues es una razón para justificar como de importancia este proyecto.

2.3 Evaluación de la situación actual

Actualmente, la brecha no llena los requisitos fundamentales para ser transitable, ya que en época lluviosa se convierte en un gran problema para la comunidad, quedándose incomunicados con el resto de Morazán. Hay que tomar en cuenta que los mismos habitantes de la aldea y personas que utilizan el camino han intentado darle algún tipo de mantenimiento para que sea un poco transitable en época lluviosa, pero tal es su frustración, ya que año con año intentan repararla sin tener un avance significativo por la magnitud del proyecto.

Otro factor a tomar en cuenta en la actualidad es el estancamiento económico que las personas reflejan en la aldea, ya que su medio de vida es la agricultura y el no tener un medio de comunicación en buen estado dificulta la comercialización de sus productos, lo que implica que la comunidad utilice bestias para transportarlos, ya que no pueden contar con un vehículo que soporte las condiciones actuales de la brecha.

No solamente el sector de la economía es perjudicado por no contar con una carretera en buenas condiciones sino que también el sector salud, educación etc. Por lo que con este proyecto no sólo se pretende beneficiar a la comunidad con medio de comunicación en buen estado, sino hasta elevar la calidad de vida de los habitantes.

El diseño del muro de contención de mampostería reforzada, en la aldea El Zapote, del municipio de Morazán, departamento de El Progreso, es un proyecto que surgió a causa del deterioro de un talud ubicado en la entrada a la aldea, que lleva hacia el centro de salud que se prevé que si no se toman medidas al respecto, en la época lluviosa corre riesgo a destruirse ambas carreteras los que ocasionaría incomunicación para las persona que viven en la aldea y los que usan la carretera de aldeas más adelante, se llegó a la conclusión de que el muro de mampostería reforzada significaba un ahorro bastante grande, comparando con otras opciones.

2.4 Priorización de las necesidades

Tomando en cuenta el momento en el que se estuvo realizando el E.P.S, en el municipio de Morazán, El Progreso, se llegó a la conclusión que lo más urgente de planificar en dicho momento era (en el enfoque de un proyecto de trabajo de graduación) el diseño de la ampliación de la carretera dela aldea El Cacao Viejo a la aldea El Bijagual, municipio de Morazán, departamento de El Progreso, así como el diseño del muro de contención de mampostería reforzada en el camino que lleva hacia el centro de salud de la aldea El Zunzapote.

3. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

3.1 Diseño de ampliación de carretera de la aldea El Cacao Viejo a la aldea El Bijagual.

3.1.1 Descripción del proyecto

El presente proyecto se encuentra localizado en el municipio de Morazán departamento del Progreso. El tramo carretero que conduce de la Aldea El Cacao Viejo a la aldea El Bijagual se encuentra al Nor-oeste de la cabecera municipal y a una distancia aproximadamente de 14 Km. de la carretera que conduce a las aldeas Santa Ana, San Clemente, Los Achiotes, Cacao viejo que es hasta donde hace poco existe carretera. Actualmente la aldea El Bijagual no cuenta con camino rural que pueda comunicarla con el resto de Morazán y Guatemala siendo este el principal problema que perjudica el desarrollo social y económico de esta comunidad.

El siguiente proyecto consiste en el diseño completo del tramo carretero que conduce de la aldea El Cacao Viejo a la aldea El Bijagual, con una longitud total de 4,200 metros, que actualmente se encuentra en condiciones desfavorables para transitar, debido que la brecha actual no cuenta con ningún tipo de diseño y mucho menos cuenta con drenajes lo que en época lluviosa se torna intransitable, por lo que este estudio contribuirá al desarrollo de las 200 personas aproximadamente que se beneficiaran de este proyecto.

El diseño se basa en la carretera tipo G de la Dirección General de Caminos, la cual se clasifica de la siguiente manera.

Carretera tipo G

- Promedio de tráfico diario de 10 a 100 vehículos diarios.
- Tipo de regiones
 1. Llanas
 2. Onduladas
 3. Montañas

En este caso no nos encontramos en una región montañosa, según la clasificación tipo G de la dirección general de caminos que nos indica una velocidad de diseño de 20 km/hora, con tráfico diario de vehículos que va de 10 a 100 vehículos y un ancho de calzada de 5.50 mts, con una carpeta de rodadura de 4 mts, con una capa de balastro de 0.20 mts.

Tabla II. Parámetros de diseño

| | |
|---------------------------|-----------------|
| Tipo de terreno | Montañosos |
| Transito promedio (t.p.d) | de 0 a 100 |
| Velocidad de diseño | 20 – 30 km/hora |
| Ancho de calzada | 5.50mts |

Ancho de terracería.

- Corte 9.5 metros.
- Relleno 8.5 metros.

Derecho de vía 15 metros.
Radio Mínimo 12 metros.

Distancia de visibilidad de parada.

Mínima 20 metros.
Recomendada 25 metros.

Distancia de visibilidad de paso.

Mínima 50 metros.
Recomendada 100 metros.

Pendiente de circulación Máxima

18% (sí son tramos de 150mts a 200mts como máximo).

Pendiente de drenaje 0.50%. (Mínimo)

3.1.2 Preliminar de campo

Consistió en la obtención de la información de campo, necesaria para el diseño del proyecto, esta información comprende de los derechos de paso o vía, de los recursos que se cuentan para la realización de dicho proyecto tanto humanos como equipo y económicos, así como los criterios de diseño que se obtiene según el diagnóstico y la D.G.C que especifica en que tipo de carreteras encontramos.

3.1.3 Selección de ruta

El uso de los mapas topográficos en la selección de ruta es uno de los métodos más importantes, debido al ahorro de tiempo, dinero y esfuerzos.

Estos son publicados por el instituto geográfico nacional (I.G.N.) , que en nuestro caso nos interesa la escala de 1:50,000 que representan el terreno en tres dimensiones estando definida la tercera dimensión por medio de las curvas de nivel.

Figura 1. Ejemplo mapa escala 1:50,000



Los mapas topográficos se pueden leer directamente además de las cotas o elevaciones, las coordenadas de la cuadrícula universal de mercator.

La numeración de los mapas esta basada en la serie de cuadrángulos de Centroamérica. Cada hoja contiene cuatro números arábigos y uno romano, los dos primeros corresponden al orden horizontal y los segundos al orden vertical y el romano a la composición que tiene cada cuadrángulo, Guatemala empieza su orden horizontal con 17 y finaliza con 26 en la dirección oeste – este, mientras la dirección sur-norte empieza con 57 y finaliza con 71.

3.1.4 Interpretación de mapas topográficos

En el caso del diseñador de rutas de carreteras este tiene que conocer todos los accidentes naturales tales como el drenaje, vegetación, suelo, relieve, infraestructura, en general los usos e la tierra.

El I.G.N. en todos los mapas topográficos que publica, tiene en un cuadro la nomenclatura para cada caso. Los colores en las mismas también representan diferentes características ya sea de vegetación o suelo.

La interpretación de los mapas y la imagen que representan depende de cada trabajo a realizarse, así la vegetación y el suelo, pendientes, erosión, vías de comunicación existentes, etc. Mientras que la hidrografía interesa la definición de cuencas, su forma, la precipitación en la región , la densidad de vegetación, lagos, ríos, suelo, etc.

Básicamente en el ramo de las carreteras la interpretación de los mapas topográficos se daría en dos situaciones: la naturaleza de la obra física del hombre así:

Fisonomía natural del terreno: esta se basará en las curvas de nivel, las cuales dependiendo de la densidad con las que se encuentran en el plano de esa forma del relieve analizando: En regiones planas las curvas aparecen con bastante separación, en regiones onduladas las curvas se encuentran más unidas, pero aun con cierta separación, mientras que en las montañosas el nivel llega a confundirse con otras.

Con las curvas se encuentran la pendiente del terreno y las cotas de estas serán las que demuestren si son hondonadas o lomas, barrancos o montañas, laderas, portezuelos divisorios, fondos, etc. Conocer la pendiente del terreno es de vital importancia para el diseñador de rutas de carreteras ya que así podrá escoger la región adecuada.

El proceso de seleccionar una ruta por medio de dos puntos para su unión se omitió, debido a la existencia de una ruta, en la que actualmente transitan los pobladores, solamente se recolectó la información necesaria del actual camino tomando en cuenta la topografía, las pendientes y la ubicación de la población, cuidando realizar el menor movimiento de tierras posibles.

3.2 Levantamiento topográfico preliminar.

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

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

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

Para cada levantamiento de preliminar se debe tomar en el campo transito de preliminar, niveles de preliminar, secciones transversales de preliminar, radiaciones y referencias.

3.2.1 Planimetría

Este levantamiento consiste en una poligonal abierta formada por ángulos y distancias horizontales que define la ruta preliminar, trazo de la preliminar, se realizó por medio del método conservación de azimut y vuelta de campana, utilizando para su efecto un teodolito Wild T1. Con estacionamientos a cada 20mt a 30mt aproximadamente y en los puntos donde se considero necesario.

Para la determinación del rumbo de partida fue necesario ubicar el norte magnético con la ayuda de una brújula, el kilometraje de salida fue de 0+000 debido al no existir referencia alguna y esta ubicado al inicio del tramo sobre un trompo enterrado con un clavo en el centro enfrente de una vivienda radiando a la esquina de la casa y el cerco para tener referencia en el replanteo del punto de salida.

3.2.2 Altimetría

Consiste en pasar una nivelación en todos los puntos fijados por el levantamiento planimétrico, fijando bancos de marca a cada 500mts, los que deben de ser ubicados en puntos permanentes, en donde deberá colocarse la estación. Como cota de salida se fijara una arbitraria, entera, la cual se recomienda de 1000 para no tener cotas negativas.

En este proyecto se realizó la nivelación usando un teodolito marca WILD T1, mediante el método taquimétrico.

3.2.3 Secciones transversales

Por medio de las secciones transversales se podrá determinar las elevaciones transversales de la faja del terreno, que se recomienda que sea a cada 20mts a 40mts es decir a cada 10mts o 20mts respectivamente dependiendo del terreno o a criterio del topógrafo, sobre la línea central definida en el levantamiento planimétrico, en este proyecto se realizo toda la nivelación por medio del método taquimétrico junto con la planimetría esto se debe por causas de tiempo y la limitación de recursos económicos para el levantamiento, pero lo ideal es realizarlo con nivel de precisión.

Además, se debe tomar información como la localización probable de drenaje, tipo de material existente y sus características, de puntos obligados, descripción de terrenos atravesados investigación de los propietarios, si son privados o del estado, y características como cultivos y construcciones a lo largo del eje central.

3.2.4 Cálculo de curvas de nivel

A partir de los datos obtenidos en el cálculo de las secciones transversales se procede a ubicar, en el dibujo en planta cada punto de las secciones a partir del punto que le corresponde el caminamiento en la línea central, se anotará a la para de este punto la cota respectiva, posteriormente se proceda a hacer una relación de triángulos semejantes entre cada punto ubicado, ya que la distancia entre puntos es conocida y la diferencia de nivel también lo es, se podrá conocer la distancia a la que se pueden ubicar las cotas exactas que pudiesen existir entre los puntos en cuestión.

Se puede concluir que al tener calculada la distancia a la que se ubica un punto que posee una cota exacta se ha calculado la ubicación en planta de donde posteriormente se dibujará una curva de nivel con una cota establecida. Es recomendable dibujar las curvas de nivel a cada 5 metros.

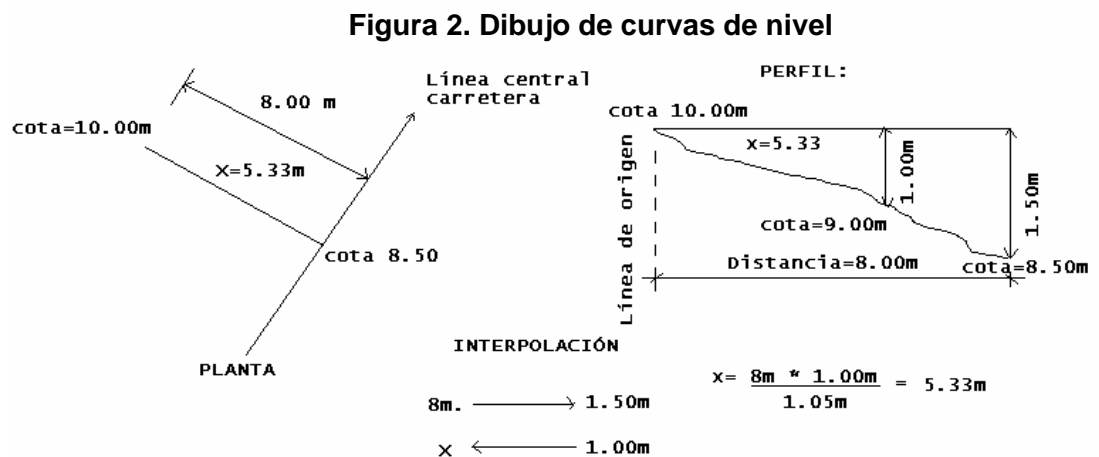
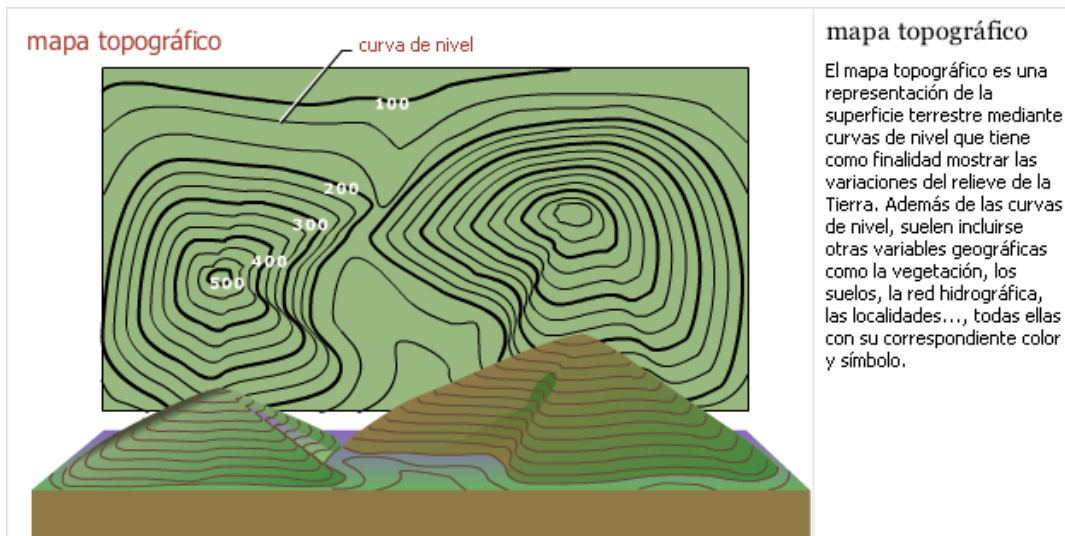


Figura 3. Curvas de nivel



3.3 Cálculo topográfico preliminar

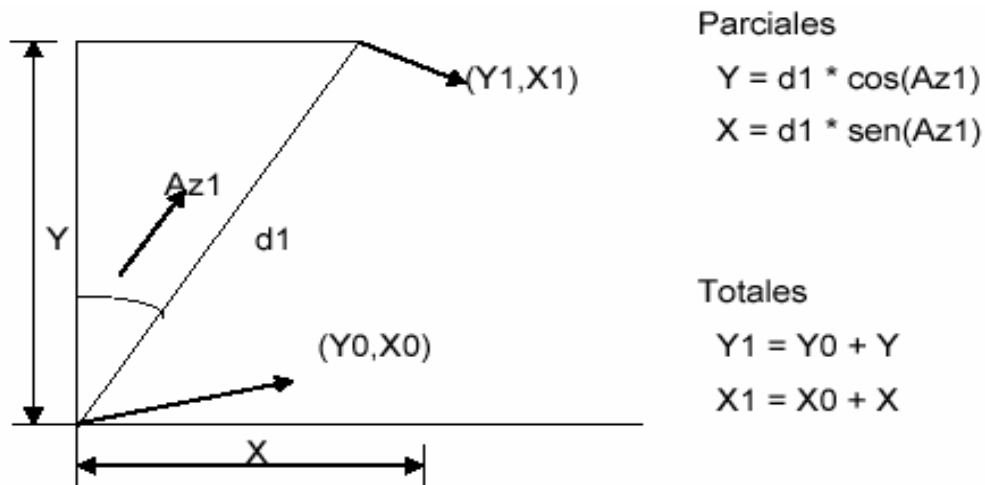
Consiste en procesar en gabinete los datos obtenidos en el levantamiento topográfico preliminar, estos trabajos se desglosan de la siguiente manera.

3.3.1 Cálculo planimétrico

Con la información recopilada en campo se realiza el cálculo de tránsito, luego se calculan las coordenadas parciales y totales de cada vértice que componen la poligonal abierta, con la finalidad de contar con información suficiente para localizar con facilidad la localización de la ruta, los corrimientos de la línea y otro que se explicará más adelante.

Para el cálculo de coordenadas es recomendable tomar como valor inicial de 10,000 para (X) e (Y) respectivamente, esto para evitar tener coordenadas con signos negativos que dificultan el cálculo.

Figura 4. Cálculo de coordenadas



Fuente: Augusto Pérez, Metodología de actividades para el diseño de carreteras. Pág. 12

3.3.2 Cálculo altimétrico

Este cálculo se desarrolla en la libreta de campo, consiste en calcular las elevaciones de las estaciones de la línea central. El cálculo de las cotas del terreno posteriormente ploteado, muestra la topografía real de la línea preliminar del diseño, este perfil del terreno determina el tipo de carretera diseñar.

Los puntos de partida y llegada son Bancos de Marca, para controlar y poder comprobar la nivelación, si no tiene cotas establecidas, puede suponerse una cualquiera para el banco, de tal magnitud que no resulte cotas negativas.

A continuación se presenta parte de la libreta topográfica.

Tabla III. Libreta topográfica de nivelación taquimétrica

| EST | PO | HI | HILOS | | | AZIMUT | | | VERTICAL | | | DH | COTA |
|-----|------|--------|-------|-------|-------|--------|-----|-----|----------|-----|-----|-------|---------|
| | | | SUP | INF | MEDIO | GRAD | MIN | SEC | GRAD | MIN | SEC | | |
| 1 | 1.05 | 1.4800 | 1.042 | 1.000 | 1.021 | 51 | 28 | 40 | 96 | 7 | 30 | 4.15 | 1000.01 |
| 1 | 2 | 1.4800 | 1.320 | 1.000 | 1.160 | 13 | 32 | 20 | 93 | 46 | 20 | 31.86 | 998.22 |
| 2 | 2.01 | 1.5100 | 1.1 | 1.000 | 1.030 | 22 | 20 | 0 | 93 | 39 | 0 | 5.98 | 998.32 |
| 2 | 2.02 | 1.5100 | 1.090 | 1.000 | 1.045 | 35 | 34 | 20 | 94 | 21 | 30 | 8.95 | 998.00 |
| 2 | 2.03 | 1.5100 | 1.080 | 1.000 | 1.040 | 51 | 18 | 0 | 94 | 33 | 0 | 7.95 | 998.06 |
| 2 | 2.04 | 1.5100 | 1.083 | 1.000 | 1.042 | 71 | 12 | 0 | 94 | 11 | 0 | 8.26 | 998.08 |
| 2 | 2.05 | 1.5100 | 1.075 | 1.000 | 1.038 | 85 | 5 | 40 | 98 | 16 | 0 | 7.34 | 997.62 |
| 2 | 2.06 | 1.5100 | 0.335 | 0.000 | 0.168 | 56 | 8 | 30 | 85 | 53 | 10 | 33.33 | 1001.96 |
| 2 | 2.07 | 1.5100 | 0.335 | 0.000 | 0.168 | 58 | 38 | 5 | 86 | 13 | 0 | 33.35 | 1001.77 |
| 2 | 2.08 | 1.5100 | 0.600 | 0.266 | 0.433 | 61 | 12 | 15 | 85 | 42 | 0 | 33.21 | 1001.79 |
| 2 | 2.09 | 1.5100 | 0.800 | 0.245 | 0.523 | 56 | 40 | 0 | 84 | 33 | 30 | 55.00 | 1004.45 |
| 2 | 2.10 | 1.5100 | 0.800 | 0.245 | 0.523 | 58 | 20 | 0 | 84 | 36 | 0 | 55.01 | 1004.41 |
| 2 | 2.11 | 1.5100 | 1.550 | 1.000 | 1.275 | 60 | 6 | 30 | 86 | 37 | 20 | 54.81 | 1001.69 |
| 2 | 3 | 1.5100 | 0.731 | 0.000 | 0.366 | 57 | 36 | 30 | 83 | 54 | 30 | 72.28 | 1007.08 |

3.3.3 Cálculo de secciones transversales

El método de cálculo de las secciones transversales no es más que calcular sus cotas en los puntos medidos, esto referenciado de la cota del eje central. Se realiza restando la lectura del estadal de la altura del instrumento del eje central, esto se realiza como si fueran radiaciones.

4. DIBUJO DE PRELIMINAR

Es llevar los datos topográficos calculados de preliminar a un dibujo, el cual se desarrolla por medio de planta y perfil, de los datos obtenidos y calculados anteriormente, para poder visualizarlas curvas de nivel de la línea preliminar, para luego desarrollar el diseño de la línea final o línea de localización.

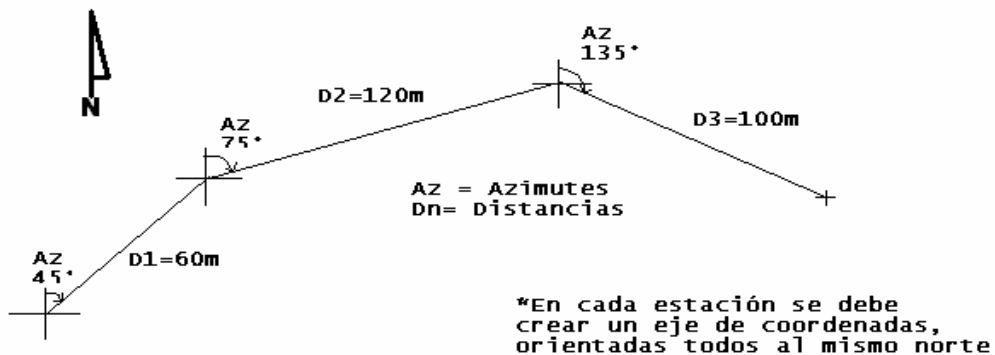
4.1 Planimétrico

El dibujo planimétrico del levantamiento preliminar en el diseño de carreteras es necesario, porque aunque no constituyen los planos finales, sirven de guía al ingeniero diseñador para visualizar, en una forma global, la ruta seleccionada y determinar los corrimientos a calcular si los hubiera.

Para elaborar el dibujo de la línea preliminar se necesita fijar el papel a utilizar a la mesa de dibujo, fijando como eje (x) el que la regla tee define y como eje (y) el que define una escuadra de 90 grados sujeta a la regla tee, debiendo recordarse que los azimut se miden a partir del eje (y) positivo.

Posteriormente se mide la distancia indicada en la libreta de planimetría. El procedimiento se repite tomando como nuevo origen el final de la recta trazada.

Figura 5 Dibujo planimétrico



La línea preliminar es la base sobre la cual se trazan las curvas que se diseñan conforme el procedimiento descrito en el siguiente capítulo.

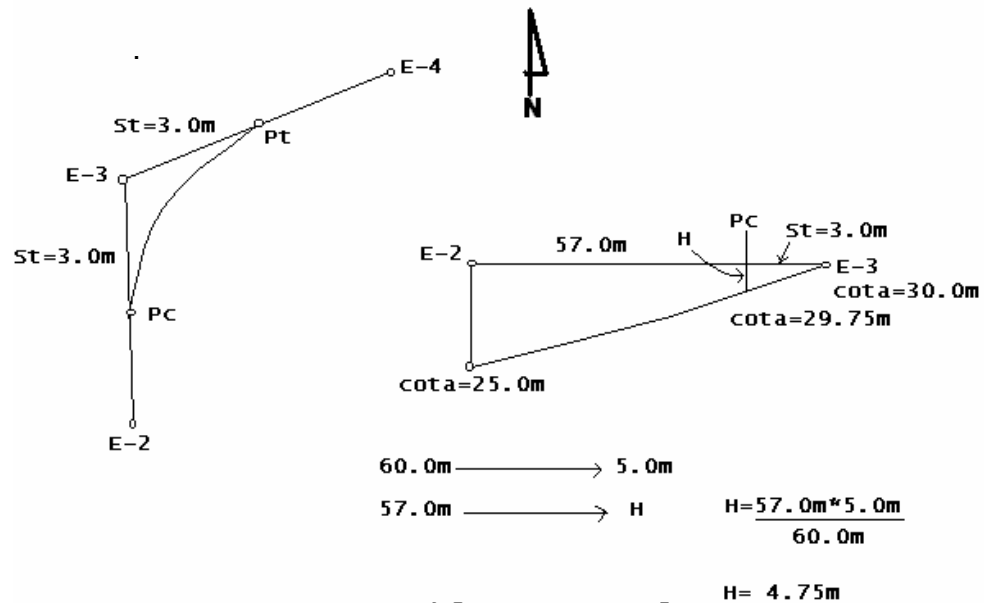
4.2 Altimétrico

El perfil de la línea de preliminar es de suma importancia que se dibuje, ya que esto permite facilidad en el cálculo del perfil de localización, por lo que se debe de dibujar a escalas que permitan su lectura con mayor rapidez y precisión, para el caso se recomienda utilizar la escala 1:1000 en el sentido horizontal y 1:100 en el sentido vertical.

El dibujo consiste en el ploteo de la distancia horizontal medida contra la cota que corresponda a cada caminamiento. Todos los puntos ploteados deberán unirse con una línea trazada a mano alzada.

Posteriormente deberán colocarse en la parte superior los caminamientos que correspondan a cada principio de curva y principio de tangente y a la vez calcular, por regla de tres, la elevación que corresponde a los puntos ubicados en el promedio de los caminamientos de principio de curva y principio de tangente, ya que las cotas que queden dentro de los caminamientos descritos no son los reales, porque la curva de la carretera deja el caminamiento de preliminar en el mencionado tramo y debe calcularse el perfil de localización tomando como base las secciones transversales del tramo en cuestión y utilizar reglas de tres simples, para el cálculo de las cotas del perfil de localización del tramo comprendido dentro de las curvas.

Figura 6. Dibujo altimétrico



La cota del Pc=29.75m, el procedimiento se repite para las estaciones 3 y 4.

4.3 Curvas de nivel

Las curvas a nivel son de mucha importancia en el diseño geométrico de una carretera ya que éstas proporcionan la información altimétrica del comportamiento del terreno en una franja de 40 metros, como mínimo a lo largo de todo el levantamiento de la preliminar, pero la única manera de obtener la información es dibujar las curvas a nivel sobre la poligonal abierta en planta. De esta manera el ingeniero diseñador podrá tener conocimiento de un barranco, sobre una montaña o sobre roca e incluir todos los rubros en su presupuesto.

En carreteras se considera suficiente tener información de curvas a nivel a cada 5 metros como máximo, debiendo contener toda la información como la ubicación de casas, estructuras construidas en el trayecto, tales como puentes y drenajes y el tipo de suelo.

El ingeniero diseñador podrá entonces valuar si diseña sobre la línea preliminar o efectuar algún corrimiento de línea y elegir sobre las intersecciones que se deban calcular.

El dibujo de preliminar fue elaborado en los programas de computadora AutoCad R14 y Civil Survey, Softdesk 8, en los cuales fueron ingresados los datos preliminares de topografía, y así obtener un dibujo de planta y perfil a una escala horizontal de 1:1000 y vertical de 1:200.

5. DISEÑO DE LOCALIZACIÓN

Consiste en diseñar la línea final de localización, la cual será definitiva para el proyecto que se trate. Deberá contener todos los datos necesarios que se pueda marcar en el campo de la ruta seleccionada, tanto en planimetría como en altimetría. Es necesario recalcar que un buen diseño de localización principalmente disminuye el costo del proyecto y además se tiene un menor tiempo de construcción, una mayor comodidad para los usuarios de la carretera y disminuye el riesgo de accidentes.

El diseño de la carretera del trabajo de EPS se basa en los siguientes aspectos técnicos:

- Transitable en toda época del año.
- La pendiente máxima en un tramo no mayor de 200 metros debe ser como máximo 18%.
- El 80% de la carretera posee una pendiente igual o menor al 14%.
- El ancho de rodadura es de 5.0 metros, con 1.0 metro de cuneta en forma triangular, para permitir rebases.
- La velocidad promedio de diseño oscila entre 20 y 30 kilómetros por hora.
- El transporte promedio diario es menor a 100 vehículos.
- El radio mínimo en curvas horizontales es de 18 metros.
- Bombeo transversal 3%.
- Longitud mínima de curvas verticales en metros, igual a la velocidad de diseño.

- Drenajes transversales con cajas y cabezales de concreto ciclópeo y tubería de concreto sin refuerzo.
- Derecho de vía 8 metros mínimo y 10 metros máximo.

5.1 Corrimientos de línea

Los corrimientos de línea se hacen cuando por razones especiales el caminamiento de la preliminar no llene los requerimientos del proyecto. Tales como especificaciones pasos obligados, suelos rocosos, barrancos, etc. Los cambios de la línea hechos en campo son bastantes costosos ya que para esto es necesario trasladar la cuadrilla de topografía, por lo que para la mayoría de los casos se hacen en gabinete, sobre el dibujo planimétrico de la preliminar, que contiene, ya las curvas de nivel.

Existen tres tipos de corrimiento de línea, el primero que cambia totalmente el Azimut y distancia de dos de las rectas de la poligonal de la preliminar, el segundo que cambia únicamente en distancias dos rectas, conservándolos últimos ángulos. Al segundo caso también se le conoce como el cálculo de intersecciones y el tercer caso consiste en obviar una o más estaciones del levantamiento preliminar, para formar una sola recta entre dos puntos.

Primer caso: es un cálculo hecho por tanteos y para el mismo se deberá dibujar en papel milimetrado, mediante coordenadas, los puntos que contengan las rectas que se quieren modificar, a una escala fácil de leer.

Todo corrimiento de línea tiene como bases dos puntos fijos y un tercer punto que es el que se quiere modificar y para lo cual se deberán suponer las coordenadas del tercer punto en cada tanteo y chequear si las nuevas rectas calculadas pasan por donde se desea, si esto fuese así únicamente queda calcular el azimut y la distancia de cada recta.

$$d_1 = \sqrt{(X - X1)^2 + (Y - Y1)^2}$$

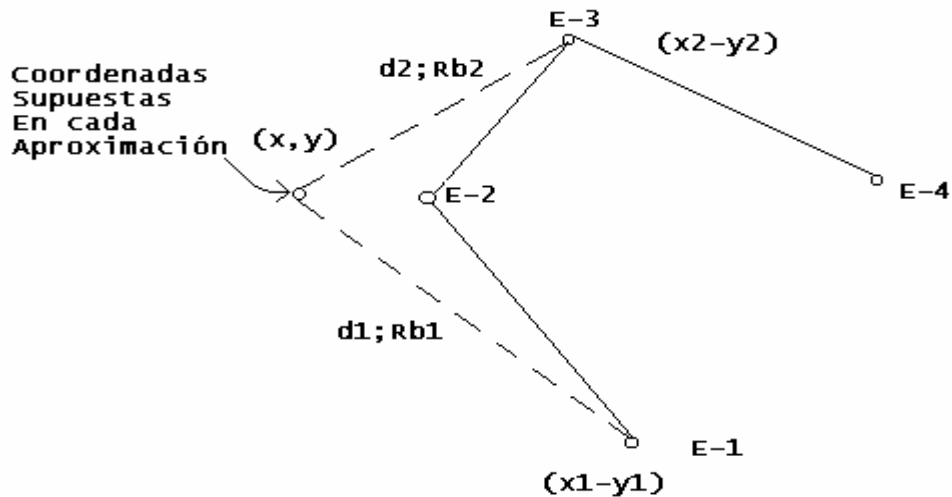
$$d_2 = \sqrt{(X - X1)^2 + (Y - Y1)^2}$$

$$Rb_1 = \text{Tan}^{-1} \frac{(x - x_1)}{y - y_1}$$

La dirección del Rumbo se obtiene de los signos del resultado de Δx y Δy

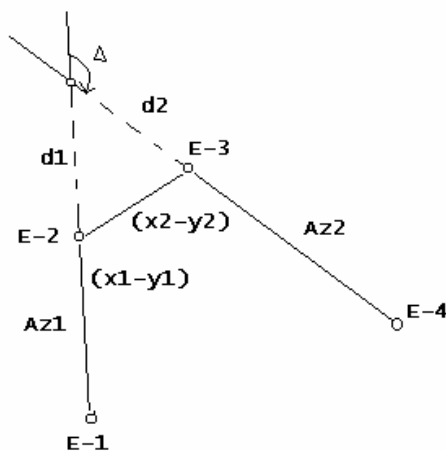
$$Rb_2 = \text{Tan}^{-1} \frac{(x_2 - x)}{Y_2 - y}$$

Figura 7. Corrimiento de línea caso 1



Segundo caso: es un cálculo hecho en los casos en que una de las rectas del levantamiento de la preliminar es muy corta y no da cabida a la curva o que se desee calcular una sola curva en lugar de dos curvas. Para el cálculo se necesita contar con las coordenadas de los puntos en cuestión, así como de los azimutes de las rectas involucradas, se conservan los azimutes de ambas rectas pero se calculan las distancias a las que estas dos rectas en cuestión se interceptan, formando con esto un solo punto de intersección en lugar de dos.

Figura 8. Corrimiento de línea caso 2



$$d_1 = \frac{\Delta x \cdot \cos Az_2 - \Delta y \cdot \text{Sen} Az_2}{\text{Sen} \Delta}$$

$$d_2 = \frac{\Delta x \cdot \text{Cos} Az_1 - \Delta y \cdot \text{Sen} Az_1}{\text{Sen} \Delta}$$

Donde:

$$\Delta x = (X_2 - X_1)$$

$$\Delta y = (y_2 - y_1)$$

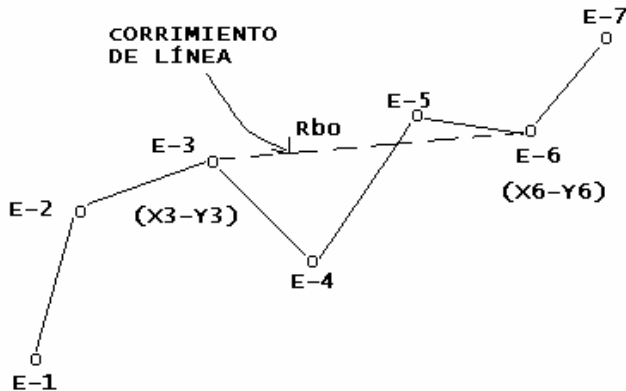
$$\Delta = \text{DEFLEXIÓN ANGULAR}$$

Tercer caso: este corrimiento de línea se calcula cuando el ingeniero diseñador se da cuenta que existe una parte del levantamiento de la preliminar, que puede evitarse o acortarse sin causar que el diseño de localización sufra cambios técnicamente inaceptables, por lo que únicamente se tendrá que calcular la distancia y el azimut de la recta que unirá a dos puntos del levantamiento de preliminar obviando por lo menos un punto del mencionado levantamiento.

Figura 9. Corrimiento de línea caso 3

$$Rbo = \text{Tan}^{-1} \frac{(x_6 - x_3)}{Y_6 - y_3}$$

$$d = \sqrt{(X - X1)^2 + (Y - Y1)^2}$$



* La dirección del rumbo se obtiene de los signos de $x_6 - x_3$; $y_6 - y_3$; ubicados respectivamente en un eje de coordenadas rectangulares.

5.2 Cálculo de elementos de curva y estacionamientos

Para el cálculo de elementos de curva, es necesario tener las distancias entre los puntos de intersección de localización, los deltas (Δ) y el grado de curvatura (G) que será colocado por el diseñador. Con el grado de curvatura (G) y los delta (Δ) se calculan los elementos de una curva.

En el proceso de diseño y cálculo se deben considerar varios aspectos técnicos, los cuales se enumeran a continuación.

- A. Todo diseño debe ir basado en el principio de seguridad y comodidad de la carretera.
- B. Una carretera diseñada a seguir las ondulaciones de las curvas de nivel es preferible a una con tangentes largas pero con repetidos cortes y rellenos, ya que disminuye los costos.
- C. Para una velocidad de diseño dada, debe de evitarse, dentro de lo razonable, el uso de radios mínimos en el cálculo de las curvas horizontales.

- D.** En carreteras del área rural es conveniente evaluar si se usa un radio menor al mínimo permitido por la velocidad de diseño a cambio de incrementar considerablemente el costo de la obra al utilizar radios mayores, ya que la curva debe ser diseñada de tal forma que los vehículos puedan circular sin necesidad de hacer maniobras de retroceso, para poder recorrer la curva.
- E.** Se debe procurar, en todo lo posible, aumentar la longitud de tangentes.
- F.** Se deben de evitar curvas donde se localicen puentes, ya que estos debe ubicarse preferiblemente en tangentes, pero, en situaciones especiales se ampliará la curva con un sobre ancho o diseñar un puente curvo.
- G.** No deberán diseñarse curvas ni radios mínimos previo al entrar a un puente.
- H.** En terrenos llanos es conveniente evitar el diseño de tangentes demasiado largas, ya que la atención del conductor se pierde y puede provocarse accidentes.
- I.** Debe revisarse en cada cálculo la longitud de la tangente, ya que esta no podrá ser jamás negativa, por que esto indicaría que dos curvas horizontales se están traslapando.

Después de considerar los anteriores incisos y la experiencia que el ingeniero diseñador posea, se procede al cálculo de las curvas horizontales. El diseño de planimétrico de carreteras es un proceso de tanteos hasta que se consigue el óptimo.

Para el ejemplo diseñaremos la curva 1

$$Az1 = 13^{\circ}32'20''$$

$$Az2 = 57^{\circ}36'30''$$

$$\Delta = \text{deflexión angular} = Az2 - Az1$$

$$D1 = 30.45 \text{ m.}$$

$$D2 = 115.5 \text{ m.}$$

*

En la estación E-1 se diseñara su curva correspondiente.

5.2.1 Grado de curvatura (g)

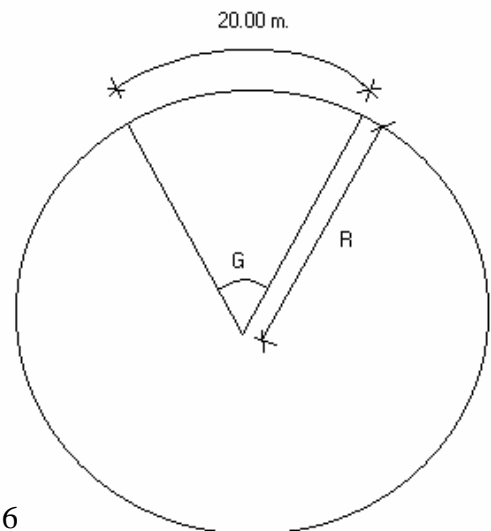
Se define como el ángulo central que sobre una circunferencia define un arco de 20 metros de longitud solo para Guatemala. En otra forma, se dice que (G) es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros.

Figura 11. Grado de curvatura

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

$$R = \frac{1145.9466}{G}$$

$$G = \frac{1145.9456}{R}$$



Grado de curvatura (G) es el ángulo central que subtiende un arco de circunferencia de 20mts, de esta definición se obtiene las fórmulas de los diferentes elementos de una curva horizontal.

Para calcular el Radio de curvatura (R) se reduce a una fórmula que esta en función del grado de curvatura (G) la cual es:

$$G = \frac{1145.9456}{R}$$

Con la anterior fórmula se obtienen los radios más usados para el diseño de carreteras.

Tabla IV. Grado de curvatura y radio

| G° | RADIO(m) | G° | RADIO(m) | G° | RADIO(m) | G° | RADIO(m) |
|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|
| 1° | 1145.92 | 17° | 67.41 | 33° | 34.72 | 49° | 23.39 |
| 2° | 572.96 | 18° | 63.66 | 34° | 33.70 | 50° | 22.92 |
| 3° | 381.97 | 19° | 60.31 | 35° | 32.74 | 51° | 22.47 |
| 4° | 286.48 | 20° | 57.30 | 36° | 31.83 | 52° | 22.04 |
| 5° | 229.18 | 21° | 54.57 | 37° | 30.97 | 53° | 21.62 |
| 6° | 190.99 | 22° | 52.09 | 38° | 30.16 | 54° | 21.22 |
| 7° | 163.70 | 23° | 49.82 | 39° | 29.38 | 55° | 20.83 |
| 8° | 143.24 | 24° | 47.75 | 40° | 28.65 | 56° | 20.46 |
| 9° | 127.32 | 25° | 45.84 | 41° | 27.95 | 57° | 20.10 |
| 10° | 114.59 | 26° | 44.07 | 42° | 27.28 | 58° | 19.76 |
| 11° | 104.17 | 27° | 42.44 | 43° | 26.65 | 59° | 19.42 |
| 12° | 95.49 | 28° | 40.93 | 44° | 26.04 | 60° | 19.10 |
| 13° | 88.15 | 29° | 39.51 | 45° | 25.46 | 61° | 18.79 |
| 14° | 81.85 | 30° | 38.20 | 46° | 24.91 | 62° | 18.48 |
| 15° | 76.39 | 31° | 36.97 | 47° | 24.38 | 63° | 18.19 |
| 16° | 71.62 | 32° | 35.81 | 48° | 23.87 | | |

Debido a que el grado de curvatura y el radio de una curva horizontal dependen

una de la otra, existen especificaciones para carreteras que enumeran una serie de radios para distintos grados de curvatura, considerando las velocidades de diseño, el tipo de carretera y los deltas. OJO

5.2.2 Longitud de curva (Lc)

Es la distancia medida desde el principio de curva (PC), al principio de tangente (PT), sobre la curva diseñada

$$Lc = \frac{20 * \Delta}{G}$$

Para el ejemplo:

$$\Delta = 57^{\circ}36'30'' - 13^{\circ}32'20'' = 44^{\circ}4'0''$$

$$Lc = \frac{20 * (\Delta)}{G} = 20 * \frac{(44^{\circ}4'0'')}{45^{\circ}} = 19.59m.$$

En la presente fórmula se utiliza el delta (Δ), el cual se define como el ángulo medido a partir de la orientación del azimut de la primera recta, hasta la orientación de la segunda recta.

5.2.3 Subtangente (st)

Es la distancia entre el principio de curva (PC) y el punto de intersección (PI) o entre el punto de intersección (PI) y el principio de tangente (PT).

$$Tg\left(\frac{\Delta}{2}\right) = \frac{St}{R} \longrightarrow St = R * Tg\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

Para el ejemplo:

$$St = 39m * Tg\left(\frac{\Delta}{2}\right) \longrightarrow St = 39m * Tg.\left(\frac{44^0 4' 0''}{2}\right)$$
$$St = 10.31m.$$

5.2.4 Cuerda máxima (cm)

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

$$Sen\left(\frac{\Delta}{2}\right) = \frac{cm/2}{R} \longrightarrow \frac{cm.}{2} = R * Sen\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

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

Para el ejemplo:

$$Cm = 2 * 39m * Sen\left(\frac{44^0 4' 0''}{2}\right)$$
$$Cm = 19.11m.$$

5.2.5 External (e)

Es la distancia desde el punto de intersección (PI) al punto medio de la curva. Para el diseño de carreteras que han sido construidas sin normas, técnicas ni métodos de ingeniería civil, pero que son funcionales y cumplen con el requisito primordial de permitir el paso de vehículos, es necesario tener como información para el diseño, el externas actual de la carretera y así el ingeniero diseñador proyectará curvas que se apeguen lo más posible al movimiento de tierras ya existentes, para reducir costos.

$$E = R * \text{Sec}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

Para el ejemplo:

$$E = 39m * \text{Sec} \frac{(44^{\circ}4'0'')}{2}$$

$$E = 0.28m.$$

5.2.6 Ordenada media

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

$$\text{Cos}\left(\frac{\Delta}{2}\right) = \frac{R-OM}{R} = R * \text{Cos}\left(\frac{\Delta}{2}\right) = R - OM$$

$$\begin{array}{c} \downarrow \\ OM = R - R * \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) \end{array}$$

$$OM = R * \left(1 - \text{Cos} \frac{\Delta}{2}\right)$$

$$E = 39m * \text{Sec} \frac{(44^{\circ}4'0'')}{2}$$

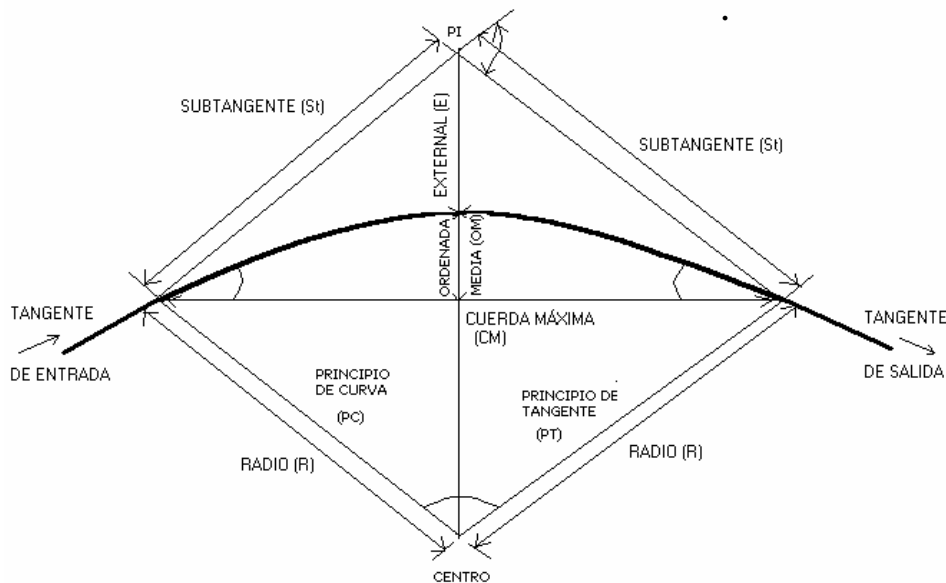
$$E = 39m * \text{Sec} \frac{(44^{\circ}4'0'')}{2}$$

Para el ejemplo:

$$OM = 39m * \left[1 - \text{Cos} \frac{(13^{\circ}32'20''-0)}{2} \right]$$

$$OM = 0.28m.$$

Figura 12. Elementos de curva horizontal

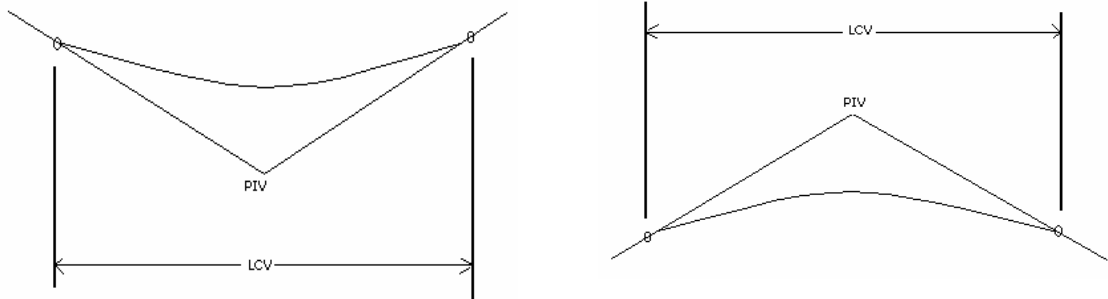


La figura 11 ubica todos los elementos de una curva horizontal anteriormente explicados.

5.3 Determinación de curva vertical.

Como se mencionó anteriormente las carreteras no solo están conformadas por curvas horizontales, sino que también por curvas verticales, lo anterior significa que se está trabajando en tres dimensiones, para su diseño y simplificación de trabajo las carreteras se desglosan en planimetría y altimetría. En la parte de altimetría se estudia lo que son las curvas verticales y los parámetros que la definen. Una curva vertical se da cuando en el perfil hay cambios de pendiente. Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas. También existen curvas en ascenso con ambas pendientes positivas (convexas), y curvas en descenso con ambas pendientes negativas (cóncavas)

Figura 13. Tipos de curva
Curva vertical cóncava **Curva vertical convexa**



La finalidad de una curva vertical 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 su facilidad de cálculo y a su gran adaptación a las condiciones del 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.

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 ente 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 curvas amplias conlleva a grandes movimientos de tierra.

Las longitudes mínimas de curvas verticales se calculan mediante la siguiente fórmula:

Donde:

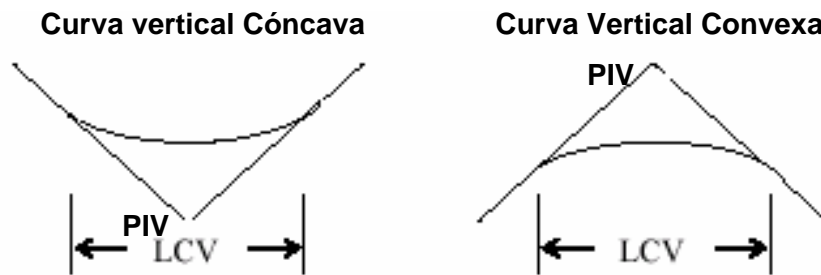
$$L_{cv} = K * A$$

K = constante que depende de las velocidades de diseño

A = Diferencia algebraica de pendientes

Los valores de K se enumeran en la tabla siguiente:

Tabla V. Valor de k según concavidad



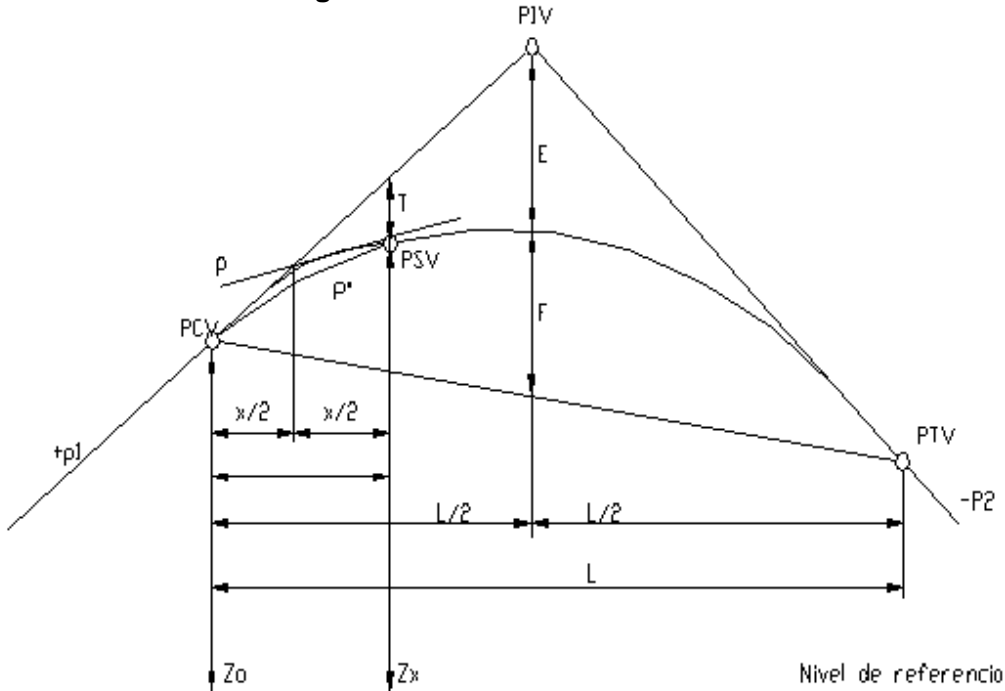
VALORES DE "K" SEGÚN VELOCIDAD DE DISEÑO

| Vel. de Diseño K.P.M. | Valor de "K" según tipo de curva | |
|--------------------------|----------------------------------|---------|
| | CÓNCAVA | CONVEXA |
| 10 | 1 | 0 |
| 20 | 2 | 1 |
| 30 | 4 | 2 |
| 40 | 6 | 4 |
| 50 | 9 | 7 |
| 60 | 12 | 12 |
| 70 | 17 | 19 |
| 80 | 23 | 29 |
| 90 | 29 | 43 |
| 100 | 36 | 60 |

Fuente: Augusto Pérez, Metodología de actividades para el diseño de carreteras. Pág. 53.

5.3.1 Elementos de una curva vertical

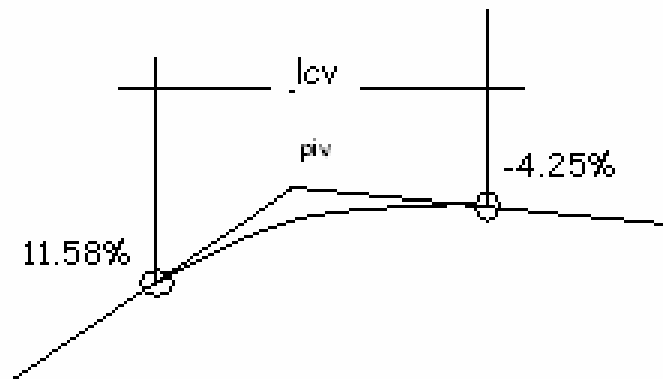
Figura 14. Elementos de curva vertical



- PIV** Punto de intersección de las tangentes verticales
- PCV** Punto en donde comienza la curva vertical
- PTV** Punto en donde termina la curva vertical
- PSV** Punto cualquiera sobre la curva vertical
- p1** Pendiente de la tangente de entrada, en m/m
- p2** Pendiente de la tangente de salida, en m/m
- A** Diferencia algebraica de pendientes
- L** Longitud de la curva vertical, en metros
- K** Variación de longitud por unidad de pendiente (parámetro)
- x** Distancia del PCV a un PSV, en metros
- p** Pendiente en un PSV, en m/m
- p'** Pendiente de una cuerda, en m/m
- E** Externa, en metros
- F** Flecha, en metros
- T** Desviación de un PSV a la tangente de entrada, en metros
- Z₀** Elevación del PCV, en metros
- Z_x** Elevación de un PSV, en metros

5.3.2 Para ejemplo calcularemos primera curva vertical

Figura 15. Curva vertical



$$LCV = K * \text{Diferencia Algebraica de las pendientes}$$

Velocidad de diseño = 20 K.P.H, curva convexa

$$K = 1 \text{ según tabla}$$

Diferencia algebraica entre pendientes = $(11.58 - (-4.25)) = 15.83\%$

$$Lcv = 1 * 15.83 = 15.83 \text{mts}$$

Calculando la ordenada Media.

$$OM = Lc * \frac{A}{800}$$

$$OM = 16 * 15.83 / 800 = 0.3$$

6. MOVIMIENTO DE TIERRAS

6.1. Diseño de sub-rasante.

La sub-rasante es la línea trazada en perfil que define las cotas de corte o relleno que conformarán las pendientes del terreno, a lo largo de su trayectoria, la sub-rasante queda debajo de la base y capa de rodadura en proyectos de asfaltos y debajo del balasto en proyectos de terracería.

En un terreno montañoso el criterio técnico básico para definir la sub-rasante es no exceder la pendiente máxima oscilante entre el 14% al 18%, ni la curvatura mínima permitida para el uso que se le dará a la carretera, lo cual también se relaciona con la sección típica a utilizar y el tipo de terreno.

La sub-rasante es la que define el volumen del movimiento de tierras, el que a su vez se convierte en el renglón más caro en la ejecución, por lo que la subrasante se convierte en el elemento que más determina el costo de la obra.

Por esta razón, un buen criterio para diseñarla es obtener la subrasante más económica. Es necesario apuntar que el relleno es mucho más caro que el corte, por lo que hay que tomar en cuenta tal situación para definir el óptimo. En la mayoría de los casos el criterio técnico y el económico se encuentran en contradicción, pero en el caso presente, que se trata sobre un camino rural, ambos deben contribuir a la obtención de una ruta de acceso transitable en toda época del año, que será el objetivo que dominará sobre los anteriores.

Para calcular la sub-rasante, es necesario disponer de los siguientes datos:

- La sección típica que se utilizará
- El alineamiento horizontal del tramo
- El perfil longitudinal del mismo
- Las secciones transversales
- Las especificaciones o criterios que regirán el diseño
- Datos de la clase de material del terreno
- Datos de los puntos obligados de paso
- El diseñador de preferencia debe haber realizado una visita al tramo que va a diseñar
- Se deben considerar los tramos que puedan quedar balanceados en distancias no mayores a 500 metros.

La sub-rasante queda definida por tramos en rectas con pendientes definidas y tramos en curva, las cuales deben brindar suavidad y comodidad al cambio de pendientes.

Los criterios para diseñar la sub-rasante en diferentes tipos de terrenos se exponen a continuación:

TERRENOS LLANOS: son aquellos cuyo perfil tiene pendientes longitudinales pequeñas y uniformes a la par de pendientes transversales escasas. En este tipo de terreno la sub-rasante se debe diseñar en relleno, con pendientes paralelas al terreno natural, con una elevación suficiente para dar cabida a las estructuras del drenaje transversal y además de esto quedar a salvo de la humedad propia del suelo.

TERRENOS ONDULADOS: son aquellos que poseen pendientes oscilantes entre el 5% al 12%.

La sub-rasante en estos terrenos se debe de diseñar buscando cámaras balanceadas en tramos no mayores de 500 metros. También se debe de tener presente no exceder las pendientes mínimas y máximas permitidas por las especificaciones.

TERRENOS MONTAÑOSOS: su perfil obliga a grandes movimientos de tierras, las pendientes generalmente son las máximas permitidas por las especificaciones.

En proyectos carreteros de terracería para el área rural las pendientes pueden ser mayores que las máximas permitidas por las especificaciones y esto sucede debido a que los principios que rigen estos caminos son los de proveer acceso al menor costo.

En proyectos de importancia mayor se debe apegar el diseño a las especificaciones, salvo casos sumamente justificables.

Existen otras recomendaciones de importancia que se deben considerar en el diseño de la sub-rasante, que se enumeran a continuación:

- a) Deben evitarse los vados que forman curvas verticales de corta longitud, ya que brindan condiciones de seguridad y estética muy pobres.
- b) Deben evitarse curvas cortas en contra pendientes porque las luces de los carros no iluminan convenientemente.
- c) Las pendientes más fuertes deben quedar al inicio del ascenso y suavizar las pendientes en las proximidades de la cima.

- d) Evitar curvas verticales cóncavas en corte, porque existe dificultad en el drenaje cuando enlacen pendientes de signo contrario.
- e) Para simplificar los cálculos es recomendable colocar los puntos de intersección vertical en estaciones exactas.

Hay dos formas de calcular la sub-rasante:

- 1) Se localizan dos puntos conocidos que se han seleccionado como puntos de intersección vertical (PIV). La pendiente entre ellos será el parámetro para determinar si son adecuados o deben ser reubicados. Luego, cada 20 m. y en cada punto de cambio de curva horizontal (principio de curva, centro de curva y principio de tangente), se determina analíticamente la altura que tendrá la sub-rasante.
- 2) Se puede tener también un punto conocido y una pendiente determinada. A partir del punto seleccionado para ser PIV, se calcula la altura correspondiente del siguiente PIV según el perfil del terreno.

A cada 20 m. y en otras estaciones adecuadas, se calcula la elevación de la rasante, completando así el cálculo. Cuando la elevación del sub-rasante se sitúe encima del terreno, se dice que está en relleno, si se ubica debajo, está en corte, a partir de esto y de la información obtenida en las secciones transversales se puede obtener la cuantía de tierra a mover.

Los criterios que se utilizaron en el diseño de la sub-rasante de la carretera trabajada en el EPS, se apegan a los criterios de una sub-rasante en terreno montañoso.

6.2 Cálculo de áreas de secciones transversales

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.

Tomando en cuenta la sección topográfica transversal, se localiza el punto central de la carretera, el cual puede quedar ubicado sobre el terreno natural, marcando con esta área de relleno y debajo del terreno natural, área de corte; a partir del cual, se habrá de trazar la sección típica, contemplando el ancho de rodadura, con su pendiente de bombeo de 3% o el peralte que sea apropiado si corresponde a un caminamiento en curva horizontal; el ancho del hombreo de la carretera, con su pendiente; taludes, de corte y relleno según se presente el caso, determinado su pendiente en razón al tipo de material del terreno y la altura que precise. Es de hacer notar cuando es necesario se marca un espacio de remoción de capa vegetal en el que se cortará en una profundidad aproximada de 30 Cms.

Este se considera en un renglón diferente al corte para material de préstamo, no así cuando se considere corte de material de desperdicio.

El perfil exacto de la cuneta por lo general se calcula aparte para considerarlo como excavación de canales.

Se mide o calcula el área enmarcada entre el trazo del perfil del terreno y el perfil que se desea obtener, clasificando aparte el corte y el relleno necesario. Los taludes recomendados para el trazo de la sección típica sean en corte o en relleno, como se muestran a continuación:

Tabla VI. Relaciones para dibujo de taludes

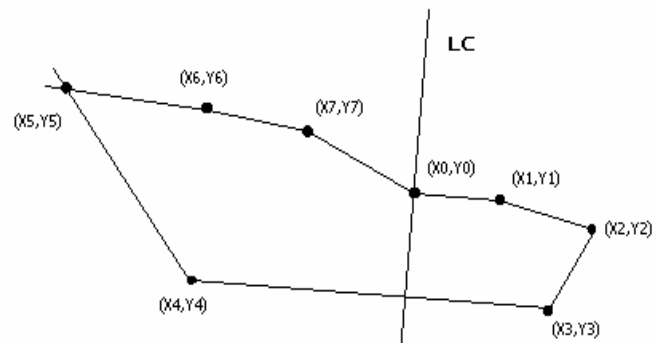
| CORTE | | | RELLENO | |
|--------|-------|--|---------|-------|
| ALTURA | H - V | | ALTURA | H - V |
| 0 - 3 | 1 - 1 | | 0 - 3 | 2 - 1 |
| 3 - 7 | 1 - 2 | | > 3 | 3 - 2 |
| > 7 | 1 - 3 | | | |

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

Para medir el área en forma gráfica, se puede realizar a través de un planímetro polar. Si no se dispone de un planímetro, puede calcularse el área, asignando coordenadas totales como se considere conveniente y aplicar el método de los determinantes para encontrar el área:

Figura 16. Dibujo de sección carretera.

| X | | Y |
|-----------------|---|-----------------|
| X1 | * | Y1 |
| X2 | * | Y2 |
| X3 | * | Y3 |
| X4 | * | Y4 |
| X5 | * | Y5 |
| X6 | * | Y6 |
| X7 | * | Y7 |
| X0 | * | Y0 |
| $a = \sum(X*Y)$ | | $a = \sum(Y*X)$ |



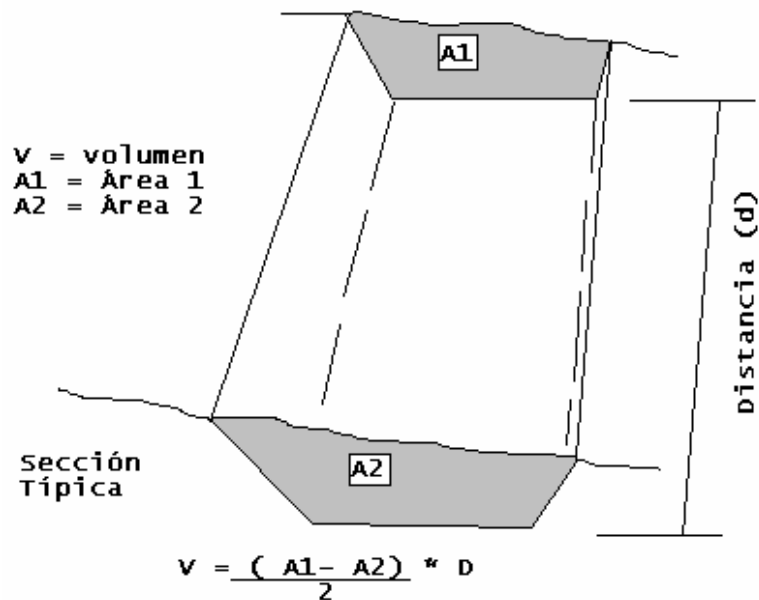
$$\text{Área} = \frac{ABS\left(\frac{A - b}{2}\right)}$$

6.3. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras

Cada una de las áreas calculadas anteriormente se constituye en un lado de un prisma de terreno que debe rellenarse o cortarse. Asumiendo 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, obteniendo así los volúmenes de corte y relleno en ese tramo.

$$\text{Volumen} = ((\text{Área 1} + \text{Área 2}) * \text{Distancia}) / 2$$

Figura 17. Proyección de calculo de volúmenes



Cuando en un extremo la sección tenga solo área corte y el otro solamente relleno, debe calcularse una distancia de paso, donde teóricamente el área pasa a ser de corte a relleno. Esto 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:

$$vol.corte = (C_1 + C_2)^2 / [2 * (C_1 + C_2 + R_1 + R_2) * D]$$

$$vol.relleno = (R_1 + R_2)^2 / [2 * (C_1 + C_2 + R_1 + R_2) * D]$$

Donde:

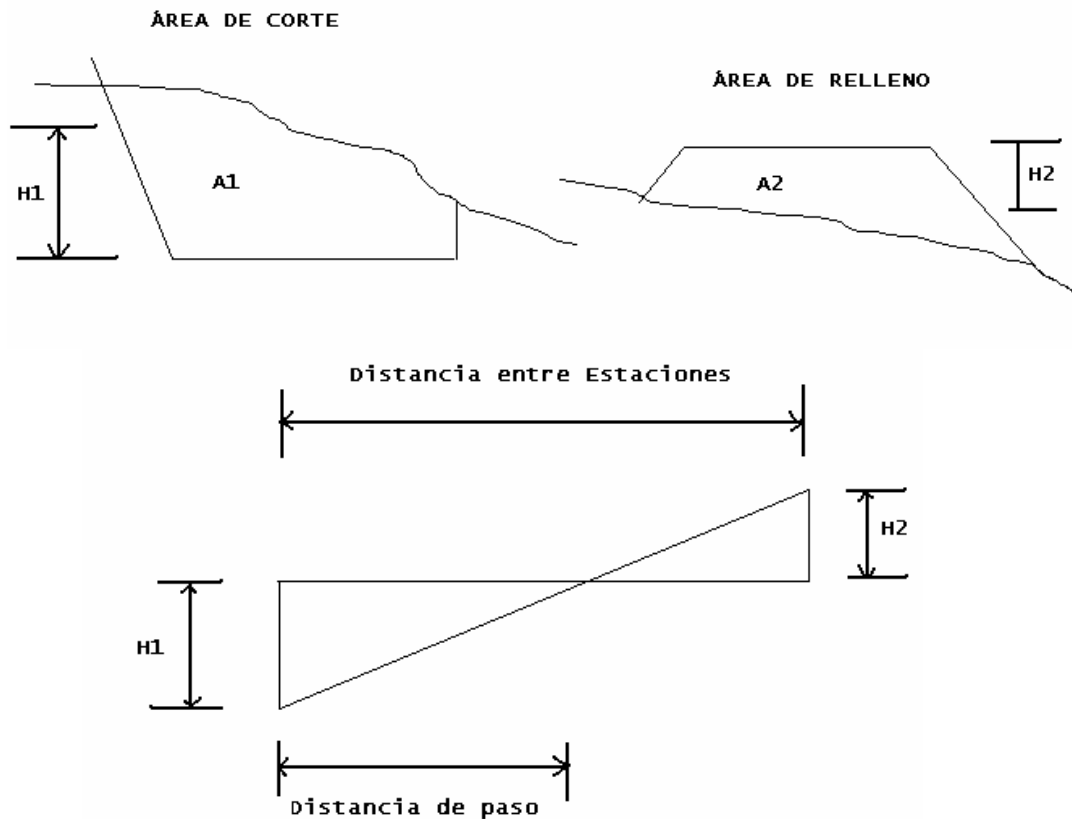
C1 = Área de corte en la primera sección

C2 = Área de corte en la segunda sección

R1 = Área de relleno en la primera sección

R2 = Área de relleno en la segunda sección

Figura 18. Corte y relleno



- Existen casos en que ambas secciones aparecen áreas de corte y Relleno, y con mayor razón se deben usar las fórmulas anteriores.

7. DRENAJES

El drenaje tiene la finalidad de evitar que el agua llegue a la carretera y desalojar la que inevitablemente siempre llega. Toda el agua que llega en exceso a la carretera tiene dos orígenes: puede ser de origen pluvial o de corrientes superficiales, es decir, ríos.

El agua de escorrentía superficial, por lo general se encuentra con la carretera en sentido casi perpendicular a su trazo, por lo que se utiliza para esto, drenaje transversal, según el caudal que se presente.

El agua pluvial debe encauzarse hacia las orillas de la carretera con una pendiente adecuada en sentido transversal, a ésta se le llama “bombeo normal” y generalmente es del 3% y la pendiente longitudinal mínima para la subrasante es del 0.5%

Tipos de drenajes:

Para llevar a cabo lo anteriormente citado, se utiliza el drenaje superficial y el drenaje subterráneo.

Drenaje superficial.- Se construye sobre la superficie del camino o terreno, con funciones de captación, salida, defensa y cruce, algunas obras cumplen con varias funciones al mismo tiempo.

En el drenaje superficial encontramos: cunetas, contra cunetas, bombeo, lavaderos, zampeados, y el drenaje transversal.

Cunetas.- Las cunetas son zanjas que se hacen en uno o ambos lados del camino, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la cumbre o de lo mas alto de la montaña y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no provoque daños, su diseño se basa en los principios de los canales abiertos.

Para un flujo uniforme se utiliza la fórmula de Manning, como se muestra a continuación.

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

Donde: V = velocidad media en metros por segundo

n = coeficiente de rugosidad de Manning

R = radio hidráulico en metros (área de la sección entre el perímetro mojado)

S = pendiente del canal en metros por metro.

Tabla VII. Valores de N para la fórmula de Manning

| TIPO DE MATERIA | VALORES DE "n " |
|---------------------------------------|-----------------|
| Tierra común, nivelada y aislada | 0.02 |
| Roca lisa y uniforme | 0.03 |
| Rocas con salientes y sinuosa | 0.04 |
| Lechos pedregosos y bordos enyerbados | 0.03 |
| Plantilla de tierra, taludes ásperos | 0.03 |

Determinación del área hidráulica:

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

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

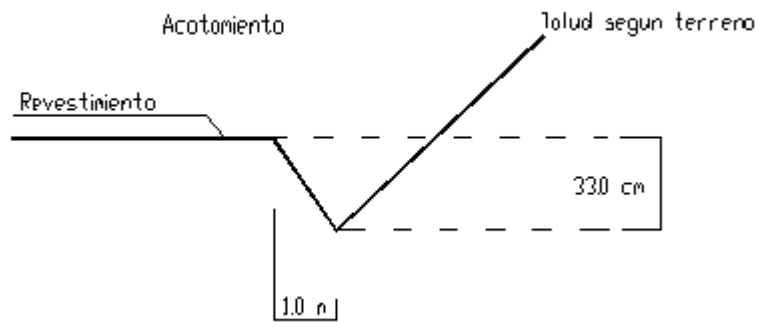
Donde: Q = gasto en m³/seg.

A = Área de la sección transversal del flujo en m²

Debido a la incertidumbre para la determinación del área hidráulica en la práctica, las secciones de las cunetas, se proyectan por comparación con otras en circunstancias comunes.

Existen diversas formas para construir las cunetas, en la actualidad las más comunes sean las triangulares, como se muestra a continuación:

Figura 19. Detalle típico de cuneta



Se evitará dar una gran longitud a las cunetas, mediante el uso de obras de alivio.

En algunos casos será necesario proteger las cunetas mediante zampeados, debido a la velocidad provocada por la pendiente.

Las contra cunetas son zanjas que se construyen paralelamente al camino, de forma trapecial comúnmente, con plantilla de 50 cms y taludes adecuados a la naturaleza del terreno.

Contra cunetas.- La función de las contra cunetas es prevenir que llegue al camino un exceso de agua o humedad, aunque la practica ha demostrado que en muchos casos no es conveniente usarlas, debido a que como se construyen en la parte aguas arriba de los taludes, provocan reblandecimientos y derrumbes. Si son necesarias, deberá, estudiarse muy bien la naturaleza geológica del lugar donde se van a construir, alejándolas lo más posible de los taludes y zampeándolas en algunos casos para evitar filtraciones.

Bombeo.- Es la inclinación que se da ha ambos lados del camino, para drenar la superficie del mismo, evitando que el agua se encharque provocando reblandecimientos o que corra por el centro del camino causando daños debido a la erosión.

El bombeo depende del camino y tipo de superficie, se mide su inclinación en porcentaje y es usual un 2 a 4 por ciento en caminos revestidos.

Zampeado.- Es una protección a la superficie de rodamiento o cunetas, contra la erosión donde se presentan fuertes pendientes. Se realiza con piedra, concreto ciclópeo o concreto simple.

Lavaderos.- Son pequeños encauzamientos a través de cubiertas de concreto, lamina, piedra con mortero o piedra acomodada que se colocan en las salidas de las alcantarillas o terrenos erosionables, eliminando los daños que originaria la velocidad del agua.

Drenaje transversal.- Su finalidad es permitir el paso transversal del agua sobre un camino, sin obstaculizar el paso.

En este tipo de drenajes, algunas veces será necesario construir grandes obras u obras pequeñas denominadas obras de drenaje mayor y obras de drenaje menor, respectivamente.

Las obras de drenaje mayor requieren de conocimientos y estudios especiales, entre ellas podemos mencionar los puentes, puentes –vado y bóvedas.

Aunque los estudios estructurales de estas obras son diferentes para cada una, la primera etapa de selección e integración de datos preliminares es común.

Así con la comparación de varios lugares del mismo río o arroyo se elegirá el lugar más indicado basándonos en el ancho y altura del cruce, de preferencia que no se encuentre en lugares donde la corriente tiene deflexiones y aprovechando las mejores características geológicas y de altura donde vamos descendiendo o ascendiendo con el trazo.

7.1. Estudio hidrológico, método racional para la determinación de caudales de diseño

Para determinar el caudal de escorrentía superficial máxima que puede presentarse en una determinada zona se usa el método racional. Este método consiste en considerar el caudal que se espera de un área cuya escorrentía converge en un punto o línea determinada (por ejemplo una cuneta), en un momento de máxima intensidad de precipitación.

En el caso de conducir el agua pluvial proveniente de las cunetas, se puede tomar este dato del diseño ya realizado cuidando de observar cuántas convergen en el punto a estudiar.

Para esta segunda opción, generalmente el drenaje se coloca en curvas horizontales para evacuar el caudal de su parte interna donde, debido a la topografía del terreno, el agua de las cunetas converge, y se acumularía sin este drenaje, también se coloca en los puntos menores de curvas verticales cóncavas y en tramos rectos donde el caudal a conducir por una cuneta excedería su capacidad y no puede derivarse hacia fuera por situaciones topográficas.

Al determinar el caudal y las condiciones que tendrá la estructura a utilizar, el procedimiento para calcular las dimensiones de la alcantarilla a utilizar, es similar al del numeral anterior, cuidando la diferencia de que éste puede utilizar una sección casi llena.

En la entrada de un drenaje transversal para conducir el agua de corrientes superficiales fuera de la carretera, debe construirse una caja que ayude a encauzar todo el caudal de la corriente hacia la tubería y un cabezal que proporcione seguridad contra la erosión a causa de la corriente en la salida de ésta.

El procedimiento de diseño para una cuneta y un drenaje transversal son los mismos, lo único que varía es la sección, ya que en la cuneta generalmente es trapezoidal y en el drenaje transversal es circular, por lo que se ejemplifica el procedimiento para el cálculo de un drenaje transversal, sabiendo que se explican los numerales (7.2 y 7.3).

Ejemplo de diseño de alcantarilla transversal.

Diseño de Alcantarilla Transversal

$$\dot{A}rea = 3Ha.$$

$$C = 0.2$$

$$I = 160mm/H$$

Para un aguacero de 10 min. de duración, y una frecuencia en acontecimiento de 25 años.

Se usa la fórmula racional:

$$Q = \frac{CIA}{3}$$

$$Q = \frac{0.2 * 160 * 3}{360}$$

$$Q = 0.27 m^3 / seg.$$

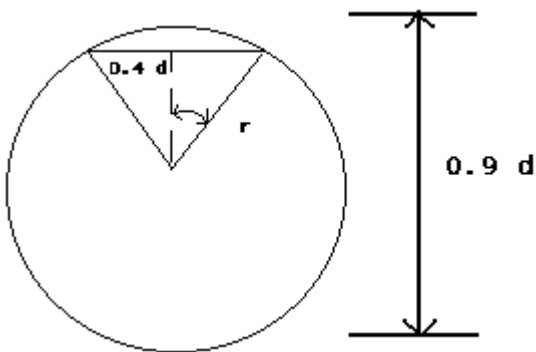
CONDICIONES DE DISEÑO:

S = 3%

Lleno al 90 %

Q = los caudales

d = ?



Fórmula de Radio Hidráulico

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro mojado}}$$

$$\cos \phi = 0.4d / 0.5d$$

$$\phi = \cos^{-1}(0.4/0.5) = 36.86989765 = 36^{\circ}52'11.63'' = 0.6435 \text{ rad.}$$

$$1. \text{ \u00c1rea del C\u00edrculo: } = \pi * r^2 = \pi * (d/2)^2 = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$2. \text{ \u00c1rea del Sector Circular: } 0.6435 * (d/2)^2 = 0.161d^2$$

$$3. \text{ \u00c1rea del tri\u00e1ngulo: } = 2 * \left(\frac{1}{2} (0.4d * 0.3d) \right) = 0.12d^2$$

$$A = A_1 - A_2 + A_3 = 0.785d^2 - 0.161d^2 + 0.12d^2$$

$$A = 0.744d^2$$

$$P = 3.1416$$

$$d - 0.6435 * d/2 = (\pi - 0.322)d$$

$$P = 2.28d$$

USANDO LA F\u00d3RMULA DE MANNING

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Donde } n = 0.015$$

$$Q = \frac{1}{0.015} * 0.744d^2 * (0.26d)^{2/3} * (0.03)^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{0.015} * 0.744d^2 * 0.407d^{2/3} * 0.17$$

$$Q = \frac{0.0514}{0.015} d^{8/3} \quad Q = 3.4266d^{8/3} \longrightarrow d = \left(\frac{Q}{3.4266} \right)^{3/8}$$

$$\text{PARA } Q = 0.27 \text{ m/seg.} \quad d = \left(\frac{0.27}{3.4266} \right)^{3/8} = 38'' \longrightarrow 42''$$

7.2 Contracunetas

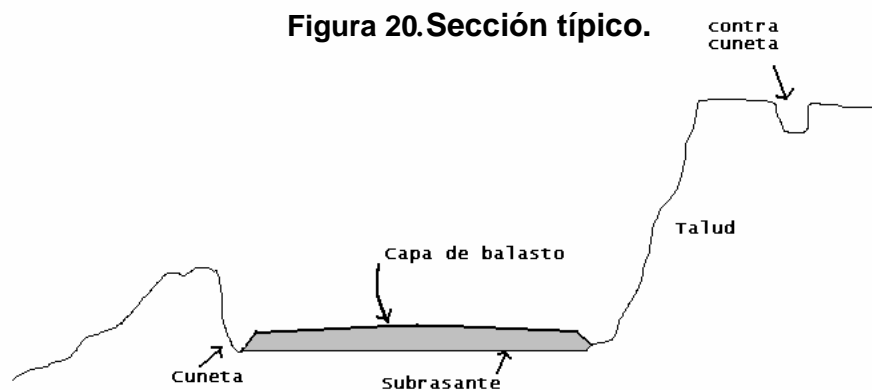
Cuando el área tributaria a un lado de la carretera es demasiado grande y/o inclinada, puede producir algunos problemas:

- Aportar un caudal demasiado grande para hacer una cuneta de costo razonable.
- Arrastrar una cantidad muy grande de sedimento, que contribuiría solamente a formar tapones en las cunetas y drenajes siguientes

En los casos mencionados, especialmente en el segundo, se prefiere construir un canal afuera de la carretera y paralelo a ella; debe tener la capacidad de conducir el agua necesaria sin revestimiento, lo cual evita los problemas citados arriba.

El cálculo que se necesita efectuar es prácticamente el mismo de las cunetas, pero considerando una superficie de tierra, utilizando un factor de seguridad, puesto que por lo general son objeto de menos mantenimiento.

La sección típica utilizada en el proyecto carretero realizado en el trabajo de EPS, en donde intervienen, cunetas, contra cunetas y drenaje transversal, se presenta a continuación:



7. ELABORACIÓN DE PLANOS DE LOCALIZACIÓN

Se conocen como planos de localización a aquellos que después de haber considerado todos los aspectos expuestos con anterioridad, definen la ruta óptima a seguir y cuentan con la información suficiente y necesaria para que el equipo de topografía marque la ruta y se inicie la construcción de la carretera. Las características de importancia de estos planos se enumeran a continuación:

8.1. Dibujo de curva de nivel

Es necesario cuando se trabaja en terrenos montañosos, tener una idea exacta de la inclinación del mismo, a fin de apreciar la posición del trazo de la carretera.

Con este objetivo, se trazan curvas de nivel en la planta considerando el nivel original del suelo, por lo general a intervalos de nivel de 5 m. con líneas de rapidógrafo fino.

Estas curvas generalmente se calcan de las ya calculadas en el dibujo de preliminar y esta información debe de ser complementada con la ubicación de las casas, puentes y drenajes existentes, así como del tipo de terreno que se atraviesa en toda la ruta.

8.2. 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 que se dibujan en los planos de localización están a la escala en que se trabaja y trazada por medio de los datos de la curva diseñada.

La línea central se dibujará con rapidógrafo fino y las líneas laterales con rapidógrafos más gruesos, con rapidógrafo fino y con línea punteada se dibujarán los radios de cada curva y sobre estas líneas se escriben los principios de curva y los principios de tangente.

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 de llevar su longitud y azimut escritos paralelamente a la trayectoria de la carretera.

8.3. Dibujo de curvas verticales

Para dibujar las curvas verticales, no se hace referencia a ellas 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 (LCV/2). Los puntos encontrados son el principio de curva vertical (PCV) y principio de tangente vertical (PTV). Estos son puntos de tangencia de la curva vertical, que tiene 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 mejores resultado.

Cada PCV y PTV son dibujados con círculos de rapidógrafo punto grueso y sobre éste debe de indicarse el caminamiento, cota y longitud de curva vertical de cada PIV.

El terreno natural se dibuja con rapidógrafo fino y la sub-rasante con rapidógrafo más grueso.

8.4. Dibujo de drenajes

Los drenajes longitudinales, como las cunetas y contra cunetas 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 cuneta.

En los proyectos de terracería las cunetas están en todo el recorrido de la carretera, pero en proyectos pavimentados se debe hacer una planilla de cunetas indicando el caminamiento y el lado izquierdo o derecho en que se construirán.

Para señalar los drenajes transversales, se emplea el perfil, donde, en el punto adecuado se dibuja un símbolo (ver planos adjuntos), ubicado en el caminamiento y altura a la que se ubicará, rotulando el caminamiento, diámetro del tubo, material (metálico o de concreto reforzado) y su 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 deben dibujar detalles de los drenajes, tanto longitudinales como transversales, indicando la forma de entrada (caja, entrada a una bóveda, Etc.), la sección si tiene alguna característica especial y cualquier otro detalle que se considere digno de mención.

Se debe dibujar también el desfogue de las cunetas, así también su sección y la de la contra cuneta, 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.

8.5. Dibujo de sección típica

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

Según el tramo de 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 de 3%.
- Hombro de la carretera. Es un espacio que no está diseñado para ser transitado, pero que provee una separación prudencial entre el ancho de rodadura y la cuneta; por lo general tiene una pendiente de bombeo de 4% - 5% y en proyectos de terracería no existen, ya que en estos casos las cunetas se utilizan para situaciones de rebase.
- Cuneta. Diseñada según las características topográficas y pluviales del área.
- Taludes. Ya que no se puede generalizar un talud uniforme para todo el recorrido de la carretera, se muestran proyecciones de relleno en un lado y de corte en el otro, según sea la altura de los mismos.

La sección de alineamiento curvo posee los mismo elementos que la anterior, con la diferencia 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.

8.6. Dibujo de obras especiales

Las obras especiales que se encuentran en una carretera pueden 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 las 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, que si son idóneos para el caso.

9. CARPETA DE RODADURA

Para este tipo de carretera de penetración se utilizara una carpeta de rodadura de material balasto, ya que el uso es con fines agrícolas y que por lo tanto con un buen mantenimiento se mantendrá en aceptables condiciones. El material se obtendrá del lugar de un banco aproximadamente a menos de 4 Km de donde inicia la carretera donde las características del material son apropiadas.

9.1 Capa de balasto

El terreno en el que se construirá la carretera presenta suelo arenoso y limoso con presencia de esquisto, en lo que será necesario proteger la terretería mediante la aplicación de una capa de balasto, la cual será obtenida de banco de prestamos ubicados a menos de 2 kilómetros aproximadamente del tramo a construirse, dicha capa debe tener 15 centímetros de espesor debidamente compactado.

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

Las piedras no excederán las dos terceras partes ($2/3$) del espesor de la carpeta de rodadura y en ningún caso serán mayores de 10cm. El peso unitario suelto debe de ser mayor a 1450 Kg/m³ (90lb/pie³), determinado por el método AASHTO T19, el material retenido en el tamiz No. 4 debe de estar

comprendido entre 60 y 40 % en peso y el material que pasa el tamiz No. 200 no debe de exceder de 15% en peso, determinado por el método AASHTO T11.

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

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

9.2 Mantenimiento del camino

Con el propósito de proporcionar una vía duradera a las carreteras, es necesario que el comité encargado de cada proyecto, coordine al principio y final de cada invierno, con la municipalidad, para financiar, organizar y ejecutar los trabajos que continuación se detallan.

- A) En tramos donde los taludes o cerros, drenen directamente hacia la carretera, será necesario construir contra cunetas, si ya existieran será necesario realizar una inspección para verificar que estas no se encuentren copadas, con basura erosionadas etc, y en el momento de supervisarlas coordinar el trabajo de limpieza, reparación o reconstrucción.
- B) En drenajes que no lo necesiten por excesos de erosión o que sea en un tramo en relleno, proteger el cause con concreto lanzado y si es necesario construir disipadores de energía.

C) Construir planchas de concreto ciclópeo o puentes badenes en lugares donde el agua de la lluvia a tomado nuevos cauces y pase sobre la carretera (quebradas, ríos pequeños).

D) Revestir con mezcla de cemento las paredes dañadas de las cajas o cabezales que reciben la escorrentía. Para las tuberías de concreto, se recomienda la limpieza de las mismas y revisar las uniones para determinar si es necesario reparar.

E) Reparación de baches

- Ubicar el bache y excavar en forma rectangular.
- Transportar el mismo tipo de balasto, si es posible para rellenar el bache.
- Limpiar el bache o zanja de cualquier material perjudicial como basuras o algún material como ramas o piedras.
- Humedecer levemente el bache o zanja.
- Rellenar y compactar con un mazo en capas de 15 cm, hasta llegar a la superficie de la capa de balasto existente.

10. IMPACTO AMBIENTAL

10.1 Impacto ambiental positivo

No hay ningún impacto positivo, excepto que se tendrá acceso, en caso de incendios en área forestales.

10.2 Impacto ambiental negativo

10.2.1 Agresiones directas hacia la fauna silvestre

10.2.2 Contaminación atmosférica

10.2.3 Deterioro del suelo para uso agrícola

10.2.4 Eliminación de cobertura vegetal natural

10.2.5 Erosión de cortes y laderas

10.2.6 Deforestación

10.3 Medidas de mitigación

- Control de erosión
- Canales de desviación
- Presas de detención de erosión
- Siembra de Césped
 - Derribar el menor número de árboles el proceso de construcción
 - Construir obras para resguardar el drenaje del agua pluvial
 - Proteger y restaurar el paisaje.
 - Reforestar

10.4 Plan de seguimiento

En la etapa de construcción la supervisión de parte de la municipalidad será la encargada de velar por la correcta ejecución del proyecto exigiendo las medidas necesarias para generar el menor impacto posible en el medio ambiente.

Al dar por finalizada el proyecto será la comunidad la encargada de darle seguimiento a las medidas de mitigación, por medio de un plan de reforestación y restauración de los paisajes afectados, por medio de los cocodes, con apoyo de la municipalidad de Morazán y el ministerio de medio ambiente.

11. DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERÍA REFORZADA EN LA ALDEA EL ZAPOTE

11.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la elaboración del diseño de un muro de contención de mampostería (block de 35 Kg/cm²) reforzada, de 30 cm de peralte de cemento, un metro de levantado de block y medio, (colocado de punta) y dos metros de levantado de block (colocado de punta); lleva a su vez el armada (pineado), como se muestra en los planos. El muro tiene un largo de 60 metros, con columnas de 20 cm x 20 cm cada dos metros, y juntas de dilatación cada 2.60 metros. A su vez, también posee una pantalla de grava que sirve de filtro hacia las respectivas mangas y una cuneta en la parte superficial para canalizar el agua superficial.

11.2 Reconocimiento del lugar

La aldea El Zapote se encuentra al este de la cabecera municipal de Morazán, municipio de El Progreso; está a unos 7 Km (en caminos de terracería) aproximadamente de la cabecera municipal. Su clima es templado en la mayor parte del año, con poca precipitación. La aldea se encuentra rodeada, en su mayoría, de bosque subtropical.

11.3 Datos necesarios para diseño de muro

2.2.3 Datos necesarios para diseño de muro

$$\gamma_s = 1,600 \text{ Kg/m}^3$$

$$\beta = 0$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$f \cdot m = 35 \text{ Kg/cm}^2$$

$$VS = 12 \text{ Ton/m}^2$$

$$H1 = 3.50 \text{ m.}$$

$$\mu = 0.45$$

$$\gamma_m = 1,300 \text{ Kg/m}^3$$

$$q_0 = 1 \text{ Ton/m}^2$$

$$K_a = 0.33$$

$$K_p = 3$$

$$f \cdot y = 2,812 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f \cdot c = 211 \text{ Kg/cm}^2$$

Nota: la mayoría de los datos anteriores fueron obtenidos de la interpretación de tablas ya establecidas con parámetros de diseño para este tipo de suelo.

El valor soporte del suelo se determino por medio de tablas típicas para diferentes tipos de suelo.

| Material del suelo | Ton / m2 | Observaciones |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Roca sana no Imterpermeabilizada | 645 | No hay estructuras de grietas |
| Roca Regular | 430 | |
| Roca intermedia | 215 | |
| Roca Agrietada o porosa | 22-86 | |
| Suelos gravillosos | 107 | Compactada buena granulometría |
| Suelos gravillosos grava | 86 | Compactada con +10% de |
| Suelos gravillosos granulometría | 64 | flojos mala |
| Suelos granillosos | 43 | Flojos con mucha arena |
| Suelos arenosos | 32-64 | denso |
| Arena Fina | 22-43 | densa |
| Suelos Arcillosos | 53 | duros |
| Suelos Arcillosos | 22 | solidez mediana |
| Suelos Limosos | 32-10 | según su densidad |

En este caso el suelo pertenecía a limo arenoso por el cual se encuentra dentro del rango de 10 ton/m2 a 22 ton/m2 entre suelo limoso y arcilla de densidad mediana.

Se escogió específicamente la cantidad de $VS = 12 \text{Ton}/m^2$ dadas las características del terreno y por un previo estudio de suelos tomado de un lugar cercano de la región que presentaba las mismas características de suelo al cual se determino por medio del (apéndice D) la anterior cantidad.

11.4 Diseño de la cortina

11.4.1 Predimensionamiento

Se asumirá un cimiento corrido de 2 m. de largo (0.60 m. de talón y 1.30 m. de pie); levantado de 4 hiladas de block y medio (de punta) más una solera de 0.60 m. x 0.20 m., más cinco hiladas de block (de punta) más una solera de 0.40 m. x 0.20 m., más cinco hiladas de block (de punta) más una solera de 0.40 m. x 0.40 m. (ver APÉNDICE C, plano 2 de muro).

11.4.2 Determinación del corte actuante en la base de la cortina con la fórmula:

$$V = \left[\left(\frac{\gamma_s * K_a * H^2}{2} \right) + q_o * K_a * H \right] * \cos(\beta) = 4510.27 \text{ kg/m}$$

11.4.3 Chequeo de corte actuante y corte resistente

Estos datos se chequearán en la base, con los datos:

$$t = 60 \text{ cm}$$

$$d = 55 \text{ cm}$$

Se determinará si la mampostería resistirá el esfuerzo de corte actuante.

$$V_a = V / bjd = 1.83 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_m = 0.4 * \sqrt{f'm} = 2.37 \text{ kg/cm}^2$$

Utilizando $j = 1 - (k/3)$; $j = 0.82$

La mampostería resiste el corte actuante.

11.4.4 Determinación del momento flector en la base

$$M_b = \left[\left(\gamma_s * K_a * H^3 / 6 \right) + \left(q_o * K_a * H^2 / 2 \right) \right] * \cos(\beta) = 5935.73 \text{ kg-m/m}$$

11.4.5 Determinación de acero de refuerzo principal (Cortina)

Con el momento flector en la base, se puede determinar el área de acero (por metro) necesaria para resistirlo (en la base).

$$A_{sc} = \left(\left(M_b / f_s * j * d \right) * 100 \right) = 10.29 \text{ cm}^2$$

$$f_s = 0.5 * f'_y ; f_s = 1,406 \text{ kg/cm}$$

Con A_{sc} , se puede determinar la cantidad de barras, el número de las mismas y la separación a la que se encontrarán. Es de suma importancia buscar una solución que permita tener el refuerzo cada 20 cm o múltiplos de éste, que es el ancho nominal del block que se está utilizando.

Se separará la cortina en tramos de un metro (de arriba para abajo), para determinar un armado dividido en tres partes (3 metros);

Para la parte más baja, se obtendrán los siguientes resultados:

$$\text{Con } A_{sc} = 10.29 \text{ cm}^2$$

$$1 \# 3 \text{ y } 1 \# 4 @ 20.72 \text{ cm; es decir } 1\# 3 \text{ y } 1 \# 4 @ 20 \text{ cm}$$

Para la parte más alta y la parte media, se necesita la fórmula de momento resistente, la cual es la siguiente:

$$M_r = [(A_{scm} * f_s * j * d) / 100]$$

$$A_{scm} = (100 * A_{sb} / s)$$

El procedimiento que se realiza consiste en proponer un armado; y chequear, a través de las fórmulas de momento resistente (M_r) y momento de volteo (M_b), hasta que profundidad se cumple que $M_r > M_b$, y a su vez, también se tiene que chequear el corte actuante (V_a) y el corte resistente de la mampostería (V_m).

Para la profundidad de un metro, se obtienen los siguientes datos:

$$M_r = 615.65 \text{ Kg-m/m}$$

$$M_b = 256.3 \text{ Kg-m/m}$$

$M_r > M_b$ OK

$$V_a = 0.29 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_m = 2.37 \text{ kg/cm}^2$$

Con el siguiente armado:

1 # 3 @ 40 cm

Para la profundidad de dos metros con cuarenta centímetros o parte central tenemos, se obtienen los siguientes datos:

$$M_r = 2212.53 \text{ Kg-m/m}$$

$$M_b = 2455.23 \text{ Kg-m/m}$$

$$V_a = 0.86 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_m = 2.37 \text{ kg/cm}^2$$

Con el siguiente armado:

2 # 3 @ 20 cm

11.4.6 Determinación de acero por temperatura

Se determina por metro lineal de altura de la cortina; es el área de acero que se coloca longitudinalmente en la cortina y el área de acero que se coloca en las soleras; una en la corona, y las otras dos intermedias.

Se utilizará la fórmula siguiente:

$$Ash = 0.0007 * 100 * t$$

Para las dos primeras soleras (a uno y dos metros de profundidad), se tiene que $t = 40 \text{ cm}$, entonces:

$$Ash = 2.8 \text{ cm}^2$$

Para la solera más profunda, se tiene que $t = 60 \text{ cm}$, entonces:

$$Ash = 4.2 \text{ cm}^2$$

11.4.7 Prediseño de cortina

Área de acero principal:

Para el primer metro (de arriba para abajo):

$$1 \# 3 @ 40 \text{ cm}$$

Para el segundo metro (de arriba para abajo):

2 # 3 @ 20 cm

Para el tercer metro (de arriba para abajo):

1# 3 y 1 # 4 @ 20 cm

Área de acero horizontal:

Para el primer metro (de arriba para abajo; en la corona):

Solera de 40cm x 22.5 cm con 4 barras # 3

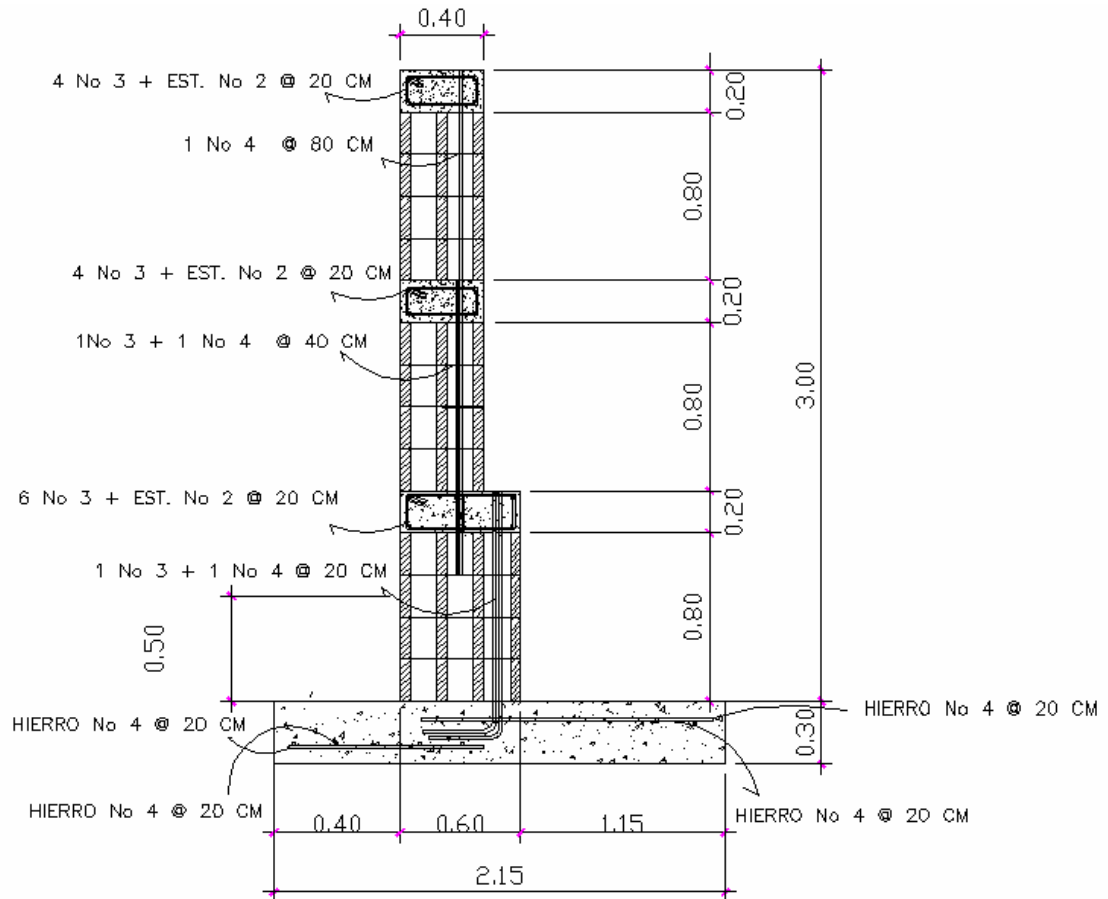
Para el segundo metro (de arriba para abajo; intermedia):

Solera de 40cm x 22.5 cm con 4 barras # 3

Para el tercer metro (de arriba para abajo; intermedia):

Solera de 60 cm x 20 cm con 6 barras # 3

Figura 21. Detalle de armado de muro



11.5 Diseño de la base

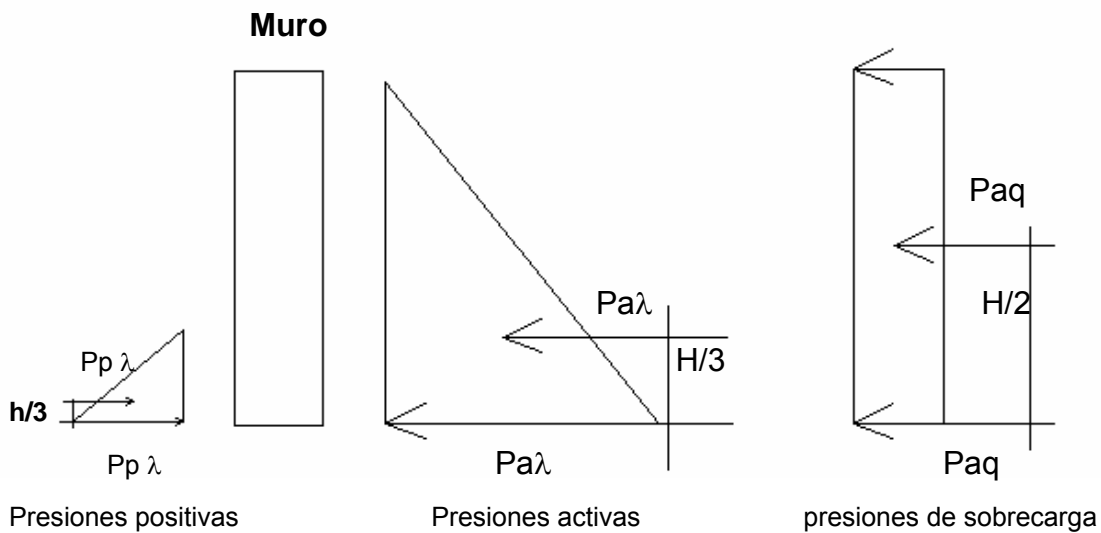
11.5.1 Prediseño del talón

Para prediseño, se asume que el talón tendrá 60 cm de largo por 30 cm de altura, y se encontrará a 80 cm de profundidad (obsérvese los planos 1 y 2 del apéndice C).

11.5.2 Prediseño del pie

Para prediseño, se asume que el pie tendrá 130 cm de largo por 30 cm de altura, y se encontrará al igual que el talón a 80 cm de profundidad (obsérvese los planos 1 y 2 apéndice C).

11.5.3 Cálculo de empuje



Cálculo de presiones horizontales:

$$Pp\lambda = Kp * \lambda_s * h = 2.49 \frac{T}{M^2}$$

$$Pa\lambda = Ka * \lambda_s * H = 1.91 \frac{T}{M^2}$$

$$Paq = Ka * q = 0.33 \frac{T}{M^2}$$

Cálculo de las cargas totales:

$$Pp\lambda = \frac{1}{2} Pp\lambda h = 0.62 T/M$$

$$Pa\lambda = \frac{1}{2} Pa\lambda H = 3.34 T/M$$

$$Paq = PaqH = 1.15 T/M$$

Momentos del muro:

$$Mp\lambda = Pp\lambda * \frac{h}{3} = 0.10 T - M/M$$

$$Ma\lambda = pa\lambda * \frac{H}{3} = 3.89 T - M/M$$

$$Maq = paq * \frac{H}{2} = 2.01 T - M/M$$

Figura 22 .Observar planos 1y2 del apéndice C

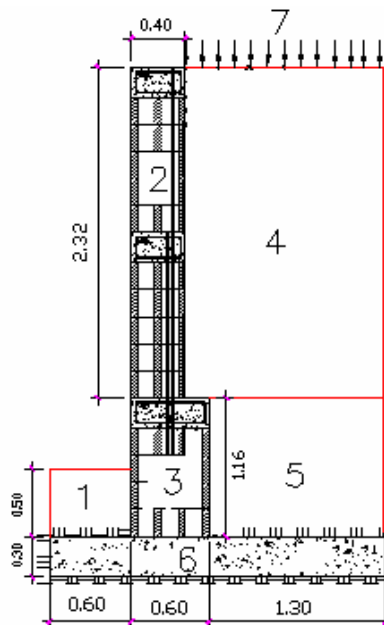


Tabla VIII. Cálculo de momentos y pesos del muro

| FIGURA | ÁREA M2 | γ T/m ³ | PESO (T/m) | BRAZO (m) | MOMENT. (T-m/m) |
|----------------|----------------|---------------------------|------------|----------------|--------------------|
| 1 | 0.60*0.50=0.30 | 1.66 | 0.498 | 0.30 | 0.149 |
| 2 | 0.4*2.32=0.928 | 1.3 | 1.20 | 0.80 | 0.96 |
| 3 | 0.6*1.16=0.696 | 1.3 | 0.90 | 0.90 | 0.81 |
| 4 | 1.50*2.32=3.48 | 1.3 | 5.77 | 1.75 | 10.09 |
| 5 | 1.30*1.16=1.50 | 1.66 | 2.49 | 1.85 | 4.60 |
| 6 | 2.5*0.3=0.75 | 3 | 2.25 | 1.25 | 2.81 |
| 7 | 1.15 | 1 | 1.15 | 1.75 | 2.01 |
| Σ 14.24 | | | | Σ 21.42 | |

11.5.4 Cálculo de pesos y momentos del muro

En este inciso, se determinarán el peso y momento resultantes de la estructura (por metro de largo); a su vez, se realizarán los chequeos de volteo, deslizamiento y capacidad soporte.

El peso resultante es el resultado de la suma de la columna PESO (T), de la tabla anterior, es decir 14.24 T/M El momento Resultante es el resultado de la suma de la columna MOMENT. (kg-m/m) de la tabla anterior, es decir, 21.42 T-M/M.

A continuación, se realizarán los chequeos respectivos:

- Estabilidad de volteo

$$F_{vs} > 1.5$$

$$F_{vs} = \frac{\sum Mr}{\sum Mact} = \frac{Mp\lambda + Mw}{Ma\lambda + Maq} = \frac{0.10 + 21.42 \text{ T / M / M}}{3.89 + 2.01 \text{ T / M / M}} = 3.64$$

$$3.64 > 1.5 \text{ ok}$$

- Estabilidad de deslizamiento

$$F_{sd} > 1.5$$

$$F_{sd} = \frac{\sum Pr}{\sum Pact} = \frac{Pp\lambda + \mu W}{Pa\lambda Paq} = \frac{0.62 + 0.45(14.24) \text{ T / M / M}}{3.34 + 1.15 \text{ T / M / M}} = 1.56$$

$$1.56 > 1.5 \text{ ok}$$

- Chequeo de capacidad soporte

$$X = \frac{(\sum Mo)}{W}$$



$$X = \frac{(Mp\gamma + Mw - Ma\gamma - Maq)}{W} = 1.09m. \text{ desde el eje de volteo}$$

$$\frac{(0.10 + 21.42 - 3.89 - 2.01) \text{ T / MM}}{14.24} = 1.09 \text{ desde el eje de volteo}$$

$$X = \frac{(Mp\gamma + Mw - Ma\gamma - Maq)}{W} = 1.09m \text{ desde el eje de volteo}$$

$$\frac{(0.10 + 21.42 - 3.89 - 2.01)T/MM}{14.24} = 1.09 \text{ desde el eje de volteo}$$

$$e = \frac{B}{2} - X = 0.16m. \quad \text{desde el centro del cimiento.}$$

$$e = \frac{2.50}{2} - 1.09 = 0.16m \quad \text{desde el centro del cimiento.}$$

$$q = \frac{W}{L} * \left(1 \pm \frac{6 * e}{L}\right) =$$

$$q = \frac{14.24}{2.50} * \left(1 \pm \frac{6 * 0.16}{2.50}\right)$$

$$q(+)= 8.42 T/m^2$$

$$q(-)= 2.95 T/m^2$$

$$q(+)< V_s$$

$$8.42 T/m^2 < 12 T/m^2 \text{ OK}$$

$$q(-) > 0$$

$$2.95 T/m^2 > 0 \text{ OK}$$

Las dimensiones del prediseño del pie y del talón se aceptan y se Toman como definitivas.

11.6 Diseño del pie y talón

Diseño del pie

- Cálculo de pendiente del diagrama de presione

$$W_s = \lambda_s * desp * L_{pie} =$$

$$W_c = \lambda_c * tzap * L_{pie} =$$

$$\left. \begin{aligned} W_s &= 1.66 \frac{T}{m^3} * 0.50m * 0.60m = 0.498 \frac{T}{m} \\ W_c &= 3 \frac{T}{m^3} * 0.30m * 0.60m = 0.54 \frac{T}{m} \end{aligned} \right\} 1.038 \frac{T}{m}$$

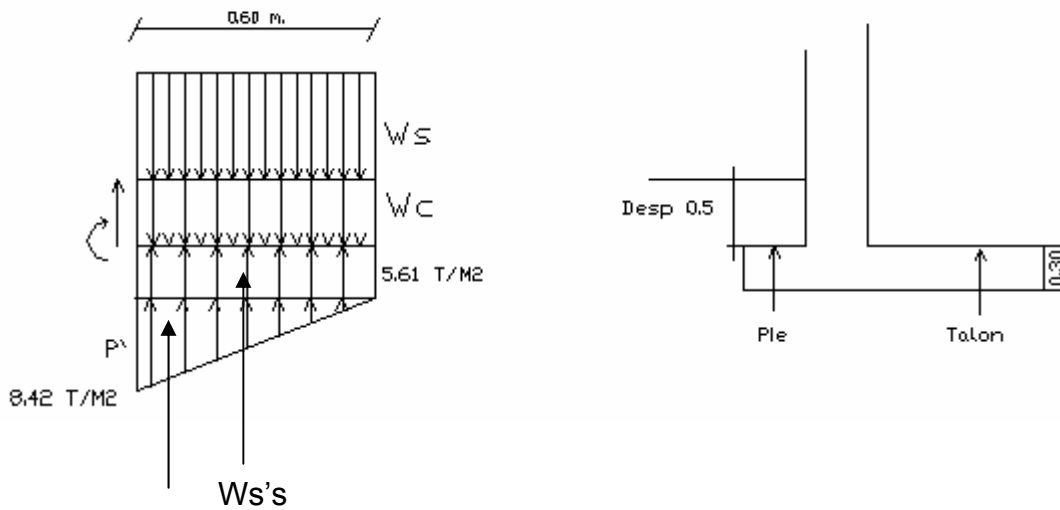
$$W_s' s = 5.61 \frac{T}{M^2} * 0.60 = 3.36 \frac{T}{m}$$

$$W_s'' s = (8.42 - 5.61) \frac{T}{m^2} * \frac{0.60}{2} = 0.843 \frac{T}{M}$$

$$d = t - rec - \frac{\theta}{2} =$$

$$d = 30 - 7.5 - 1.9 \frac{1}{2} = 21.87 CM$$

Figura 23. Diagrama de presiones en el pie



Chequeo Resistente al corte.

$$VR = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$VR = 0.85 * 0.53 * \sqrt{211} * 100 * 21.87 = 14.31$$

El Corte en el Muro es

$$Vu = [W'ss + W''ss - Ws + c] = 1.7(3.36 + 0.84 - 1.038) = 5.37 \frac{T}{M}$$

$$Vu < VR$$

$$5.37 < 14.31 \text{ ok}$$

Chequeo por flexión:

$$M = 1.7[W'ss*(Lpie/2) + W''ss*2/3*Lpie - Ws + c*Lpie/2]$$

$$M = 1.7[3.36*(0.6/2) + 0.843*2/3*0.60 - 1.038*0.60/2] = 1.75T - m/m$$

$$Mu = 1.75 T - M/M$$

$$b = 100 cm$$

$$d = 21.87 cm$$

$$F'c = 211 Kg/Cm^2$$

$$Fy = 2810 Kg/cm^2$$

$$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} As = 3.20 cm^2$$

$$As_{min} = 14.1/2810 * 100 * 21.87 = 10.97$$

Espaciamiento:

$$10.97 cm^2 \quad \text{_____} \quad 100 cm$$

$$1.98 cm^2 \quad \text{_____} \quad x \quad cm$$

$$x = 20 cm. : 1\#4 @ 20 cm \quad \longrightarrow \quad \text{Armado principal}$$

$$A_{temp} = 0.002 * 100 * 21.87 = 4.37$$

$$X=20 \quad \therefore \quad 1 \# 4 @ 20 cm \quad \longrightarrow \quad \text{Armado longitudinal}$$

- Diseño del talón

$$Q_{s+c+q} = \gamma_s * H + \gamma_c * t + q$$

$$Q_{s+c+q} = 1.66 * 3.50 + 2.4t/m^2 * 0.30m + 1T/m^2 = 7.53T/M^2$$

$$W_s = qd * \ell / 2 = 5.61 * 1.30 / 2 = 3.65T/M$$

$$W_{s+c+q} = 7.53T/M^2 * 1.30 / 2 = 4.89T/M$$

Chequeo por corte

$$Vu_{Rostro} = 1.7(W_{s+c+q} - W_s) = 1.7(7.53 - 3.64)T/M^2 = 6.61T/M$$

$$Vu_{Rostro} = 1.7(W_{s+c+q} - W_s) = 1.7(7.53 - 3.64)T/M^2 = 6.61T/M$$

d=21.87

$$VR = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$VR = 0.85 * 0.53 * \sqrt{211} * 100 * 21.87 = 14.31t/m$$

$$Vu < Vr \quad 6.61 < 14.31 \text{ ok}$$

Chequeo por flexión:

$$M = 1.7[W'_{s+c+q} * (\ell_{talón} / 2) + W_s * 1/3 * \ell]$$

$$M = 1.7[4.89 * (1.3/2) - 3.64 * 1/3 * 1.30] = 2.72T - m/m$$

Figura 24. Diagrama de presiones en el talón

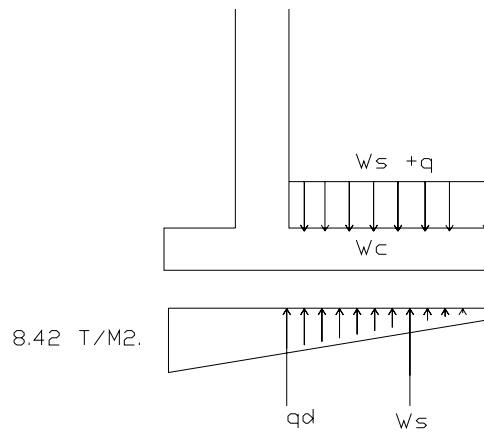


Figura 3. Diagrama equivalente de presiones (del diagrama anterior).

$$Mu = 2720 \text{ KgM /m}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 23 \text{ cm}$$

$$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} As = 4.98 \text{ cm}^2$$

11.7 Determinación de acero principal

$$A_{s \min} = 14.1/2810 * 100 * 21.87 = 10.97$$

Se asumirán barras # 5

Espaciamiento:

$$X = 20cm \therefore 1\#5 @ 20cm \longrightarrow \text{armado principal}$$

11.8 Determinación de acero por temperatura

$$A_{st} = 0.0018 * (b) * (d)$$

$$b = 100cm$$

$$d = 23cm$$

$$A_{st} = 0.0018 * (100cm) * (21.87cm) = 4.37cm^2$$

Se asumirán barras # 4

Espaciamiento:

$$\begin{array}{l} 10.97cm^2 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 100cm \\ 1.98cm^2 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x \quad cm \end{array}$$

$x = 30.43\text{ cm} \therefore 1\#4 @ 30\text{ cm} \longrightarrow \text{armado por temperatura}$

11.9 Resultados finales

Los resultados obtenidos en el diseño del cimiento (Pie y Talón) son los siguientes:

- Diseño del pie

Armado principal: 1 # 5 @ 20 cm

Armado por temperatura: 1 # 4 @ 30 cm

- Diseño del talón

Armado principal: 1 # 5 @ 50 cm

Armado por temperatura: 1 # 4 @ 30 cm

Nota: obsérvese los planos 1 y 2 apéndice C.

11.10 Diseño final

- Cortina

- Área de acero principal:

Para el primer metro (de arriba para abajo):

1 # 4 @ 40 cm

Para el segundo metro (de arriba para abajo):

2 # 3 @ 20 cm

Para el tercer metro (de arriba para abajo):

1# 3 y 1 # 4 @ 20 cm

- Área de acero horizontal:

Para el primer metro (de arriba para abajo; en la corona):

Solera de 40cm x 22.5 cm con 4 barras # 3

Para el segundo metro (de arriba para abajo; intermedia):

Solera de 40cm x 22.5 cm con 4 barras # 3

Para el tercer metro (de arriba para abajo; intermedia):

Solera de 60 cm x 22.5 cm con 6 barras # 3

- Cimiento

- Diseño del pie

Armado principal: 1 # 5 @ 20 cm

Armado por temperatura: 1 # 4 @ 30 cm

- Diseño del talón

Armado principal: 1 # 5 @ 50 cm

Armado por temperatura: 1 # 4 @ 30 cm

Nota: observar los planos 1 y 2 apéndice C.

11.11 Elaboración de planos

Los planos fueron elaborados en AutoCad y Civil Survey por el epesista; se encuentran en el apéndice C.

CONCLUSIONES

1. La realización de trabajos como este tipo de proyecto de diseño y ampliación de carretera, tiene un costo total de Q464, 792.32, con un costo por Km de Q130, 121.03, convirtiéndose en un beneficio directo para todos los pobladores de la Aldea El Bijagual.
2. La construcción del muro de contención tendrá un costo de Q154,827.77, con un valor de Q1888.36 por m^2 , beneficiando directamente a la aldea El Zapote y Aldeas vecinas, ya que si no se toman medidas al respecto la restitución de la carretera por un posible derrumbe del talud tendría costos más elevados que prevenirlo.
3. La construcción del tramo carretero tendrá un beneficio directo a 20 familias e indirecto a 10 familias, por lo que contribuye a su desarrollo de sus actividades sociales, ya que por medio de la misma el transportase de una aldea a otra se facilitará grandemente reduciendo el tiempo de viaje entre las mismas, logrando una mejor comunicación entre aldeas vecinas. El desarrollo económico con este tipo de proyectos será notable, ya que las personas en su mayoría son agricultores.

4. Al poder transportar sus productos de forma más eficiente y a menos costo, repercutirá en la economía de la aldea, además de traer desarrollo y trabajo, ya que a causa de esto se generaran más proyectos de infraestructura, ya que el acceso para cualquier tipo de material o personal se facilita grandemente.

5. La construcción del muro de contención beneficiará no sólo a la aldea El Zapote, sino a las comunidades aledañas a dicha aldea, ya que la carretera que se protegerá, comunica con las aldeas vecinas.

6. El objetivo principal de la construcción de los muros es la protección de la carretera, y asegurará la libre locomoción de los pobladores de las aldeas que utilizan la carretera.

RECOMENDACIONES

1. En este tipo de inversiones la municipalidad debe garantizar la supervisión técnica en la ejecución de proyectos, tanto de carreteras así como de la construcción del muro de contención, ya que sin la supervisión adecuada el diseño puede tomar otros rumbos a beneficio del contratista, teniendo como resultado una mala ejecución del proyecto que perjudicará el mantenimiento de los mismos.
2. Que la municipalidad tome importancia en la construcción de proyectos que garanticen el buen funcionamiento de otros, como es un muro de contención, ya que de ocurrir un derrumbe el costo de paralización de las aldeas así como el restaurar el camino son más elevados que tomar medidas de prevención.
3. Realizar mantenimiento preventivo y correctivo frecuentemente, en la carretera, para que funcione de acuerdo al diseño planificado.
4. Seleccionar un lugar adecuado para el depósito y vertido de materiales provenientes de las distintas fases de la construcción.

7. El mantenimiento, que se le proporcione al proyecto, incide en la duración y buen funcionamiento, por lo que es recomendable mantener una revisión periódica.

8. Se sugiere dejar vegetación en la parte superior del muro, para evitar el desprendimiento del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Fuentes, Byron de Jesús. Planificación y diseño de un tramo carretero. Tesis Ing. civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2001.
2. Perez Méndez Augusto Rene. Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras, Tesis Ing, Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería 1989.
3. Castro Valladares, Nery, Método para el cálculo de costos unitarios de caminos rurales. Tesis Ing. Civil Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1979.
4. DIRECCION GENERAL DE CAMINOS, Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes, Ministerio de comunicaciones y Obras Públicas, republica de Guatemala 1975.
5. Maldonado Méndez Rubén Darío. Procesamiento de datos y elaboración de curvas de nivel mediante el programa Civil Survey de Sofdesck. Tesis Ing. Civil Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2001.
6. Morales Muñoz, Carlos Enrique. Algoritmos para el diseño de muros de contención de mampostería. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1985, 159 pp.
7. WEISSIG, Dirk. Fundamentos sobre la compactación de suelos. Wacker, 1995.
8. Matías Palacios Ronald David. Cálculo y diseño de carreteras utilizando el programa Civil Survey. Tesis ing. Civil Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1997.

APÉNDICE A: PRESUPUESTOS

RESUMEN

| | |
|-----------|--------------|
| Longitud: | 3572.77 mts. |
| Relleno: | 31922.65 m3 |
| Corte: | 32224.03 m3 |
| Roca: | 20% |

1 LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE Q12,647.00

| | |
|-------------|--------------------|
| Ancho: | 5 m |
| Largo: | 3572.77 m |
| Area Total: | 17863.85 m2 |

| | |
|----------------|----------|
| Peones: | 15 p |
| Tiempo Aprox.: | 13 días |
| Pago/dia: | 52 q/dia |
| f.s.: | 1.05 |

| | |
|--------------|-------------------|
| Sub-total | Q10,647.00 |
| Eq. Y Herr. | Q2,000.00 |
| Total | Q12,647.00 |

2 REPLANTEO DE TOPOGRAFÍA 2409.79 Q1.00 **Q2,409.79**

3 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA Q33,133.37

| | |
|--------------------|------------|
| ENC: | 6187.37 m3 |
| Tractor D6-HXL CAT | 100 m3/h |
| precio/hora | 450 Q/h |
| gal/hora | 3 gal/h |
| Precio Diesel | 20 Q |
| horas: | 61.87 h |
| f.s.: | 1.05 |

| | |
|---------------------|-------------------|
| Total Horas: | 64.97 h |
| Sub-total | Q29,235.32 |
| Combustible | Q3,898.04 |
| Total: | Q33,133.37 |

4 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DE MATERIAL DE DESPERDICIO Q25,264.19

| | |
|----------|-------------|
| Relleno: | 31922.65 m3 |
| Corte: | 32224.03 m3 |
| ENC MD | 6187.37 m3 |
| 15% Roca | 928.11 m3 |

Diferencia 5259.26 m3

| | |
|--------------------|---------|
| Tractor D6-HXL CAT | 80 m3/h |
| Precio/hora | 300 Q/h |
| gal/hora | 3 gal/h |
| Precio Diesel | 22 Q |
| horas: | 65.74 h |
| f.s.: | 1.05 |

| | |
|---------------------|----------------|
| Total Horas: | 69.03 h |
|---------------------|----------------|

| | |
|---------------|-------------------|
| Sub-total | Q20,708.35 |
| Combustible | Q4,555.84 |
| Total: | Q25,264.19 |

5 EXCAVACIÓN EN ROCA

Q14,508.02

| | |
|---------------------|-------------------|
| 15% Roca | 1590.21 m3 |
| Tractor D6-HXL CAT | 45 m3/h |
| Precio/hora | 325 Q/h |
| gal/hora | 3 gal/h |
| Precio Diesel | 22 Q |
| horas: | 35.34 h |
| f.s.: | 1.05 |
| Total Horas: | 37.10 h |
| Sub-total | Q12,059.09 |
| Combustible | Q2,448.92 |
| Total: | Q14,508.02 |

6 CONFORMACIÓN DE LA SUBRASANTE

Q34,417.47

| | |
|---------------------|-------------------|
| (a) Longitud | 3572.77 ml |
| Motoniveladora | 110 ml/h |
| Precio/hora | 300 Q/h |
| gal/hora | 4 gal/h |
| Precio Diesel | 20 Q |
| horas: | 32.48 h |
| f.s.: | 1.05 |
| Total Horas: | 34.10 h |
| Sub-total | Q10,231.11 |
| Combustible | Q2,728.30 |
| Total (a): | Q12,959.41 |

| | |
|---------------------|-------------------|
| (b) Longitud | 3572.77 ml |
| Vibrocompactadora | 50 ml/h |
| Precio/hora | 220 Q/h |
| gal/hora | 3 gal/h |
| Precio Diesel | 22 Q |
| horas: | 71.46 h |
| f.s.: | 1.05 |
| Total Horas: | 75.03 h |
| Sub-total | Q16,506.20 |
| Combustible | Q4,951.86 |
| Total (b): | Q21,458.06 |

Total a y b Q34,417.47

9 CAPA DE BALASTO**Q42,997.92**

| | | |
|-----|---------------------|------------------|
| (a) | Longitud | 3572.77 ml |
| | Motoniveladora | 100 ml/h |
| | Precio/hora | 150 Q/h |
| | gal/hora | 3 gal/h |
| | Precio Diesel | 20 Q |
| | horas: | 35.73 h |
| | f.s.: | 1.05 |
| | Total Horas: | 37.51 h |
| | Sub-total | Q5,627.11 |
| | Combustible | Q2,250.85 |
| | Total (a): | Q7,877.96 |

| | | |
|-----|---------------------|-------------------|
| (b) | Longitud | 3572.77 ml |
| | Vibrocompactadora | 70 ml/h |
| | Precio/hora | 220 Q/h |
| | gal/hora | 3 gal/h |
| | Precio Diesel | 20 Q |
| | horas: | 51.04 h |
| | f.s.: | 1.05 |
| | Total Horas: | 53.59 h |
| | Sub-total | Q11,790.14 |
| | Combustible | Q3,215.49 |
| | Total (b): | Q15,005.63 |

| | | |
|-----|---------------------|-------------------|
| (c) | Camión Cisterna | |
| | Precio/hora | 75 Q/h |
| | gal/hora | 3 gal/h |
| | Precio Diesel | 20 Q |
| | horas: | 141.90 h |
| | f.s.: | 1.05 |
| | Total Horas: | 149.00 h |
| | Sub-total | Q11,174.63 |
| | Combustible | Q8,939.70 |
| | Total (c): | Q20,114.33 |

Total a,b y c: Q42,997.92

| | | | |
|-----------|--------------------------|------------------|------------------|
| 10 | CUNETAS NATURALES | | Q9,603.61 |
| | Longitud: | 7145.54 ml | |
| | Motoniveladora | 250 ml/h | |
| | Precio/hora | 200 Q/h | |
| | gal/hora | 6 gal/h | |
| | Precio Diesel | 20 Q | |
| | horas: | 28.58 h | |
| | f.s.: | 1.05 | |
| | Total Horas: | 30.01 h | |
| | Sub-total | Q6,002.25 | |
| | Combustible | Q3,601.35 | |
| | Total: | Q9,603.61 | |

| | | | |
|-----------|--------------------------|-------------------|-------------------|
| 11 | ALCANTARILLADO | | Q45,837.46 |
| | No. Alcantarilas | 8 Uni diam 36" | |
| | Longitud c/u | 6 m | TOTAL ML 24 |
| | Precio | 600 Q/ml | |
| | Sub-total | Q28,800.00 | |
| | Cajas y cabezales | | |
| | Mamposteria | 4 m3 c/u | |
| | Alcantarillas | 4 u | |
| | total | 16 m3 | |
| | Piedrin | 0.66 m3/m3 | Q90.00 m3 |
| | Arena | 0.52 m3/m3 | Q125.00 m3 |
| | Cemento | 8 sacos/m3 | Q40.00 saco |
| | Total Piedrin | Q950.40 | |
| | Total Arena | Q1,040.00 | |
| | Total Cemento | Q5,120.00 | |
| | Sub-Total | Q7,110.40 | |
| | f.s. | 1.05 | |
| | Sub-total | Q7,465.92 | |
| | Mano de Obra | | |
| | Armado y colocado | 50 Q/ml | |
| | longitud | 18 ml | |
| | f.s. | 1.05 | |
| | Sub-total | Q945.00 | |
| | M.O. Mamposteria | 60 Q/m3 | |
| | longitud | 18 ml | |
| | f.s. | 1.05 | |
| | Sub-total | Q1,134.00 | |

Excavación Estructural para Alcantarillas

| | |
|------------------|------------------|
| longitud | 6 m |
| Ancho | 2.25 m |
| Alto | 1.3 m |
| Volumen | 17.55 m3 |
| Rendimiento | 4 h/tubo |
| tubos | 4 u |
| f.s | 1.1 |
| Horas | 17.6 |
| precio | 200 Q/h |
| gal/hora | 3 gal/h |
| Precio Diesel | 18.2 Q |
| Sub-total | Q3,520.00 |
| Combustible | Q960.96 |
| Sub-total | Q4,480.96 |

Relleno Estructural para Alcantarillas

| | |
|------------------|------------------|
| Volumen | 105.3 m3 |
| Retroexcavadora | 10 m3/hora |
| Precio/hora | 200 Q/h |
| gal/hora | 3 gal/h |
| Precio Diesel | 20 Q |
| horas: | 10.53 h |
| f.s.: | 1.1 |
| Total Horas: | 11.58 h |
| Sub-total | Q2,316.60 |
| Combustible | Q694.98 |
| Sub-total | Q3,011.58 |

Total Alcantarillado Q45,837.46**12 TRANSPORTE DE MAQUINARIA****Q9,800.00**

| | |
|------------------------|------------------|
| Asfalto | 10 km |
| Terraceria | 17 km |
| Distancia Total | 27 km |
| Precio Asfalto | 30 Q/km |
| Precio Terraceria | 40 Q/km |
| Maquinas | 5 unidades |
| Ida y Vuelta | 2 |
| Sub-total Asfalto | Q3,000.00 |
| Sub-total terraceria | Q6,800.00 |
| Total | Q9,800.00 |

TOTAL Q371,833.85

| | | |
|-----------|----------------------|-------------------|
| 11 | Puentes Vaden | Q76,726.54 |
|-----------|----------------------|-------------------|

| | | | |
|------------------|-------------------|----------|----|
| No. Puentes | 5 Uni | | |
| Longitud c/u | 6 m | TOTAL ML | 24 |
| Precio | 1200 Q/ml | | |
| Sub-total | Q36,000.00 | | |

Cajas y cabezales

| | | | |
|------------------|-------------------|-------------|--|
| Mamposteria | 4 m3 c/u | | |
| Alcantarillas | 4 u | | |
| total | 16 m3 | | |
| Piedrin | 7 m3/m3 | Q90.00 m3 | |
| Arena | 8 m3/m3 | Q125.00 m3 | |
| Cemento | 45 sacos/m3 | Q40.00 saco | |
| Total Piedrin | Q10,080.00 | | |
| Total Arena | Q16,000.00 | | |
| Total Cemento | Q1,800.00 | | |
| Sub-Total | Q27,880.00 | | |
| f.s. | 1.05 | | |
| Sub-total | Q29,274.00 | | |

Mano de Obra

| | | | |
|-------------------|------------------|--|--|
| Armado y colocado | 50 Q/ml | | |
| longitud | 18 ml | | |
| f.s. | 3 | | |
| Sub-total | Q2,700.00 | | |

| | | | |
|------------------|------------------|--|--|
| M.O. Mamposteria | 60 Q/m3 | | |
| longitud | 20 ml | | |
| f.s. | 1.05 | | |
| Sub-total | Q1,260.00 | | |

Excavación Estructural para puentes tipo vadenes

| | | | |
|------------------|------------------|--|--|
| longitud | 6 ml | | |
| Ancho | 2.25 m | | |
| Alto | 1.3 m | | |
| Volumen | 17.55 m3 | | |
| Rendimiento | 4 h/tubo | | |
| tubos | 4 u | | |
| f.s. | 1.1 | | |
| Horas | 17.6 | | |
| precio | 200 Q/h | | |
| gal/hora | 3 gal/h | | |
| Precio Diesel | 18.2 Q | | |
| Sub-total | Q3,520.00 | | |
| Combustible | Q960.96 | | |
| Sub-total | Q4,480.96 | | |

| | |
|---|------------------|
| Relleno Estructural para puentes tipo vaden | |
| Volumen | 105.3 m3 |
| Retroexcavadora | 10 m3/hora |
| Precio/hora | 200 Q/h |
| gal/hora | 3 gal/h |
| Precio Diesel | 20 Q |
| horas: | 10.53 h |
| f.s.: | 1.1 |
| <hr/> | |
| Total Horas: | 11.58 h |
| Sub-total | Q2,316.60 |
| Combustible | Q694.98 |
| <hr/> | |
| Sub-total | Q3,011.58 |

Total Puentes vaden Q76,726.54

MUNICIPIO DE MORAZÁN
 DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO
 GUATEMALA 2006

CUADRO DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS Y COSTOS

PROYECTO: Mejoramiento Carretera de la aldea el Cacao Viejo a la aldea el Vijagual

UBICACIÓN: Morazán, El Progreso

LONGITUD: 3+572.77 KM

| No. | REGLON | CANTIDAD | UNIDAD | P.U. | COSTO DIRECTO | UTLIDAD 10% | ADMON. 10% | SUPERVISION 5% | TOTAL |
|-----|--|----------|--------|-------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1 | LIMPIA,CHAPEO Y DESTRONQUE | 17863.85 | M2 | Q 0.71 | Q 12,647.00 | Q 1,264.70 | Q 1,264.70 | Q 632.35 | Q 15,808.75 |
| 2 | REPLANTEO DE TOPOGRAFIA | 2409.79 | ML | Q 1.00 | Q 2,409.79 | Q 240.98 | Q 240.98 | Q 120.49 | Q 3,012.24 |
| 3 | EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA | 6187.37 | M3 | Q 5.36 | Q 33,133.37 | Q 3,313.34 | Q 3,313.34 | Q 1,656.67 | Q 41,416.71 |
| 4 | EXCABACION NO CLASIFICADA DE MATERIAL DE DESPERDICIO | 5259.26 | M3 | Q 4.80 | Q 25,264.19 | Q 2,526.42 | Q 2,526.42 | Q 1,263.21 | Q 31,580.24 |
| 5 | EXCAVACIÓN EN ROCA | 1590.21 | M3 | Q 9.12 | Q 14,508.02 | Q 1,450.80 | Q 1,450.80 | Q 725.40 | Q 18,135.02 |
| 6 | CONFORMACIÓN DE LA SUB-RASANTE | 3572.77 | ML | Q 9.63 | Q 34,417.47 | Q 3,441.75 | Q 3,441.75 | Q 1,720.87 | Q 43,021.83 |
| 7 | EXCAVACIÓN DE BALASTO EN BANCO | 3572.77 | M3 | Q 6.24 | Q 22,294.08 | Q 2,229.41 | Q 2,229.41 | Q 1,114.70 | Q 27,867.61 |
| 8 | ACARREO DE BALASTO | 3572.77 | M3 | Q 11.81 | Q 42,194.41 | Q 4,219.44 | Q 4,219.44 | Q 2,109.72 | Q 52,743.02 |
| 9 | CAPA DE BALASTO | 3572.77 | ML | Q 12.03 | Q 42,997.92 | Q 4,299.79 | Q 4,299.79 | Q 2,149.90 | Q 53,747.40 |
| 10 | EXCAVACION DE CUNETAS NATURALES | 7145.54 | ML | Q 1.34 | Q 9,603.61 | Q 960.36 | Q 960.36 | Q 480.18 | Q 12,004.51 |
| 11 | PUNTES VADEN | 6.00 | UD | Q 12,787.76 | Q 76,726.54 | Q 7,672.65 | Q 7,672.65 | Q 3,836.33 | Q 95,908.18 |
| 12 | DRENAJE TRANSVERSAL | 9.00 | ML | Q 5,093.05 | Q 45,837.46 | Q 4,583.75 | Q 4,583.75 | Q 2,291.87 | Q 57,296.83 |
| 13 | TRANSPORTE DE MAQUINARIA | 1.00 | GLOBAL | Q 9,800.00 | Q 9,800.00 | Q 980.00 | Q 980.00 | Q 490.00 | Q 12,250.00 |
| | TOTALES | | | | Q 371,833.85 | Q 37,183.39 | Q 37,183.39 | Q 18,591.69 | Q - |
| | | | | | | | | | Q 464,792.32 |

* El costo incluye el valor de mano de obra no calificada local.

** El precio unitario por kilometro de carretera es de

Q130,121.03

Vo.Bo. Ing.Oliver RomeoContreras Ramos

MUNICIPIO DE MORAZAN
 DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO
 GUATEMALA 2007

CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCIERO

PROYECTO: Mejoramiento Carretera de la aldea el Cacao Viejo a la aldea el Vijagual
 UBICACIÓN: Morazán, El Progreso
 LONGITUD: 3+572.77 KM

| No. | Actividades | M E S E S | | | | | % | AVANCE FINANCIERO | |
|-------------------|--|-----------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------------------|-------------------|
| | | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | | | |
| 1 | LIMPIA,CHAPEO Y DESTRONQUE | ■ | | | | | 3.40% | Q | 15,808.75 |
| 2 | REPLANTEO DE TOPOGRAFIA | | ■ | | | | 0.65% | Q | 3,012.24 |
| 3 | EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA | | ■ | ■ | | | 8.91% | Q | 41,416.71 |
| 4 | EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DE MATERIAL DE DESPERDICIO | | ■ | ■ | ■ | | 6.79% | Q | 31,580.24 |
| 5 | EXCAVACIÓN EN ROCA | | | ■ | ■ | | 3.90% | Q | 18,135.02 |
| 6 | CONFORMACIÓN DE LA SUB-RASANTE | | | | ■ | ■ | 9.26% | Q | 43,021.83 |
| 7 | EXCAVACIÓN DE BALASTO EN BANCO | | | | ■ | ■ | 6.00% | Q | 27,867.61 |
| 8 | ACARREO DE BALASTO | | | | | ■ | 11.35% | Q | 52,743.02 |
| 9 | CAPA DE BALASTO | | | | ■ | ■ | 11.56% | Q | 53,747.40 |
| 10 | EXCAVACIÓN DE CUNETAS NATURALES | | | | | ■ | 2.58% | Q | 12,004.51 |
| 11 | PUENTES BADEN | | | | | ■ | 20.63% | Q | 95,908.18 |
| 12 | ALCANTARILLADO | | | | | ■ | 12.33% | Q | 57,296.83 |
| 13 | TRANSPORTE DE MAQUINARIA | | ■ | | | | 2.64% | Q | 12,250.00 |
| COSTO NETO | | | | | | | 100.00% | Q | 464,792.32 |

Ing. Oliver Romeo Contreras Ramos

PRESUPUESTO: Muro de Contencion Aldea El Zapote

CUANTIFICACIÓN DE MATERIALES

PRELIMINARES

| No. | Descripcion | Costo Unitario | Unidad | Cantidad | subtotal |
|-----------------|--------------------|-----------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| 1 | Cubetas | Q 12.00 | Unidad | 10 | Q 120.00 |
| 2 | Piochas | Q 45.00 | Unidad | 4 | Q 180.00 |
| 3 | Azadones | Q 35.00 | Unidad | 4 | Q 140.00 |
| 4 | Sierra de arco | Q 17.00 | Unidad | 1 | Q 17.00 |
| 5 | Palas | Q 35.00 | Unidad | 4 | Q 140.00 |
| 6 | Carretas | Q 180.00 | Unidad | 2 | Q 360.00 |
| 7 | Coba | Q 17.00 | Unidad | 1 | Q 17.00 |
| 8 | Toneles | Q 100.00 | Unidad | 3 | Q 300.00 |
| 9 | Cuchara 5" | Q 12.00 | Unidad | 3 | Q 36.00 |
| 10 | Hilo de Nylon | Q 15.00 | Unidad | 1 | Q 15.00 |
| 11 | Trepano | Q 55.00 | Unidad | 1 | Q 55.00 |
| 13 | Martillo | Q 30.00 | Unidad | 3 | Q 90.00 |
| 14 | Macho | Q 35.00 | Unidad | 1 | Q 35.00 |
| 15 | Nivel | Q 50.00 | Unidad | 2 | Q 100.00 |
| 16 | Espatula | Q 7.00 | Unidad | 4 | Q 28.00 |
| 17 | Plomo de Nuez | Q 35.00 | Unidad | 2 | Q 70.00 |
| 18 | Escuadra de metal | Q 60.00 | Unidad | 1 | Q 60.00 |
| 19 | Machete | Q 25.00 | Unidad | 2 | Q 50.00 |
| 20 | Mangera 100` | Q 90.00 | Unidad | 2 | Q 180.00 |
| SUBTOTAL | | | | | Q 1,993.00 |

PRESUPUESTO: Muro de Contencion Aldea El Zapote**CIMIENACION PIE Y TALON**

| No. | Descripcion | Costo Unitario | Unidad | Cantidad | subtotal |
|-----------------|--------------------|-----------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| 1 | Cemento | Q 41.00 | Saco | 169 | Q 6,929.00 |
| 2 | Arena de Río | Q 120.00 | m ³ | 11.52 | Q 1,382.40 |
| 3 | Piedrin 1/2 | Q 150.00 | m ³ | 20.64 | Q 3,096.00 |
| 4 | Hierro No 4 | Q 270.00 | qq | 16.5 | Q 4,455.00 |
| 5 | Alamnbre de amarre | Q 12.00 | lb | 50 | Q 600.00 |
| 6 | Hierro No 3 | Q 220.00 | qq | 0.22 | Q 48.40 |
| SUBTOTAL | | | | | Q 16,510.80 |

LEVANTADO DE MURO

| No. | Descripcion | Costo Unitario | Unidad | Cantidad | subtotal |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| 1 | Cemento | Q 42.50 | Sacos | 60 | Q 2,550.00 |
| 2 | Arena | Q 120.00 | m ³ | 13.3 | Q 1,596.00 |
| 3 | Block 19*19*40 de 35 kg/cm2 | Q 3.00 | Unidad | 2100 | Q 6,300.00 |
| 4 | Hierro No 4 | Q 270.00 | qq | 7 | Q 1,890.00 |
| 5 | Hierro No 3 | Q 220.00 | qq | 8 | Q 1,760.00 |
| 6 | Concreto Pobre Relacion 1:2:3 | | | | |
| 6.1 | Cemento | Q 42.50 | Sacos | 40 | Q 1,700.00 |
| 6.2 | Arena | Q 120.00 | m ³ | 2.6 | Q 312.00 |
| 6.3 | Piedrin 1/2 | Q 150.00 | m ³ | 3.9 | Q 585.00 |
| SUBTOTAL | | | | | Q 16,693.00 |

PRESUPUESTO: Muro de Contencion Aldea El Zapote**SOLERAS**

| No. | Descripcion | Costo Unitario | Unidad | Cantidad | subtotal |
|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------|-----------------|-------------------|
| 1 | Cemento | Q 42.50 | Sacos | 84 | Q 3,570.00 |
| 2 | Arena | Q 100.00 | m ³ | 5 | Q 500.00 |
| 3 | Piedrín de 1/2" | Q 150.00 | m ³ | 9 | Q 1,350.00 |
| 4 | Tablas de (1"*12"*10') | Q 50.00 | Unidad | 10 | Q 500.00 |
| 5 | Hierro No 2 | Q 180.00 | qq | 3.5 | Q 630.00 |
| 6 | Hierro No 3 | Q 220.00 | qq | 8 | Q 1,760.00 |
| 7 | Clavo de 3" | Q 5.00 | lb | 30 | Q 150.00 |
| SUBTOTAL | | | | | Q 8,460.00 |

COLUMNAS

| No. | Descripcion | Costo Unitario | Unidad | Cantidad | subtotal |
|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------|-----------------|-------------------|
| 1 | Cemento | Q 42.50 | Sacos | 26 | Q 1,105.00 |
| 2 | Arena | Q 100.00 | m ³ | 1.56 | Q 156.00 |
| 3 | Piedrín de 1/2" | Q 150.00 | m ³ | 2 | Q 300.00 |
| 4 | Tablas de (1"*12"*10') | Q 50.00 | Unidad | 5 | Q 250.00 |
| 5 | Hierro No 4 | Q 270.00 | qq | 6.5 | Q 1,755.00 |
| 6 | Hierro No 3 | Q 220.00 | qq | 3.5 | Q 770.00 |
| 7 | Clavo de 3" | Q 5.00 | lb | 5 | Q 25.00 |
| SUBTOTAL | | | | | Q 4,361.00 |

PRESUPUESTO: Muro de Contencion Aldea El Zapote

CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA

PRELIMINARES

| No. | Descripcion | Costo Unitario | Unidad | Cantidad | Subtotal |
|-----------------|--------------------|----------------|--------|----------|-----------------|
| 1 | Limpieza y Chapeo | Q 2.25 | m2 | 116.1 | Q 261.23 |
| 2 | Trazo y Estaqueado | Q 6.00 | ml | 116.1 | Q 696.60 |
| SUBTOTAL | | | | | Q 957.83 |

CIMENTACIÓN (PIE Y TALÓN)

| No. | Descripcion | Costo Unitario | Unidad | Cantidad | Subtotal |
|-----------------|---|----------------|--------|----------|--------------------|
| 1 | Excavación | Q 25.00 | m3 | 108 | Q 2,700.00 |
| 2 | Nivelación | Q 15.00 | m2 | 116.1 | Q 1,741.50 |
| 3 | Armado del cimiento (incluye amarre de pines) | Q 44.00 | ml | 54 | Q 2,376.00 |
| 4 | Fundición | Q 60.00 | ml | 54 | Q 3,240.00 |
| 5 | Relleno | Q 35.00 | m3 | 150 | Q 5,250.00 |
| SUBTOTAL | | | | | Q 15,307.50 |

COLUMNAS

| No. | Descripcion | Costo Unitario | Unidad | Cantidad | Subtotal |
|-----------------|-------------------|----------------|--------|----------|-------------------|
| 1 | Armado | Q 20.00 | ml | 72 | Q 1,440.00 |
| 2 | Formaleteado | Q 10.00 | ml | 72 | Q 720.00 |
| 3 | Fundición | Q 10.00 | ml | 72 | Q 720.00 |
| 4 | Acabado (un lado) | Q 7.00 | ml | 72 | Q 504.00 |
| SUBTOTAL | | | | | Q 3,384.00 |

PRESUPUESTO: Muro de Contencion Aldea El Zapote

SOLERA (0.60*0.20)

| No. | Descripcion | Costo Unitario | Unidad | Cantidad | Subtotal |
|-----------------|--------------------|-----------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| 1 | Armado | Q 20.56 | ml | 20 | Q 411.20 |
| 2 | Formaleteado | Q 10.00 | ml | 20 | Q 200.00 |
| 3 | Fundición | Q 15.00 | ml | 20 | Q 300.00 |
| 4 | Acabado (un lado) | Q 7.00 | ml | 20 | Q 140.00 |
| SUBTOTAL | | | | | Q 1,051.20 |

SOLERAS (0.4 X 0.2 X 2)

| No. | Descripcion | Costo Unitario | Unidad | Cantidad | Subtotal |
|-----------------|--------------------|-----------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| 1 | Armado | Q 12.50 | ml | 80 | Q 1,000.00 |
| 2 | Formaleteado | Q 10.00 | ml | 80 | Q 800.00 |
| 3 | Fundición | Q 12.50 | ml | 80 | Q 1,000.00 |
| 4 | Acabado (un lado) | Q 7.00 | ml | 80 | Q 560.00 |
| SUBTOTAL | | | | | Q 3,360.00 |

LEVANTADO DE MURO (0.60 m DE ANCHO)

| No. | Descripcion | Costo Unitario | Unidad | Cantidad | Subtotal |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| 1 | Colocado de block (sisado una cara) | Q 75.00 | m2 | 28.8 | Q 2,160.00 |
| 2 | Pineado de block | Q 5.00 | ml | 180 | Q 900.00 |
| SUBTOTAL | | | | | Q 3,060.00 |

LEVANTADO DE MURO (0.40 m DE ANCHO)

| No. | Descripcion | Costo Unitario | Unidad | Cantidad | Subtotal |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| 1 | Colocado de block (sisado una cara) | Q 55.00 | m2 | 57.6 | Q 3,168.00 |
| 2 | Pineado de block | Q 5.00 | ml | 220 | Q 1,100.00 |
| SUBTOTAL | | | | | Q 4,268.00 |

PRESUPUESTO: Muro de Contencion Aldea El Zapote**DRENAJES**

| No. | Descripcion | Costo Unitario | Unidad | Cantidad | Subtotal |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| 1 | Colocaci3n de tubos | Q 5.00 | Unidad | 200 | Q 1,000.00 |
| 2 | Fundici3n de espacios (de tubos) | Q 10.00 | Unidad | 200 | Q 2,000.00 |
| 3 | Colocaci3n de pantalla de grava | Q 10.00 | m2 | 122.55 | Q 1,225.50 |
| 4 | Relleno (incluye compactado) | Q 30.00 | m3 | 122.49 | Q 3,674.70 |
| SUBTOTAL | | | | | Q 7,900.20 |

CONCRETO CICLOPEO

| No. | Descripcion | Costo Unitario | Unidad | Cantidad | subtotal |
|-----------------|--------------------|-----------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | Hacer Concreto | Q 42.50 | m ³ | 3 | Q 127.50 |
| 2 | Colocar Concreto | Q 100.00 | m ³ | 3 | Q 300.00 |
| SUBTOTAL | | | | | Q 427.50 |

SUBTOTAL DE MANO DE OBRA**Q 30,235.20**

PRESUPUESTO: Muro de Contencion Aldea El Zapote

RESUMEN DE PRESUPUESTO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | MATERIALES | M. DE OBRA |
|---------------------------|-----------|--------------------|--------------------|
| PRELIMINARES | 81.7 m2 | Q 1,064.00 | Q 428.93 |
| CIMENTACIÓN (PIE Y TALÓN) | 40.85 ml | Q 21,551.95 | Q 7,843.20 |
| COLUMNAS (0.2 X 0.2 X 3) | 72 ml | Q 7,524.00 | Q 3,384.00 |
| SOLERA (0.6 X 0.2 X 2) | 36 ml | Q 5,685.00 | Q 1,692.00 |
| SOLERAS (0.4 X 0.2 X 2) | 72 ml | Q 6,996.40 | Q 3,024.00 |
| LEVANTADO DE MURO | 86.4 m2 | Q 19,164.05 | Q 6,948.00 |
| DRENAJES | 122.55 m2 | Q 4,482.00 | Q 7,330.20 |
| CONCRETO CICLOPEO | | | |
| TOTAL | | Q 66,467.40 | Q 30,650.33 |

| | | |
|--------------------------|--|--------------------|
| TOTALES PARCIALES | | Q 97,117.73 |
|--------------------------|--|--------------------|

APÉNDICE B: PLANOS DEL PROYECTO DE CARRETERAS

Índice de planos

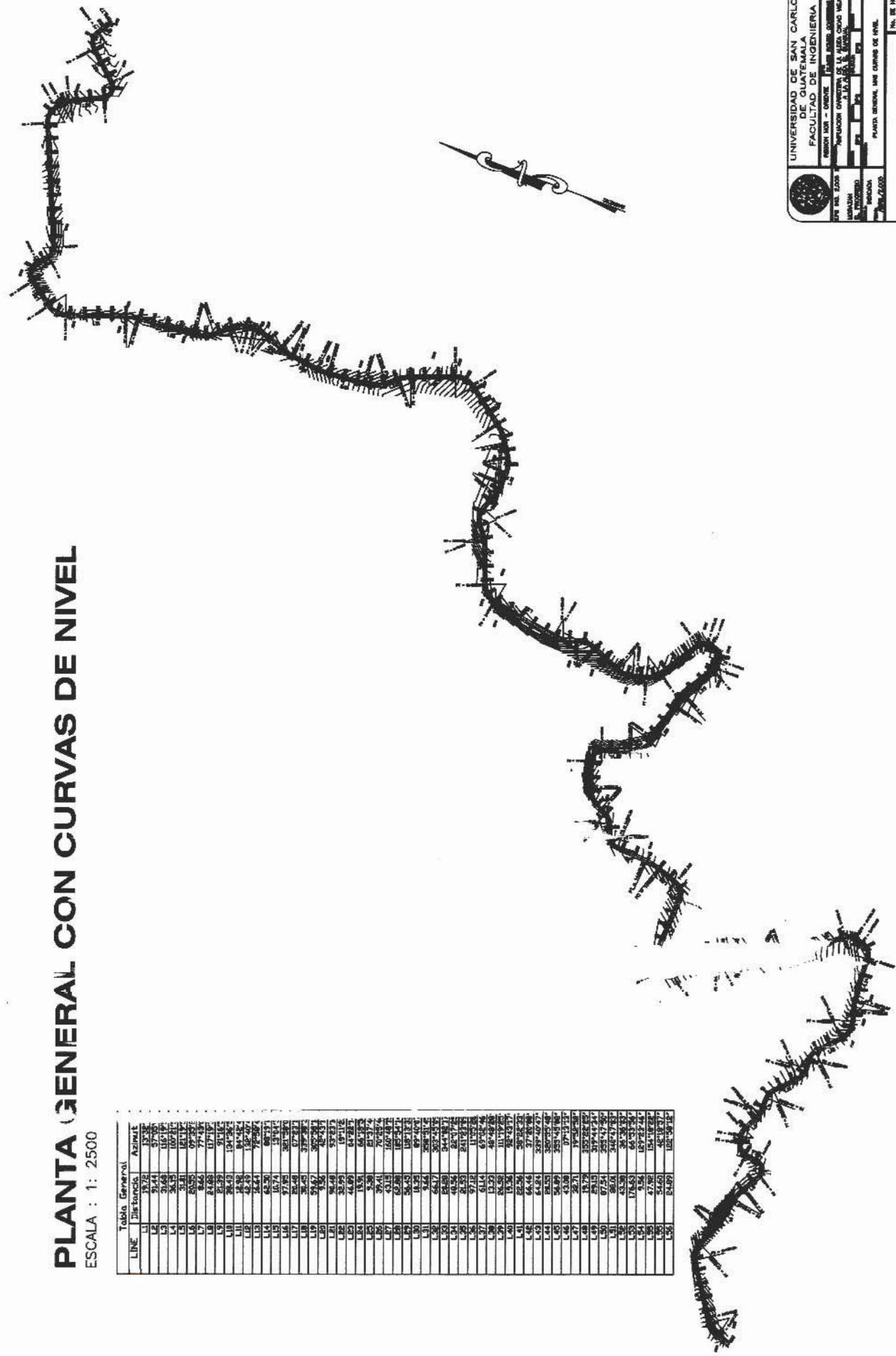
| | |
|---|-----|
| PLANTA GENERAL MÁS CURVAS DE NIVEL | 1-9 |
| PLANTA PERFIL | 2-9 |
| PLANTA PERFIL | 3-9 |
| PLANTA PERFIL | 4-9 |
| DETALLE DE CORTES TRANSVERSALES SECCIÓN | 5-9 |
| DETALLE DE CORTES TRANSVERSALES SECCIÓN | 6-9 |
| DETALLE DE CORTES TRANSVERSALES SECCIÓN | 7-9 |
| DETALLE DE CORTES TRANSVERSALES SECCIÓN | 8-9 |
| DETALLE DE TRANSVERSAL MAS CABEZALES | 9-9 |

PLANTA GENERAL CON CURVAS DE NIVEL

ESCALA : 1 : 2500

Tabla General

| LINE | Dist. Curvas | Área |
|------|--------------|-------|
| L1 | 3141 | 37208 |
| L2 | 3141 | 15179 |
| L3 | 3148 | 15179 |
| L4 | 3615 | 10741 |
| L5 | 3131 | 15117 |
| L6 | 3221 | 17142 |
| L7 | 4768 | 17119 |
| L8 | 4139 | 51116 |
| L9 | 2643 | 13426 |
| L10 | 4338 | 15117 |
| L11 | 4338 | 15117 |
| L12 | 4338 | 15117 |
| L13 | 4338 | 15117 |
| L14 | 4338 | 15117 |
| L15 | 4338 | 15117 |
| L16 | 4338 | 15117 |
| L17 | 4338 | 15117 |
| L18 | 4338 | 15117 |
| L19 | 4338 | 15117 |
| L20 | 4338 | 15117 |
| L21 | 4338 | 15117 |
| L22 | 4338 | 15117 |
| L23 | 4338 | 15117 |
| L24 | 4338 | 15117 |
| L25 | 4338 | 15117 |
| L26 | 4338 | 15117 |
| L27 | 4338 | 15117 |
| L28 | 4338 | 15117 |
| L29 | 4338 | 15117 |
| L30 | 4338 | 15117 |
| L31 | 4338 | 15117 |
| L32 | 4338 | 15117 |
| L33 | 4338 | 15117 |
| L34 | 4338 | 15117 |
| L35 | 4338 | 15117 |
| L36 | 4338 | 15117 |
| L37 | 4338 | 15117 |
| L38 | 4338 | 15117 |
| L39 | 4338 | 15117 |
| L40 | 4338 | 15117 |
| L41 | 4338 | 15117 |
| L42 | 4338 | 15117 |
| L43 | 4338 | 15117 |
| L44 | 4338 | 15117 |
| L45 | 4338 | 15117 |
| L46 | 4338 | 15117 |
| L47 | 4338 | 15117 |
| L48 | 4338 | 15117 |
| L49 | 4338 | 15117 |
| L50 | 4338 | 15117 |
| L51 | 4338 | 15117 |
| L52 | 4338 | 15117 |
| L53 | 4338 | 15117 |
| L54 | 4338 | 15117 |
| L55 | 4338 | 15117 |
| L56 | 4338 | 15117 |
| L57 | 4338 | 15117 |
| L58 | 4338 | 15117 |
| L59 | 4338 | 15117 |
| L60 | 4338 | 15117 |
| L61 | 4338 | 15117 |
| L62 | 4338 | 15117 |
| L63 | 4338 | 15117 |
| L64 | 4338 | 15117 |
| L65 | 4338 | 15117 |
| L66 | 4338 | 15117 |
| L67 | 4338 | 15117 |
| L68 | 4338 | 15117 |
| L69 | 4338 | 15117 |
| L70 | 4338 | 15117 |
| L71 | 4338 | 15117 |
| L72 | 4338 | 15117 |
| L73 | 4338 | 15117 |
| L74 | 4338 | 15117 |
| L75 | 4338 | 15117 |
| L76 | 4338 | 15117 |
| L77 | 4338 | 15117 |
| L78 | 4338 | 15117 |
| L79 | 4338 | 15117 |
| L80 | 4338 | 15117 |
| L81 | 4338 | 15117 |
| L82 | 4338 | 15117 |
| L83 | 4338 | 15117 |
| L84 | 4338 | 15117 |
| L85 | 4338 | 15117 |
| L86 | 4338 | 15117 |
| L87 | 4338 | 15117 |
| L88 | 4338 | 15117 |
| L89 | 4338 | 15117 |
| L90 | 4338 | 15117 |
| L91 | 4338 | 15117 |
| L92 | 4338 | 15117 |
| L93 | 4338 | 15117 |
| L94 | 4338 | 15117 |
| L95 | 4338 | 15117 |
| L96 | 4338 | 15117 |
| L97 | 4338 | 15117 |
| L98 | 4338 | 15117 |
| L99 | 4338 | 15117 |
| L100 | 4338 | 15117 |



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: []
FECHA: []

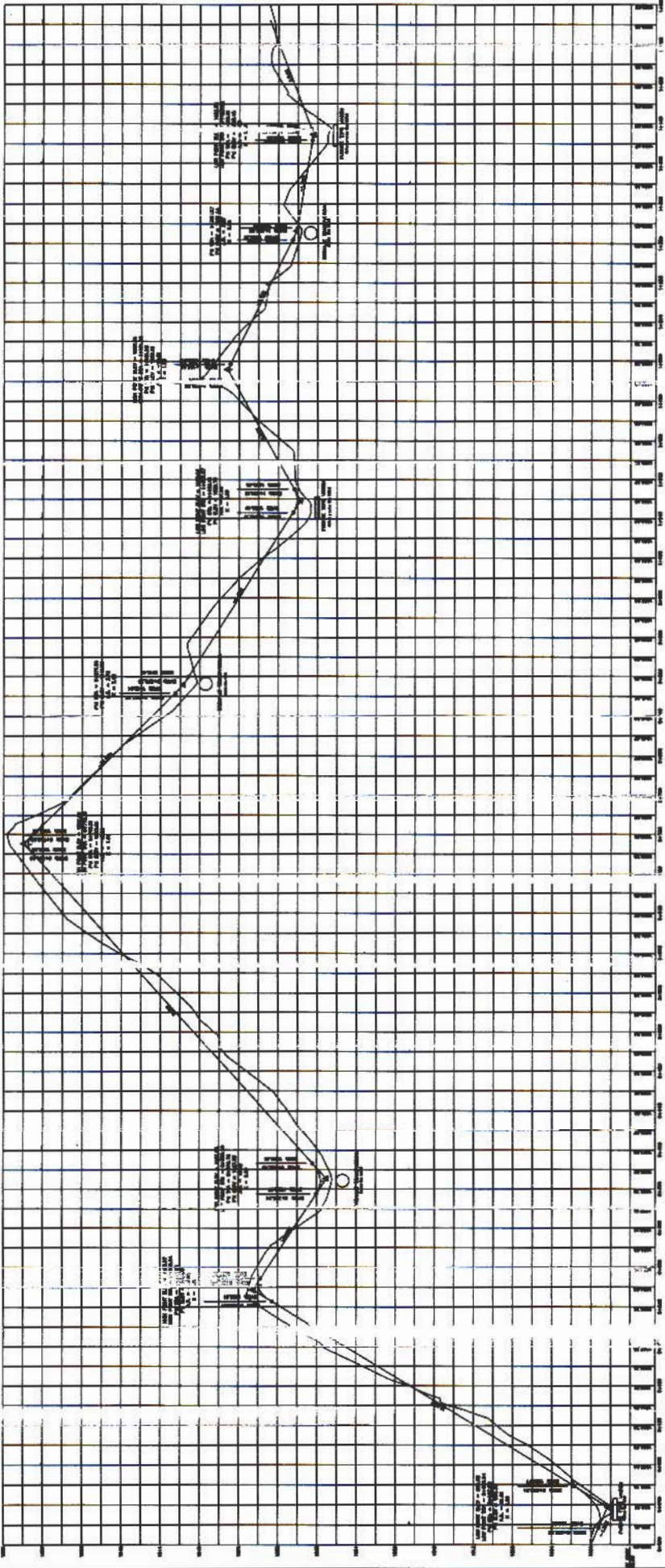
INSTRUMENTOS: []
Escala: []

FECHA DEL DISEÑO: []
FECHA DE LA ALBERCA: []

MANEJO: []
REVISOR: []
AUTOR: []

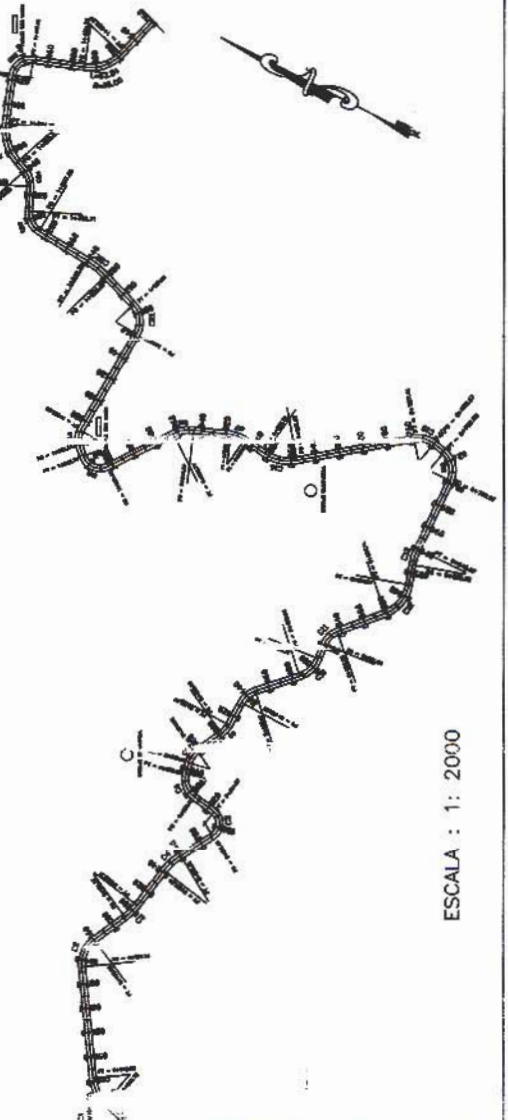
PLANTA GENERAL DEL CIRCUITO DE NIVEL

No. DE HOJA: 19



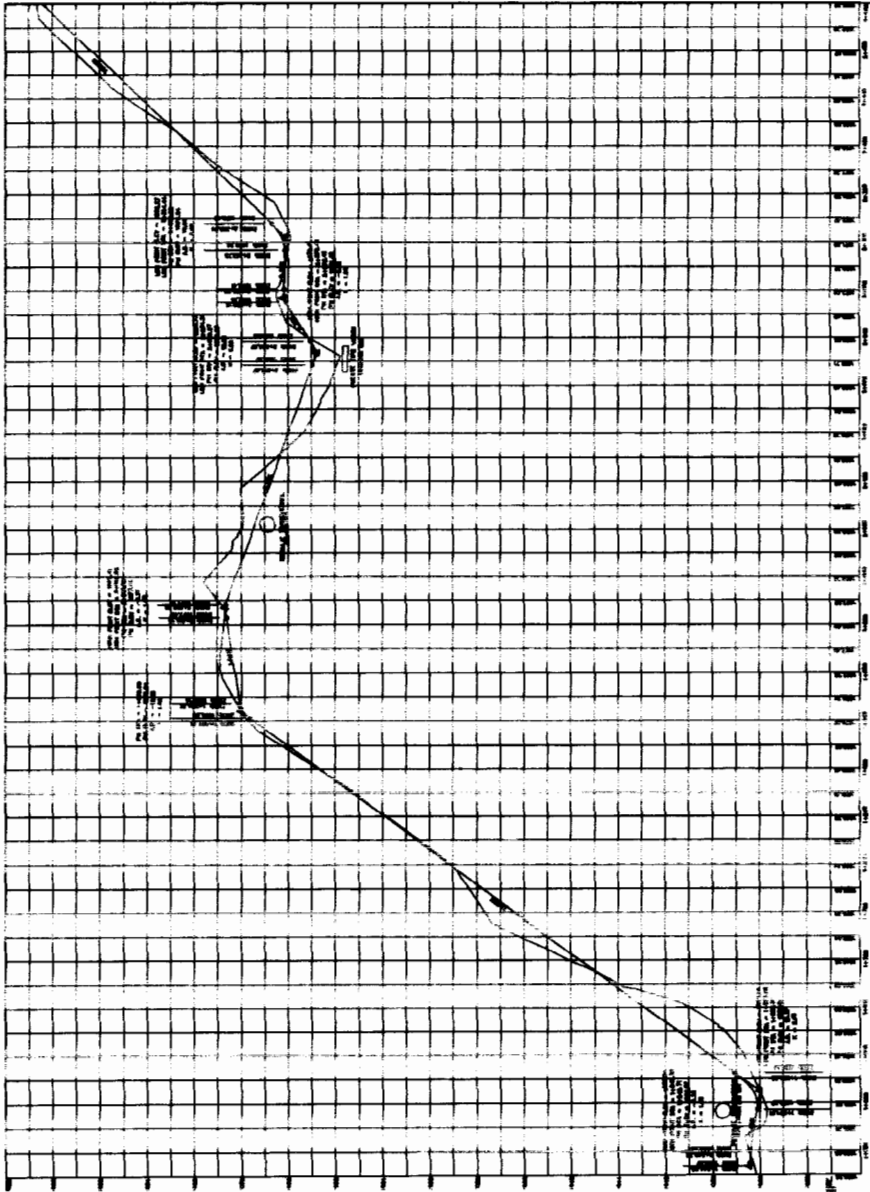
PLANTA PEI FIL PRIMER TRAMO

ESCALA : 1: 2000



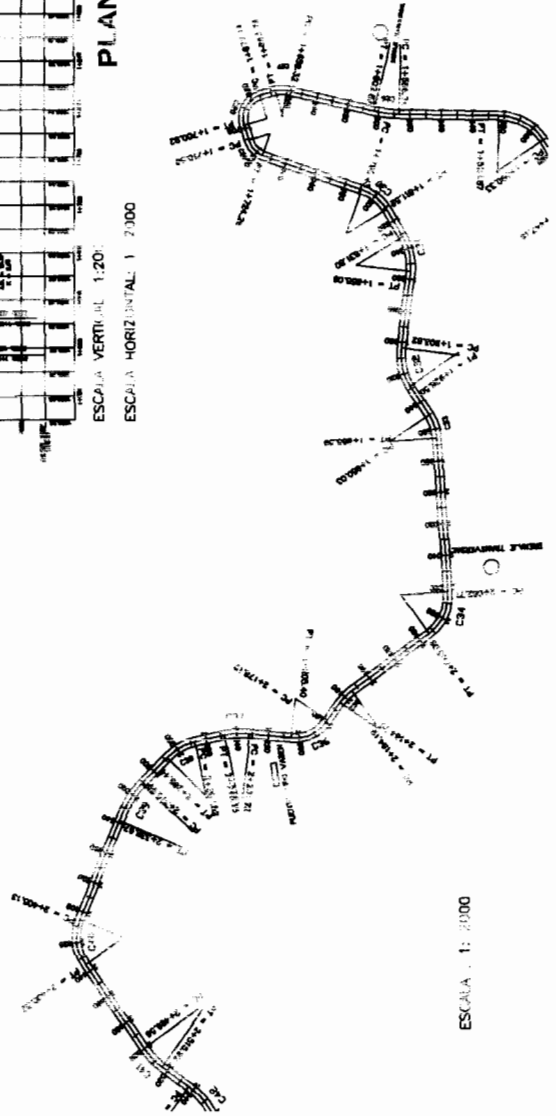
| CURVA | DELTA | LA | RADIO |
|-------|-------------|--------|--------|
| C1 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C2 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C3 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C4 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C5 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C6 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C7 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C8 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C9 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C10 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C11 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C12 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C13 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C14 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C15 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C16 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C17 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C18 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C19 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C20 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C21 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C22 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C23 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C24 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C25 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C26 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C27 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C28 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C29 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C30 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C31 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C32 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C33 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C34 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C35 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C36 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C37 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C38 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C39 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C40 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C41 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C42 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C43 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C44 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C45 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C46 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C47 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C48 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C49 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |
| C50 | 15° 30' 00" | 100.00 | 377.01 |

| CURVA | TABLA DE CURVAS | RADIO EN METROS |
|-------|-----------------|-----------------|
| A | TA | A |
| 26 | 18° 19' 19" | 1613 |
| 27 | 28° 13' 26" | 748 |
| 28 | 30° 18' 22" | 2377 |
| 29 | 25° 4' 37" | 1368 |
| 30 | 41° 17' 29" | 2110 |
| 31 | 38° 14' 48" | 2326 |
| 32 | 40° 4' 16" | 2489 |
| 33 | 25° 42' 19" | 1555 |
| 34 | 57° 18' | 3025 |
| 35 | 26° 4' 18" | 1066 |
| 36 | 62° 57' | 2728 |
| 37 | 18° 36' 08" | 1625 |
| 38 | 34° 14' 44" | 2592 |
| 39 | 21° 08' 25" | 2767 |
| 40 | 57° 09' 21" | 3019 |
| 41 | 18° 05' 00" | 1626 |



PLANTA PERFIL SEGUNDO TRAMO

ESCALA VERTICAL 1:200
ESCALA HORIZONTAL 1:2000



ESCALA 1:2000

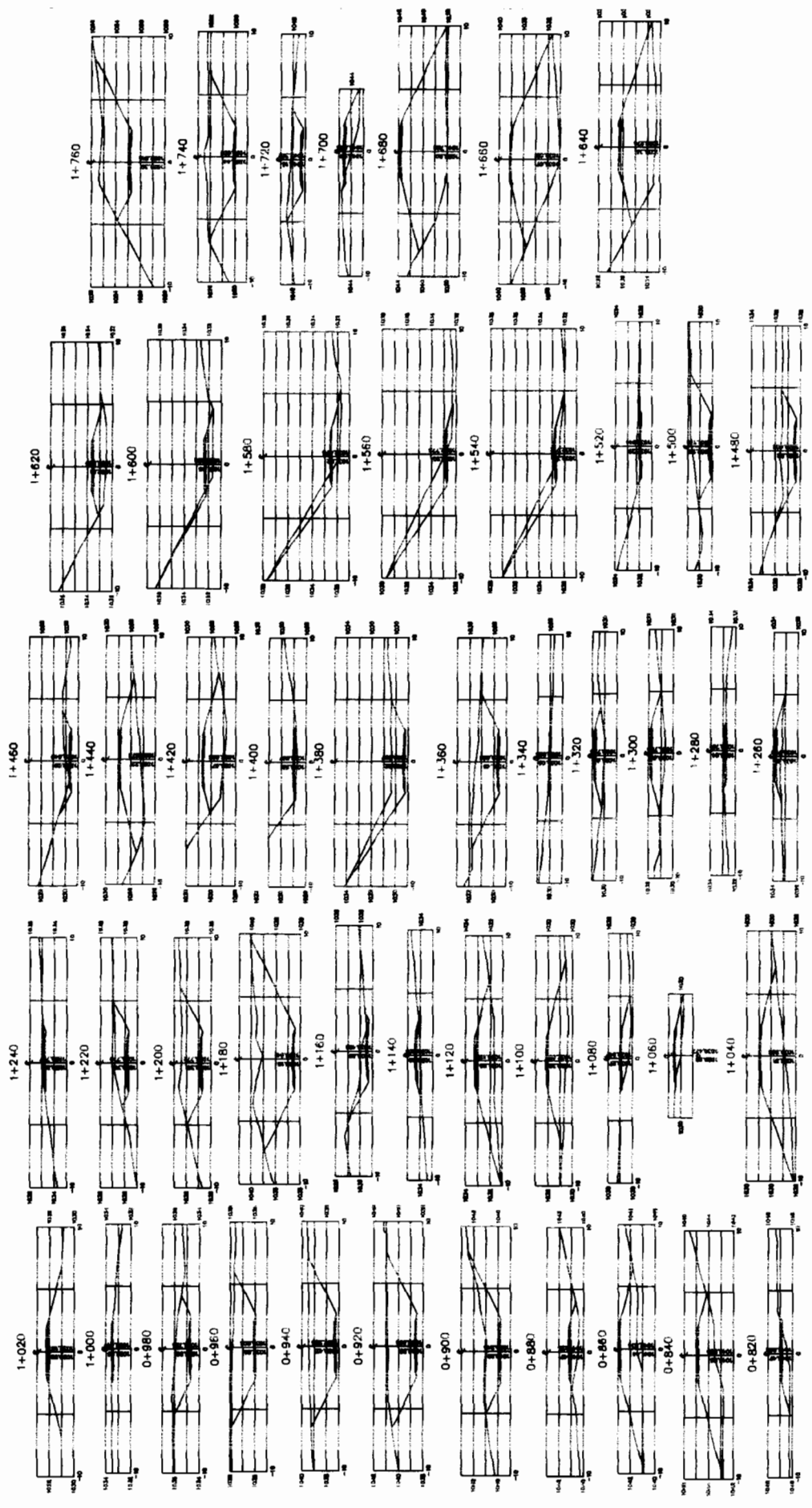
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: OBRAS DE MEJORA DEL TRAMO CENTRAL DEL
CAMINO RURAL DE LA ALTA GUATEMALA
CANTON DE LA ALTA GUATEMALA
MUNICIPIO DE LA ALTA GUATEMALA
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

FECHA: 2010

PROYECTISTA: PLANTA PERFIL

| | |
|----------------|---|
| No. DE HOJA | 3 |
| Total de Hojas | 9 |



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

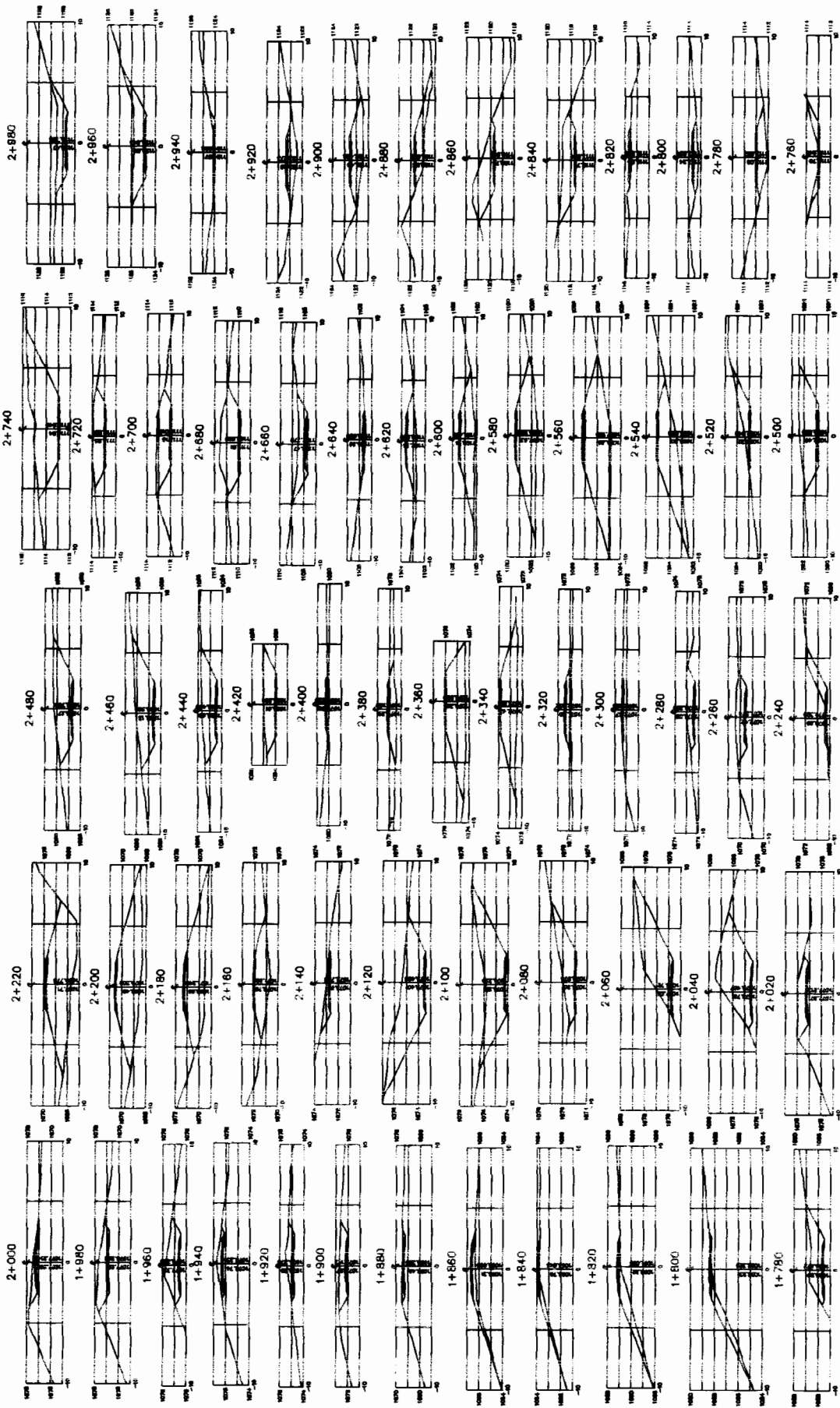
PROYECTO: [Illegible]
 TITULO: [Illegible]
 AUTORES: [Illegible]
 FECHA: [Illegible]

DETALLE: CORTES TRANSVERSALES (SECCIONES)

NO. DE HOJA: 69

CORTES TRANSVERSALES (SECCIONES)

Escala 1:200



CORTES TRANSVERSALES (SECCIONES)

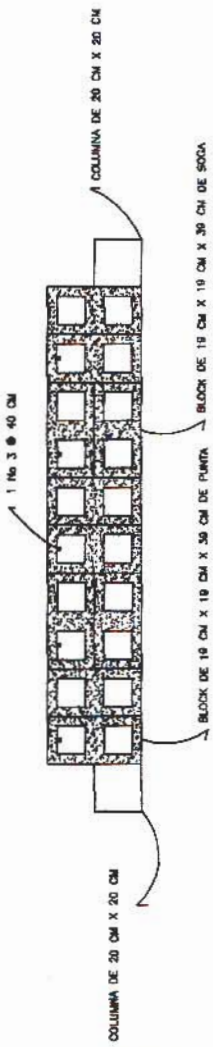
Escala 1:200

| | |
|----------------------------|-------------|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS | |
| DEPARTAMENTO DE INGENIERIA | |
| FACULTAD DE INGENIERIA | |
| PROFESOR: DR. CARLOS... | ALUMNO: ... |
| FECHA: ... | ... 9 |

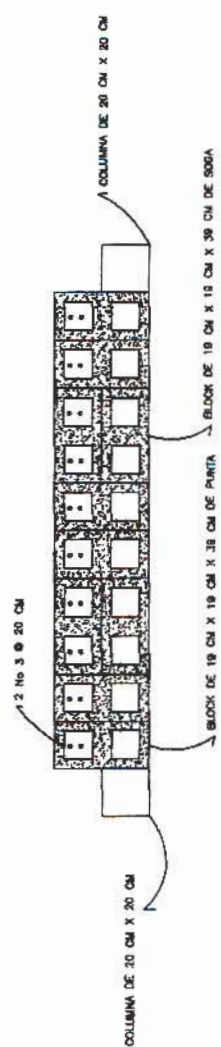
APÉNDICE C: PLANOS DE PROYECTO DE MURO DE CONTENCIÓN

Índice de planos

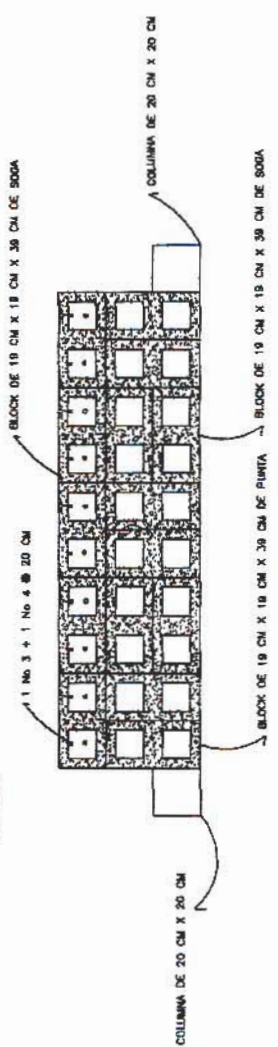
| | |
|--------------------|-----|
| DETALLES DE MURO | 1-3 |
| DETALLES DE ARMADO | 2-3 |
| ELEVACIÓN MURO | 3-3 |



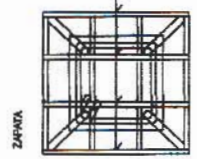
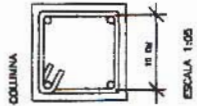
DETALLE DE PINEADO DE A - A'
ESCALA 1:10



DETALLE DE PINEADO DE B - B'
ESCALA 1:10

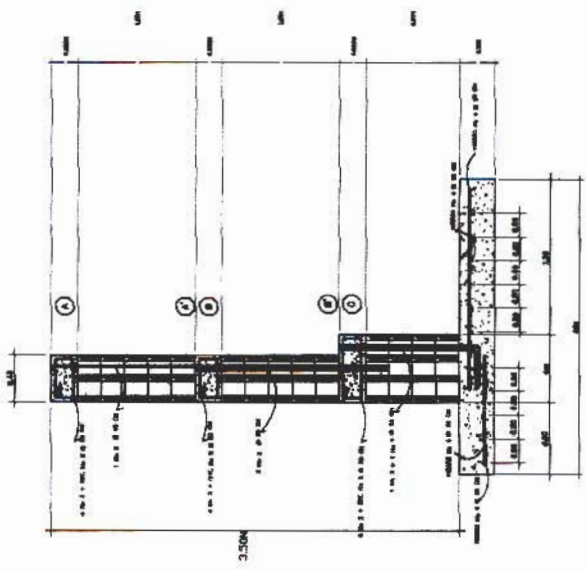


DETALLE DE PINEADO DE C
ESCALA 1:10

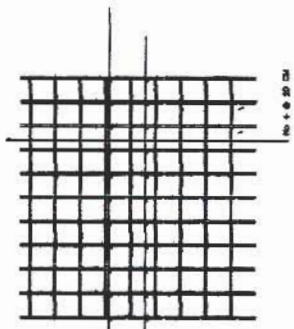


DETALLE DE ARMADO DE COLUMNAS
ESCALA 1:05

DETALLE DE ARMADO DE CIMIENTO
ESCALA 1:25



PERFIL DETALLADO
ESCALA 1:20



DETALLE DE ARMADO DEL CIMIENTO
ESCALA 1:25

| | |
|--|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA | |
| PERSONA POR - ORDEN: INGENIERO QUIMICO | |
| Nombre de la persona: Ing. J. J. J. | Nombre de la persona: Ing. J. J. J. |
| Matrícula: 123456789 | Matrícula: 123456789 |
| Profesores: Ing. J. J. J. | |
| Asistentes: Ing. J. J. J. | |
| Escala: 1:25 | |
| No. de Hoja: 23 | |

**APÉNDICE D: RESULTADO DE ESTUDIO DE SUELOS TOMADO
EN UNA LUGAR CERCANO.**



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



INFORME No. 047 S.S.

O.T. No.

17246

Interesado: Alfonso Alejandro Alburez M.

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

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

Proyecto: E.P.S.

Procedencia: Morazán, El Progreso.

Fecha: 16 de febrero de 2004

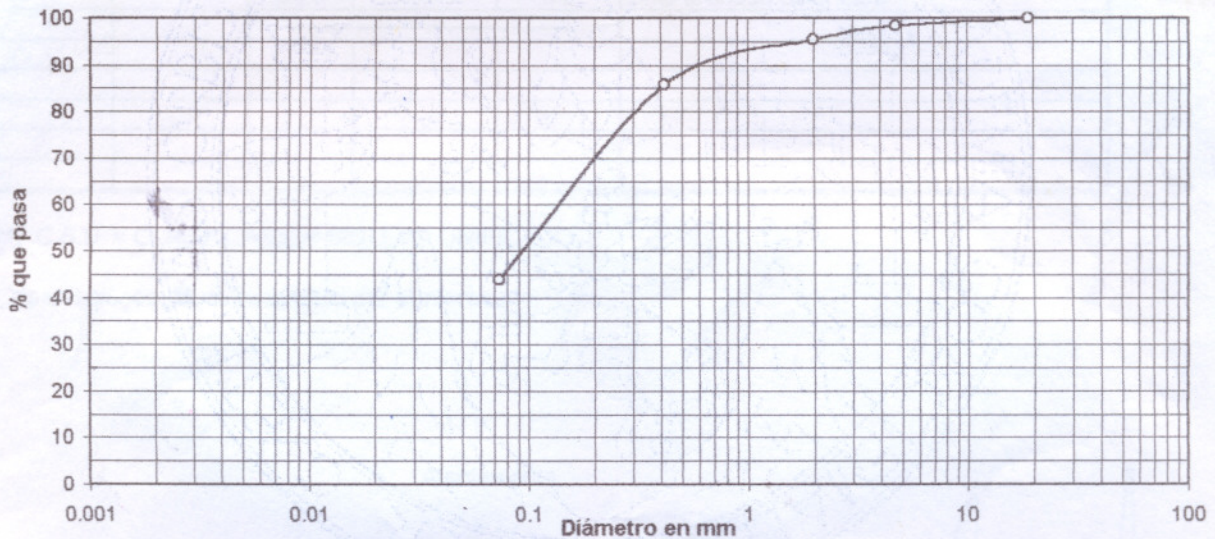
Muestra No. 1

| Análisis con Tamices: | | |
|-----------------------|---------------|------------|
| Tamiz | Abertura (mm) | % que pasa |
| 3/4" | 19.05 | 100.00 |
| 4 | 4.76 | 98.50 |
| 10 | 2.00 | 95.44 |
| 40 | 0.42 | 85.76 |
| 200 | 0.074 | 43.80 |

% de Grava: 1.5
% de Arena: 54.7
% de Finos: 43.8

| Análisis por Sedimentación: | |
|-----------------------------|------------|
| Diámet. mm. | % que pasa |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Gs:



Descripción del suelo: Limo arenoso color café.

Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-4

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Francisco Javier Quimones de La Cruz
DIRECTOR CII/USAC.



Inga. Flor de María González Culajay
Jefe Sección Mecánica de Suelos