

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO, COMPRENDIDO DESDE EL
ENTRONQUE DEL CASERÍO XUX, CABRICÁN, QUETZALTENANGO, HASTA EL FINAL DEL
CASERÍO LAS MINAS, ALDEA QUEQUESIGUAN, SIPACAPA, SAN MARCOS.

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

WALFRE TALLMAY COLOP GRAMAJO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

Guatemala, mayo de 1,999

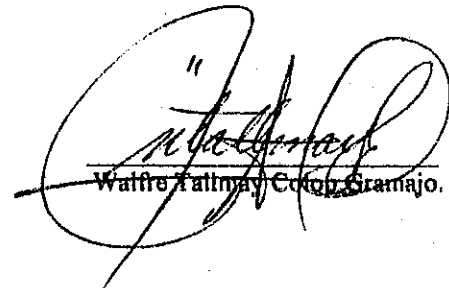


HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR.

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

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO, COMPRENDIDO DESDE EL ENTRONQUE DEL CASERÍO XUX, CABRICÁN QUETZALTENANGO, HASTA EL FINAL DEL CASERÍO LAS MINAS, ALDEA QUEQUESIGUAN, SIPACAPA, SAN MARCOS.

Tema que fuera asignado por la dirección de Escuela de Ingeniería Civil con fecha 18 de Abril de 1,997.


Walfre Fallman Colop Gramajo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
VOCAL PRIMERO:	ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA
VOCAL SEGUNDO:	ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ
VOCAL TERCERO:	ING. JORGE BENJAMÍN GUTIÉRREZ QUINTANA
VOCAL CUARTO:	BR. DIMAS ALFREDO CARRANZA BARRERA
VOCAL QUINTO:	BR. JOSÉ ENRIQUE LÓPEZ BARRIOS
SECRETARIO:	ING. GILDA MARINA CASTELLANOS BAIZA DE ILLESCAS

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO.**

DECANO:	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
EXAMINADOR:	ING. JUAN MERCK COS
EXAMINADOR:	ING. FRANCISCO JAVIER QUIÑONES DE LA CRUZ
EXAMINADOR:	ING. SILVIO JOSE RODRÍGUEZ SERRANO
SECRETARIO:	ING. GILDA MARINA CASTELLANOS BAIZA DE ILLESCAS



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.C.012.99

Guatemala, 9 de febrero de 1,999

Señor

Ing. Sidney Samuels
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
Presente

Señor Director:

Sírvase encontrar adjunto, el Informe Final (TESIS), correspondiente al Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), realizado por el estudiante universitario, de la Carrera de ingeniería Civil, **WALFRE TALLMAY COLOP GRAMAJO**, en las municipalidades de Cabricán y Sipacapa.

El estudiante Colop Gramajo, desarrolló el Proyecto **PLANIFICACION Y DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO, COMPRENDIDO DESDE EL ENTRONQUE DEL CASERIO XUX, CABRICAN QUETZALTENANGO, HASTA EL FINAL DEL CASERIO LAS MINAS, ALDEA QUESQUESIGUAN, SIPACAPA, SAN MARCOS.**

Este trabajo, fue asesorado y supervisado por el suscrito, y considero que, contiene un valioso aporte para los pobladores de las comunidades en mención; por cuanto propone una solución factible para el problema de Infraestructura vial.

Por lo que, habiendo cumplido con los requisitos de Ley, **APRUEBO SU CONTENIDO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

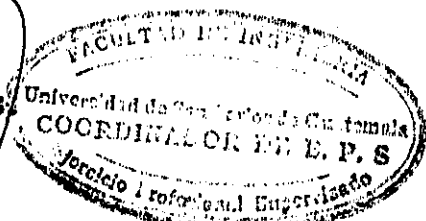
"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. JUAN MERCK COS
COORDINADOR DE E.P.S.

JMC/lgg.

c.c.: Archivo

Anexo: El Informe Final mencionado.





FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S. Ing. Juan Merck Cos, del trabajo de tesis del estudiante Walfre Tallmay Colep Gramajo, titulado PLANIFICACION Y DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO, COMPRENDIDO DESDE EL ENTRONQUE DEL CASERIO XUX, CARRICAN, QUETZALTENANGO, HASTA EL FINAL DEL CASERIO LAS MINAS, ALDEA QUEQUESIGUAN, SIPACAPA, SAN MARCOS, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, abril de 1,999



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, al trabajo de tesis PLANIFICACION Y DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO, COMPRENDIDO DESDE EL ENTRONQUE DEL CASERIO XUX, CABRICAN, QUETZALTENANGO, HASTA EL FINAL DEL CASERIO LAS MINAS, ALDEA QUEQUESIGUAN, SIPACAPA, SAN MARCOS, del estudiante Walfre Tallmay Colop Gramajo, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. José Francisco Gómez Rivera

DECANO INTERINO



Guatemala, mayo de 1,999

AGRADECIMIENTO:

A DIOS: ! Gracias Señor por amarme desde el momento de mi fecundación!, por estar conmigo en todo tiempo, por proporcionarme la sabiduría que hoy es reflejada con mi graduación, por ser tú lo mejor de lo mejor que he podido conocer. A ti sea la **HONRA Y LA GLORIA.**

ACTO QUE DEDICO A:

MI MADRE: Hoy soy Ingeniero Civil y lo debo a las fuerzas de tu juventud dedicada a mi, lo debo al desgaste de tus ojos a consecuencia del bordado, lo debo a la forma tan especial en que me has encomendado a DIOS, lo debo al amor que nos unió desde cuando estuve en tu vientre. Gracias por todo.

MI PADRE: Por haberme plasmado en el corazón las metas de superación, por conducir mi vida en los caminos de Dios, por apoyarme en todo lo que he emprendido, por haber podido compartir tu y yo momentos sin igual en el deporte, en la cacería y en la política. Por haber dedicado el trabajo de toda tu vida a tus hijos. A ti dedico hoy este triunfo.

MI ESPOSA: Por haberme cautivado con tu belleza, por ser el motivo de mis esfuerzos, por permitirme soñar juntamente contigo el día de mi graduación, que hoy es una realidad.

MI BEBE: Porque tu eres el motivo de mi superación.

MIS HERMANOS: Por compartir los mejores momentos de nuestra existencia.

MI FAMILIA EN GENERAL: Por animarme a alcanzar mis metas.

A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO: Por haber superado juntos las diferentes pruebas de estudio y por habernos ayudado mutuamente. Esperando que la amistad que formamos perdure para siempre.

AL ING. WILLY ROLANDO VASQUEZ DE LEON: Por haber confiado en mi, por apoyarme empresarialmente, por introducirme en el campo profesional, por haberme transmitido sus experiencias y por ser un buen amigo. Por lo anterior hoy puedo decirle gracias colega.

INDICE GENERAL

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN.	I
HIPÓTESIS	IV
OBJETIVOS	V
1. MONOGRAFÍA DEL CASERÍO XUX Y DEL CASERÍO LAS MINAS.	1
1.1. UBICACIÓN.	
1.1.1. CASERÍO XUX.	1
1.1.2. CASERÍO LAS MINAS.	1
1.2. VÍAS DE ACCESO.	
1.2.1. RUTA 1.	2
1.2.2. RUTA 2.	3
1.3. CLIMA.	4
1.4. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO.	4
1.5. VIVIENDA.	4
1.6. EDUCACIÓN.	5
1.7. SALUBRIDAD.	5
1.8. ASPECTOS ECONÓMICOS.	6
1.9. ESTUDIO POBLACIONAL Y PRONÓSTICO DE CRECIMIENTO.	7
1.10. INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICA SOBRE LAS NECESIDADES PRIORITARIAS EN CUANTO A SERVICIOS BÁSICOS.	7
1.10.1. CARRETERA.	7
1.10.2. PUESTO DE SALUD.	8
1.10.3. LETRINIZACIÓN.	8
1.10.4. CONSTRUCCIÓN DE ESCUELAS.	8
2. ESTUDIO PRELIMINAR DE CAMPO.	9
2.1. SELECCIÓN DE RUTA EN CAMPO.	9
2.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE PRELIMINAR.	10
2.2.1. PLANIMETRÍA.	10
2.2.2. ALTIMETRÍA.	11
2.2.3. SECCIONES TRANSVERSALES.	12

3.	CÁLCULO TOPOGRÁFICO DE PRELIMINAR.	
3.1.	CÁLCULO PLANIMETRICO.	14
3.2.	CÁLCULO ALTIMETRICO.	15
3.3.	CÁLCULO DE SECCIONES TRANSVERSALES.	16
3.4.	CÁLCULO DE CURVAS A NIVEL.	17
4.	DIBUJO DE PRELIMINAR.	18
4.1.	PLANIMETRICO.	18
4.2.	ALTIMETRICO.	19
4.3.	CURVAS A NIVEL.	20
5.	DISEÑO DE LOCALIZACIÓN.	21
5.1.	CORRIMIENTOS DE LÍNEA.	22
5.2.	CÁLCULO DE ELEMENTOS DE LA CURVA HORIZONTAL.	25
5.2.1.	GRADO DE CURVATURA.	27
5.2.2.	LONGITUD DE CURVA.	28
5.2.3.	SURTANGENTE.	28
5.2.4.	CUERDA MÁXIMA.	29
5.2.5.	EXTERNAL.	29
5.2.6.	ORDENADA MEDIA.	30
5.3.	DETERMINACIÓN DE CURVA VERTICAL.	32
6.	MOVIMIENTO DE TIERRAS.	35
6.1.	DISEÑO DE SUBRASANTE.	35
6.2.	CÁLCULO DE CORRECCIONES POR CURVA VERTICAL A SUBRASANTE.	38
6.3.	CÁLCULO DE ÁREAS DE SECCIONES TRANSVERSALES.	40
6.4.	CÁLCULO DE VOLÚMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.	41
6.5.	MEMORIA DE CÁLCULO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA EL PRIMER KILOMETRO DEL TRABAJO DE EPS.	44
7.	DRENAJES.	71
7.1.	ESTUDIO HIDROLÓGICO, MÉTODO RACIONAL PARA LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE DISEÑO.	71
7.2.	DISEÑO DE CUNETAS.	72
7.3.	DISEÑO DE DRENAJE TRANSVERSAL (INCLUYE EJEMPLO)	73

7.4.	CONTRACUNETAS.	78
8.	ELABORACIÓN DE PLANOS DE LOCALIZACIÓN.	79
8.1.	DIBUJO DE CURVAS DE NIVEL.	79
8.2.	DIBUJO DE CURVAS HORIZONTALES.	79
8.3.	DIBUJO DE CURVAS VERTICALES.	80
8.4.	DIBUJO DE DRENAJES.	80
8.5.	DIBUJO DE SECCIÓN TÍPICA.	81
8.6.	DIBUJO DE OBRAS ESPECIALES.	82
9.	SUELOS.	83
9.1.	PRUEBAS DE LABORATORIO.	84
9.2.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MATERIAL DE BALASTO.	91
9.3	RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL SUELO TÍPICO DE SUBRASANTE, DEL PROYECTO DISEÑADO EN EL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO.	92
10.	PRESUPUESTO.	93
	PRESUPUESTO DEL PROYECTO DISEÑADO EN EL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO.	94
	CONCLUSIONES.	99
	RECOMENDACIONES.	100
	BIBLIOGRAFÍA.	101
	ANEXO.	

PLANOS DE LOCALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL TRAMO
CARRETERO DESDE EL ENTRONQUE DEL CASERIO
XUX, CARRICAN QUETZALTENANGO, A EL CASERIO
LAS MINAS, SIPACAPA, SAN MARCOS, REALIZADO
EN EL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO.

INTRODUCCIÓN:

En el proceso de cambio que se encuentra el país, de guerra a paz y con el afán de recibir las ayudas sociales y económicas para las diferentes comunidades del área rural, provenientes de ayudas internacionales, provocadas por la paz, es de mayor necesidad construir carreteras que brinden acceso a las comunidades, propiciando con esta infraestructura el progreso de los pueblos.

El presente trabajo de tesis trata sobre el diseño de un tramo carretero de tercer orden, de las comunidades de Xux y Las Minas, pertenecientes a los municipios de Cabrican, Quetzaltenango y Sipacapa, San Marcos, respectivamente. Comunidades que no tienen acceso vehicular y que debido a esto padecen grandes dificultades en su lucha por sobrevivir.

A continuación se detalla el contenido que cada capítulo posee:

CAPÍTULO 1.

Este capítulo ubica, mediante croquis y distancias, el lugar en donde se trabajó la planificación del tramo carretero, realizado en el Ejercicio Profesional Supervisado.

Por otra parte posee información del clima, topografía del terreno, vivienda, salud, economía, un pronóstico poblacional para el año 2,025 y una investigación diagnóstica sobre las necesidades e infraestructura prioritaria en los caseríos Xux y Las Minas.

CAPÍTULO 2.

En este capítulo se hace referencia a los diferentes procedimientos para seleccionar la ruta adecuada a seguir en la carretera. Por otra parte se describen los procedimientos para realizar el levantamiento topográfico, para carreteras, que incluye planimetría, altimetría y secciones transversales.

CAPÍTULO 3.

Trata sobre los procedimientos matemáticos a seguir para realizar los cálculos topográficos de las libretas obtenidas en el levantamiento de campo.

Por otra parte explica cómo utilizar los resultados de las secciones transversales en los cálculos de interpolación lineal, para dibujar las curvas de nivel a lo largo de la franja de 40 metros de ancho, del trayecto del tramo carretero.

CAPÍTULO 4.

Explica los procedimientos técnicos de dibujo, para plasmar los resultados obtenidos en el capítulo 3, a través del dibujo.

La visualización general del dibujo de planimetría, altimetría, curvas de nivel e infraestructura existente y de accidentes geográficos de importancia, tales como ríos o barrancos, que propician la información suficiente al ingeniero diseñador para realizar su tarea lo más profesional, posible. Por lo anterior un buen dibujo ayuda a realizar un mejor diseño geométrico de la carretera.

CAPÍTULO 5.

Trata sobre los procedimientos de cálculo a seguir para el diseño geométrico de la carretera, los elementos que conforman las curvas horizontales y especificaciones de diseño de curvas en planimetría y altimetría.

CAPÍTULO 6.

En él se trata sobre los aspectos a considerar al momento de diseñar la subrasante, sobre el cálculo de las correcciones de curvas verticales y también explica los procedimientos a seguir al calcular los volúmenes totales de corte y relleno de tierra. También contiene la memoria de cálculo del tramo carretero entre las comunidades de Xux y Las Minas, trabajado en el Ejercicio Profesional Supervisado.

CAPÍTULO 7.

El estudio hidrológico para la obtención de caudales, el diseño de cunetas y drenajes transversales, constituyen los temas que se tratan en dicho capítulo.

CAPÍTULO 8.

Trata sobre los aspectos que deben dibujarse en los planos del diseño de una carretera y los procedimientos para realizarlos. El dibujo de curvas de nivel, curvas horizontales, curvas verticales, subrasante, perfil del terreno natural, drenajes, sección típica y obras especiales, como muros, puentes, bovedas y otros.

CAPÍTULO 9.

En este capítulo se estudian las propiedades y características del suelo, a través de las diferentes pruebas de laboratorio, tales como: granulometría, límites de Attemberg, Proctor, chequeo de compactación de campo, con el propósito de realizar con mayor eficiencia los trabajos de construcción. Los resultados del laboratorio del material típico de la subrasante del tramo carretero de Xux y Las Minas, también se adjuntan al final del capítulo.

Por otra parte se hace mención de las características requeridas para el material de balasto por la Dirección General de Caminos y extraídas de Las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes (Libro Azul).

CAPÍTULO 10.

Los diferentes renglones que conforman el presupuesto de un tramo carretero, estipulados por la Dirección General de Caminos y el presupuesto del tramo carretero diseñado en el Ejercicio Profesional Supervisado, forman parte del último capítulo que conforma el trabajo de tesis.

HIPÓTESIS

El caserío Xux, Cabricán, Quetzaltenango y el caserío de Las Minas, Aldea Quequesiguan, Sipacapa San Marcos poseen actualmete dos accesos con vehículo, el primero por el municipio de Cabricán Quetzaltenango, en donde se deben recorrer aproximadamente 60 kilómetros en carretera de terracería y el segundo por la carretera interamericana, ruta a Huehuetenango, en donde se recorre aproximadamente 50 kilómetros en carretera asfaltada y 25 kilómetros en carretera de terracería, pero en ambos accesos los últimos 8 kilómetros, que son los que involucra a las comunidades descritas, están en pésimas condiciones debido a que la carretera fue construida por la unidad y trabajo con azadón y piocha de las comunidades. El mal estado de la carretera margina a las personas y les obliga a vivir en situaciones pésimas, ya que no pueden incrementar su ingreso económico por la falta de comercio, falta de educación, falta de comunicación y con un alto índice de enfermedades.

Por lo que con la presentación a FUNDAP (Fundación Para el Desarrollo y el Progreso) de la Planificación y Diseño de la carretera en cuestión, como institución patrocinadora del EPS o bien a cualquier otra institución que pueda financiar la construcción de la carretera, se tendrán los elementos necesarios para resolver la problemática de las comunidades Xux y Las Minas con respecto a la falta de vías de comunicación y elevar el nivel de vida de los habitantes.

OBJETIVOS:

- * Desarrollar el diseño, planos y presupuesto del tramo carretero, que conduce, del caserío Xux, Cabricán, Quetzaltenango, al caserío Las Minas, Sipacapa, San Marcos.
- * Proporcionar ayuda técnica referente al campo de la Ingeniería Civil a la FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO Y EL PROGRESO (FUNDAP)- MANEJO FORESTAL.

CAPÍTULO 1.

MONOGRAFÍA DEL CASERÍO XUX Y DEL CASERÍO LAS MINAS.

1.1 UBICACIÓN.

1.1.1 CASERÍO XUX.

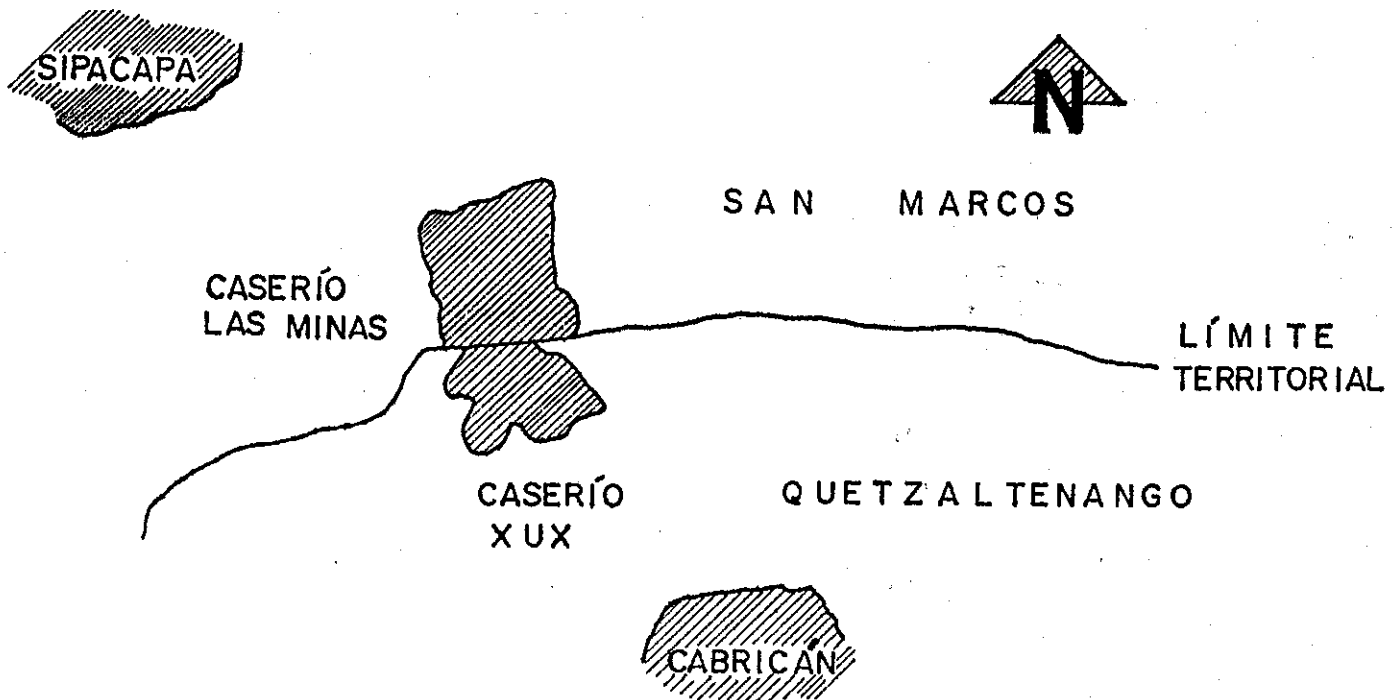
El caserío Xux pertenece a la aldea La Ciénaga, municipio de Cabricán, departamento de Quetzaltenango; está ubicado en la parte norte del mencionado departamento y también en el lado norte del municipio en cuestión.

Al norte, Xux colinda con el caserío de Las Minas, de la aldea Quequesiguán, municipio de Sipacapa, departamento de San Marcos.

1.1.2 CASERÍO LAS MINAS.

El caserío Las Minas pertenece a la aldea Quequesiguán, municipio de Sipacapa, departamento de San Marcos; está ubicado en la parte noreste del mencionado departamento y en el lado sur del municipio en cuestión.

Al sur, Las Minas colinda con el caserío Xux, de la aldea la Ciénaga, municipio de Cabricán, departamento de Quetzaltenango. (Ver figura).

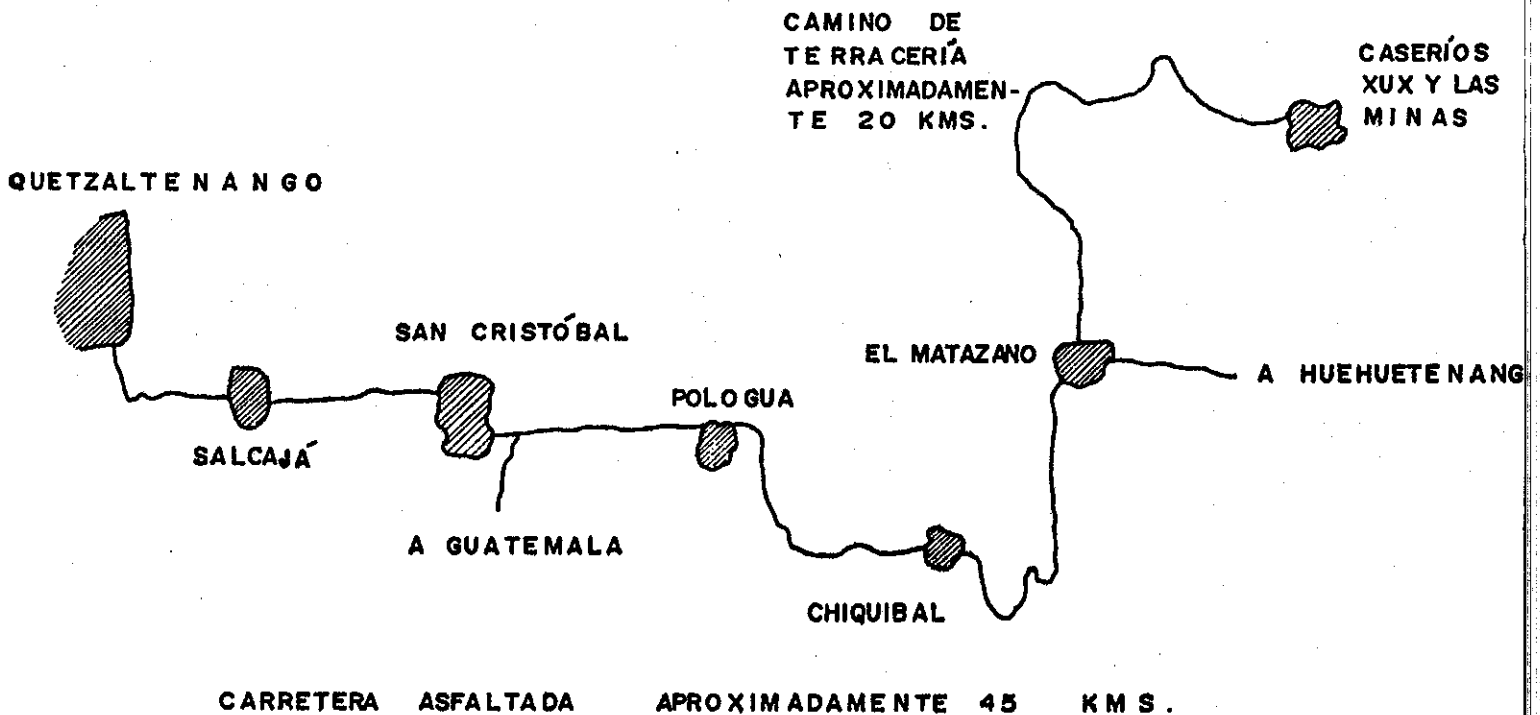


1.2 VÍAS DE ACCESO.

Existen 2 rutas de acceso a los caseríos en cuestión, tomando como ciudad origen a Quetzaltenango, por ser la de mayor importancia en la región y por ende la más visitada por los habitantes de Xux y Las Minas, cada cual posee características que se detallan a continuación:

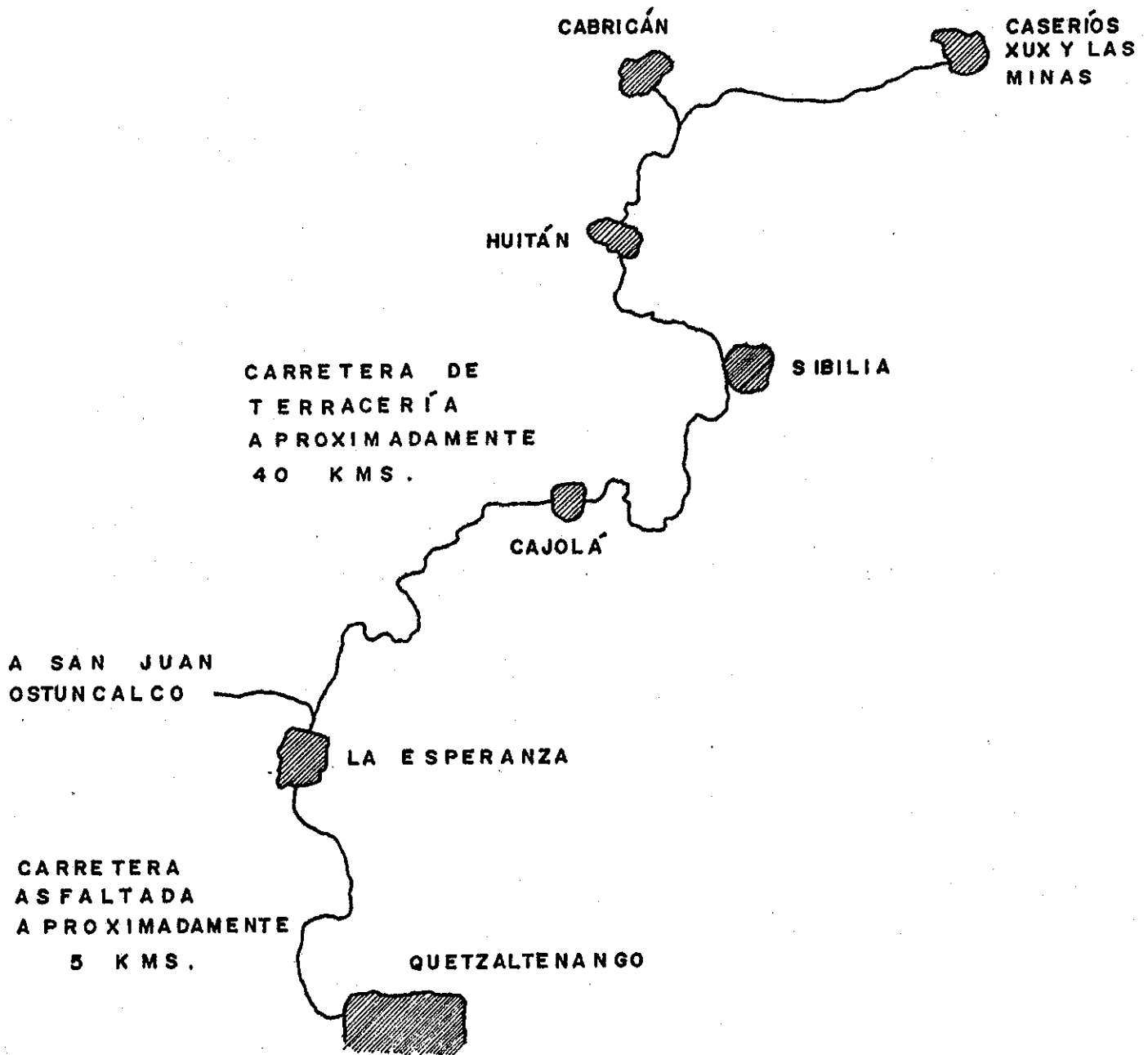
1.2.1 RUTA 1.

Partiendo de la ciudad de Quetzaltenango se viaja en carretera asfaltada, pasando por Salcajá, San Cristóbal, Pologúa, Chiquibal y El Matazano, haciendo un recorrido aproximado de 45 Kilómetros; en la comunidad denominada El Matazano, en el kilómetro 233 de la carretera interamericana, rumbo al departamento de Huehuetenango, se encuentra el desvío que conduce a los caseríos Xux y Las Minas, haciendo un recorrido aproximado de 20 Kilómetros en camino de terracería, de tercer orden, sin balasto y en mal estado. (Ver figura).



1.2.2 RUTA 2.

Partiendo de la ciudad de Quetzaltenango se pasa por La Esperanza, Cajolá, Sibilia, Huitán, Cabricán y finalmente los caseríos de Xux y Las Minas, haciendo un recorrido aproximado de 45 kilómetros, de los cuales 5 son asfaltados, 7 con terracería de tercer orden, sin balasto y en mal estado, 33 kilómetros en terracería de tercer orden, balastado y en buen estado. (Ver figura).



1.3 CLIMA.

El clima de la región es frío, aunque es más marcado en el caserío Xux por encontrarse a mayor altura que el caserío Las Minas.

El aire que proviene generalmente del norte es frío, haciendo que en el caserío de Las Minas, se sienta frío, pero el clima propio de la región es templado, por lo que se cultiva la lima, el limón, la guayaba y la granadilla. Por lo anterior los habitantes indican que el aire es frío pero que la tierra es caliente.

En ambas comunidades predominan los bosques de coníferas propios de un clima frío y se cultiva el frijol, el haba, y el maíz.

La región es afectada por un aire frío proveniente del norte que sopla constantemente, es por eso que puede haber un día soleado y ver a sus habitantes abrigados.

1.4 TOPOGRAFÍA DEL TERRENO.

La topografía del terreno es bastante irregular, clasificada como montañosa, con pendientes entre 30 a 60 grados en aproximadamente el 90% del área que los caseríos Xux y Las Minas abarcan, el 10% restante lo conforman pendientes menores a los 30 grados. Por ello las casas generalmente se encuentran en terraplenes elaborados por el hombre. Los cultivos son bastante pobres debido a que la alta pendiente no es favorable para que la planta se nutra, ya que los abonos aplicados por el hombre, son lavados por las fuertes lluvias y llevados hacia tierras más bajas o a los ríos.

El suelo está conformado en su mayoría por materia orgánica en una capa vegetal bastante delgada y posteriormente arcilla bastante plástica, útil para trabajos de alfarería.

1.5 VIVIENDA.

La vivienda típica en la región está construida de adobe, con techo de teja en un 90%, de lámina cinc en un 8% y en un 2% de techo de pajón. La estructura de los techos es de madera de

la región como lo es el Pino, el piso es de tierra compactada a mano. Es común observar que las casas están formadas por dos cuartos, los cuales pueden estar contiguos, o uno enfrente del otro, con un patio que los divide. La ventilación e iluminación en las casas es escasa ya que para cada cuarto es típico que posean únicamente una ventana de pequeñas dimensiones.

Generalmente una casa no es habitada por una sola familia sino que en la mayoría de los casos los hijos ya casados que forman otras familias viven en la misma casa, esto obviamente produce situaciones no sanas de vivencia.

1.6 EDUCACIÓN.

La educación primaria es la única a la que tienen acceso los habitantes de los caseríos Xux y Las Minas, ya que en ambos caseríos existe edificio escolar y profesores pagados por el Estado.

Desafortunadamente del 100% de los niños de edad escolar por lo menos un 25% jamás reciben educación, ya que la mano de obra que los niños pueden proporcionar en ayuda a sus padres al sostenimiento familiar es más importante que el estudio, por otra parte de 50 niños que ingresan al primer grado, llegan a culminar los estudios de la escuela primaria aproximadamente de 5 a 8.

La educación secundaria y diversificada se puede recibir en el municipio de Cabricán, Quetzaltenango o en la cabecera departamental de Quetzaltenango y solamente 1 de cada 200 niños puede recibirla.

Por lo anterior se concluye que ambos caseríos poseen una educación escasa, reflejada en la condición actual de vida de sus habitantes.

1.7 SALUBRIDAD.

Las comunidades de la región padecen enfermedades propias de una mala nutrición, una mala educación y además las que produce el clima frío. Se pueden mencionar entre las más comunes:

- * Desnutrición.
- * Parasitismo intestinal.

- * Amigdalitis.
- * Gripe.
- * Impétigos.
- * Infecciones digestivas y otras.

Para obtener algún tipo de asistencia médica para enfermedades comunes y no de alta gravedad pueden acudir al puesto de salud del municipio de Cabricán, Quetzaltenango o al del municipio de Sipacapa, San Marcos, pero, las enfermedades graves deben ser atendidos por el hospital más cercano que se encuentra en la ciudad de Quetzaltenango.

Lo anterior combinado con la pobreza extrema conlleva a que la mayor parte de los habitantes traten de curarse las enfermedades graves con remedios caseros o medicina de tienda y que por lo tanto buscan asistencia médica en los casos terminales cuando ya no es posible evitar la muerte, otras personas permanecen durante años padeciendo enfermedades, que con un tratamiento adecuado pudieron haber recobrado la salud.

Los partos son atendidos por comadronas de las comunidades, que no han tenido un adiestramiento adecuado sino que generalmente es aquella mujer que ha heredado un cúmulo de conocimientos porque su madre fue también comadrona y además por experiencia propia con los hijos que ella ha dado a luz.

1.8 ASPECTOS ECONÓMICOS.

El 70% del ingreso económico familiar de los habitantes de los caseríos Xux y Las Minas lo obtienen de la agricultura, la que es poco rentable debido a que los suelos son arcillosos, con una delgada capa de materia orgánica. La actividad agrícola predominante es la siembra de maíz, frijol y haba, la que les es suficiente para sobrevivir durante un año.

El 30% restante del ingreso económico familiar de los caseríos en cuestión lo obtienen del recurso boscoso, elaborando madera, haciendo leña y muebles, lo cual es un complemento para suplir necesidades como ropa, educación y medicinas.

1.9 ESTUDIO POBLACIONAL Y PRONÓSTICO DE CRECIMIENTO.

Con el censo realizado a mediados del año 1,997 en los caseríos Xux, Aldea La Ciénaga, Cabricán, Quetzaltenango y en Las Minas, aldea Quequesiguán, Sipacapa, San Marcos se obtuvo un total de 380 y 221 habitantes, respectivamente.

La Dirección de estadística del departamento de Quetzaltenango y de San Marcos posee las tasas de crecimiento para los municipios de Cabricán y Sipacapa, respectivamente y promediando éstas se obtuvo 2.75% anual, por lo que con estos datos se pueden obtener, con el procedimiento descrito a continuación, que para el año 2,025 la población en la comunidades mencionadas será de 1,284 habitantes.

Usando la fórmula del método exponencial:

$$PF=PA*(1+(TA)/100)^N$$

Donde:

PF= Población futura.

PA= Población actual.

TA= Tasa de crecimiento en porcentaje.

N= Número de años.

* Para el caserío Xux:

$$PF = 380 * (1+(2.75/100))^28 = 812.22 \text{ habitantes.}$$

Lo anterior se aproxima a 812 habitantes.

* Para el caserío Las Minas:

$$PF = 221 * (1+(2.75/100))^28 = 472.37 \text{ habitantes.}$$

Lo anterior se aproxima a 472 habitantes.

1.10 INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICA SOBRE LAS NECESIDADES PRIORITARIAS EN CUANTO A SERVICIOS BÁSICOS.

Se pueden resumir en orden prioritario, de la siguiente manera:

1.10.1 CARRETERA.

Con la construcción de 8 Km de carretera de terracería, con superficie balastada, drenajes longitudinales y transversales,

que comunica a los caseríos Xux y Las Minas con la carretera que conduce al municipio de Cabricán, la cual si posee mantenimiento, se incrementará el comercio, la producción de madera, muebles y leña, lo cual aumentará el nivel económico de sus habitantes.

Por otra parte facilitará el acarreo de materiales para la construcción de infraestructura básica en el lugar, como puestos de salud, escuelas, agua potable, drenajes, energía eléctrica, Etc.

1.10.2 PUESTO DE SALUD.

La construcción de un puesto de salud facilitará los servicios médicos primarios y podrá detectarse con anticipación la necesidad de transportar a los pacientes al hospital más cercano para recibir el tratamiento adecuado.

1.10.3 LETRINIZACIÓN.

Si no existe una disposición apropiada de las excretas humanas la reincidencia en las enfermedades es frecuente debido a los diversos focos de contaminación que los mismos habitantes provocan. Por lo que con la construcción de letrinas los focos de contaminación disminuirán y la salud en los habitantes mejorará.

1.10.4 CONSTRUCCIÓN DE ESCUELAS.

La construcción de escuelas y la implementación de la educación técnica, como agricultura y carpintería, hará que las personas mejoren su nivel educativo, redundando en un mejoramiento de la calidad de vida. Por otra parte las enfermedades disminuirán debido a que la prevención aumenta con el conocimiento de la higiene personal, de las formas de contagio de las enfermedades y de las formas de curarlas. Lo anterior solamente lo puede proporcionar una buena educación.

Las necesidades de una comunidad son innumerables pero las más urgentes son las mencionadas y paralelamente a lo anterior se deberá promover la introducción de la energía eléctrica, lo que permitirá el uso de maquinaria en la carpintería.

ESTUDIO PRELIMINAR DE CAMPO.

La selección de ruta es la etapa de mayor importancia de un proyecto de carreteras, pues ésta consta de dos puntos fijos, el inicial y el final; entre los cuales se pueden definir varias alternativas de ruta, las que se podrían evaluar someramente en costos y se toma la que mejor se adapte a las condiciones sociales, económicas, al transporte promedio diario que circularía al ponerse en servicio la carretera y al derecho de vía con que se puede contar.

2.1 SELECCIÓN DE RUTA EN CAMPO.

éste es un trabajo que requiere de experiencia, ya que para el caso se utiliza un clinómetro que sirve para la medición de la pendiente entre un punto y otro. El topógrafo y la cuadrilla de topografía recorren toda la posible ruta sin medir distancias sino dándole prioridad a que la ruta cumpla con la pendiente permisible. Si en algún tramo de la ruta la pendiente es mayor que la permisible el topógrafo tendrá que buscar una solución en el campo, recorriendo varias alternativas de ruta, las que si en ninguna de ellas se puede solucionar el problema se desecha completamente la ruta y se elige otra o el ingeniero diseñador toma la decisión de hacer grandes cortes o rellenos que elevan significativamente los costos del proyecto.

Para el caso particular de la carretera que comunica a Xux y a Las minas la ruta que se eligió está sobre una brecha existente de tres metros de ancho, la que es transitada por vehículos de doble transmisión; cambiando esta ruta 500 metros al inicio y 200 metros a partir del caminamiento 1+433, tramos que no cumplen con los requerimientos técnicos.

Las pendientes máximas a chequear con el clinómetro no deben ser mayores del 14% para tramos largos y del 18% para tramos entre 100 y 200 metros de longitud.

2.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE PRELIMINAR.

2.2.1 PLANIMETRÍA.

La información topográfica necesarias para el diseño de una carretera consiste en tomar en campo los ángulos y distancias horizontales que definen la ruta de preliminar, haciendo uso de un teodolito y de una cinta métrica.

El levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos orientados a un mismo norte y distancias con estaciones intermedias a cada 20 metros.

En el trabajo de EPS se realizó el levantamiento planimétrico usando un teodolito marca SOKISSHA, modelo TM20ES y se usó el método de conservación de azimut, con orientación de estación a estación por vuelta de campana, se midieron distancias no mayores de 20 metros con la cinta colocada horizontalmente, bajando la medida exacta a los trompos mediante plomadas de centro. A fin de no perder las medidas entre estaciones se marcaron con clavos.

La libreta topográfica de campo obtenida en el levantamiento del trabajo de EPS, para el tramo inicial de 200 metros, es la siguiente:

Est.	P. o	A z i m u t	Distancia (m)
0	1	252° 32' 47.04"	42.00
1	2	252° 40' 12"	18.00
2	3	252° 40' 12"	17.00
3	4	227° 43' 18.12"	43.00
4	5	242° 47' 54.96"	28.00
5	6	275° 04' 54.84"	23.00
6	7	241° 07' 40.08"	35.00

2.2.2 ALTIMETRÍA.

Consiste en pasar una nivelación en todos los puntos fijados por el levantamiento planimétrico, fijando bancos de marca a cada 500 metros, los que deben ser ubicados en puntos permanentes o en monumentos de concreto, en los que deberá anotarse la estación, elevación y las distancias acumuladas. Como cota de salida se fijará una arbitraria, entera, la cual se recomienda que sea de 5,000 metros para no tener cotas negativas.

Es recomendable ir dibujando el perfil que se ha levantado en el día, con el objeto de apreciar si tiene una forma congruente a la realidad y si cumple con las especificaciones de pendientes máximas permisibles. Lo anterior permite que los errores se encuentren a tiempo y no hasta realizar el dibujo en gabinete.

En el trabajo de EPS se realizó la nivelación usando un nivel de precisión marca TOPCON, modelo G7, mediante el método de nivelación diferencial.

La libreta de campo obtenida en el levantamiento preliminar de los primeros 200 metros, es la siguiente:

Cam.	V.A	V.F	P.V	Cota
0 + 000	3.98			1000.00
0 + .020	3.95		1.002	
0 + .040		1.85		
0 + .042	3.90		1.63	
0 + .060		2.15		
0 + .071		4.138		
0 + .077		0.644		
0 + .080	3.98		0.446	
0 + .100		3.12		
0 + .120	3.95		1.041	
0 + .140		2.213		
0 + .148		2.046		
0 + .160		2.022		
0 + .171		2.528		
0 + .180	4.50		3.57	
0 + .200		0.193		
0 + .206		0.598		

2.2.3 SECCIONES TRANSVERSALES.

Por medio de las secciones transversales se podrán determinar las elevaciones transversales de la faja de terreno, que se recomienda sea como mínimo de 40 metros, es decir, 20 metros a cada lado a partir de la línea central definida en el levantamiento planimétrico, éstas deberán ser medidas en forma perpendicular al eje y niveladas con nivel de mano o con un clinómetro, midiendo la distancia horizontal a que se está nivelando cada punto.

Cuando la sección transversal tope con un obstáculo impasable como un peñasco, una casa, un paredón, Etc. no es necesario prolongarla sino que se anotará en la columna de observaciones el tipo de obstáculo y su altura o profundidad aproximada.

En los puntos de intersección la sección transversal se medirá sobre la bisectriz del ángulo interior de la poligonal abierta.

También deberán sacarse secciones transversales en los fondos de los zanjones y en donde deba ir tubería de drenaje transversal, así como en donde haya obstáculos tales como casas.

En esta libreta se deben anotar aspectos de importancia tales como: casas, peñascos, paredones, ubicación de alcantarillas transversales, tipo de suelo, estructuras existentes si las hay tales como puentes, Etc.

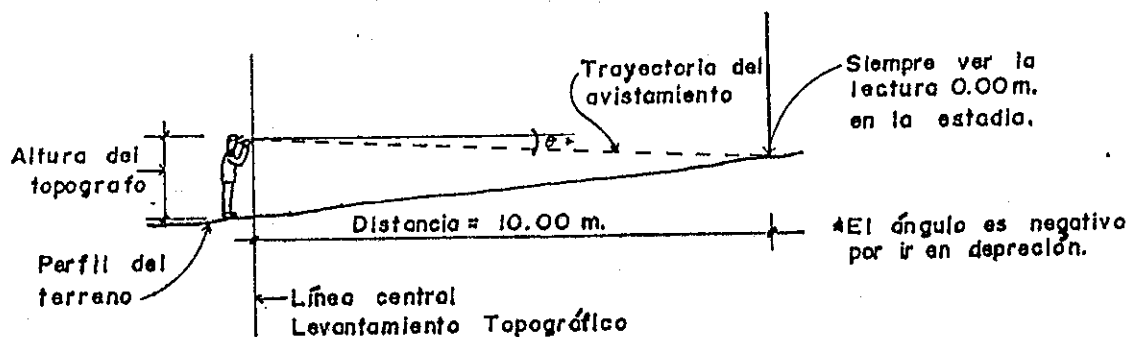
Para el levantamiento de secciones transversales del trabajo de EPS se use un clinómetro mediante el procedimiento siguiente:

Primero: Medir la distancia horizontal y perpendicular a partir de la línea central.

Segundo: Medir el ángulo formado entre la línea central y el punto que se midió, sabiendo que los ángulos en depresión son negativos y los ángulos de elevación son positivos. En la libreta se anota al lado izquierdo de una diagonal el ángulo con su signo y a la derecha la distancia horizontal al punto en cuestión.

Tercero: Conocer la altura del topógrafo que mide los ángulos.

La siguiente figura ilustra el procedimiento:



La libreta del levantamiento preliminar para los primeros 200 metros es la siguiente:

Secciones de Campo Izquier.	Camblamiento	Secciones de Campo Derecha
- 14° / 10.00	0 + 000	9°/5.00 20°/ 10.00
- 22° / 10.00 3° / 2.50	0 + 020	5° / 10.00
- 37° / 10.00	0 + 040	28° / 10.00
- 36° / 10.00	0 + 042	28° / 10.00
- 27° / 10.00	0 + 060	26° / 10.00
- 25° / 10.00	0 + 071	37°/2.00 35° / 10.00
- 25° / 10.00	0 + 077	35° / 10.00
- 30° / 10.00	0 + 080	29° / 10.00
- 33° / 10.00	0 + 100	33° / 10.00
- 31° / 10.00	0 + 120	31° / 10.00
- 35° / 10.00	0 + 140	29° / 10.00
- 35° / 10.00	0 + 148	28° / 10.00
- 33° / 10.00	0 + 160	27° / 10.00
- 33° / 10.00	0 + 171	27° / 10.00
- 29° / 10.00	0 + 180	29° / 10.00
- 30° / 10.00	0 + 200	30° / 10.00

CAPÍTULO 3.

CÁLCULO TOPOGRÁFICO DE PRELIMINAR.

3.1 CÁLCULO PLANIMÉTRICO.

El cálculo de la topografía se efectúa en gabinete y consiste en conocer las coordenadas parciales y totales de cada vertice que compone la poligonal abierta, con la finalidad de contar con la información suficiente para efectuar con facilidad la localización de la ruta, los corrimientos de línea y otros que se explicarán más adelante.

Para el cálculo de las coordenadas totales se usó el método de Pensilvania. A manera de ejemplo se presentan los resultados de los primeros 200 metros del cálculo planimétrico.

Est.	P.o	Az i mut	Dist. (m)	X p	Y p	X t	Y t
0	1	252° 32' 47.04 "	42.00	-40.06632	-12.59721	- 40.06632	- 12.59721
1	2	252° 40' 12 "	18.00	-17.18289	- 5.361752	- 57.24921	- 17.95897
2	3	252° 40' 12 "	17.00	-16.22828	- 5.063876	- 73.47749	- 23.02284
3	4	227° 43' 18.12 "	43.00	- 31.81507	- 28.92752	- 105.2926	- 51.95036
4	5	242° 47' 54.96 "	28.00	- 24.90335	- 12.79935	- 130.1959	- 64.74971
5	6	275° 04' 54.84 "	23.00	- 22.90959	2.037546	- 153.1055	- 62.71236
6	7	241° 07' 40.08 "	35.00	- 30.64945	- 16.0004	- 183.7549	- 78.8124

Los resultados del ploteo de las anteriores coordenadas, se presentan en los planos del anexo final.

3.2 CÁLCULO ALTIMÉTRICO.

Con los datos obtenidos en el campo se procede a calcular las cotas de cada punto marcado como máximo a 20 metros sobre la línea central del levantamiento planimétrico.

Los datos que se obtuvieron en el campo son: caminamiento, vista atrás, vista intermedia y punto de vuelta, todo esto a partir de una cota conocida. Lo que tiene que calcularse es la altura del instrumento para cada punto de vuelta y la cota. Lo anterior se obtiene usando las siguientes fórmulas:

$$AI = Cu + VA$$

$$C = AI - VI \quad \text{ó} \quad C = AI - PV$$

Donde:

AI= Altura del instrumento.

Cu= Última cota.

VA= Vista atrás.

C = Cota.

VI= Vista intermedia.

PV= Punto de vuelta.

Ver el cálculo altimétrico efectuado en la tabla siguiente:

C a m .	V . A	A . I	V . F	P . V	C o t a
0 + 0 0 0	3.98	1003.98			1000.00
0 + 0 2 0	3.95	1006.928		1.002	1002.978
0 + 0 4 0			1.85		1005.078
0 + 0 4 2	3.90	1009.198		1.63	1008.298
0 + 0 6 0			2.15		1007.048
0 + 0 7 1			4.136		1005.062
0 + 0 7 7			0.644		1008.554
0 + 0 8 0	3.98	1012.732		0.446	1008.752
0 + 1 0 0			3.12		1009.612
0 + 1 2 0	3.95	1015.641		1.041	1011.691
0 + 1 4 0			2.213		1013.428
0 + 1 4 8			2.046		1013.595
0 + 1 6 0			2.022		1013.619
0 + 1 7 1			2.528		1013.113
0 + 1 8 0	4.50	1016.571		3.57	1012.071
0 + 2 0 0			0.193		1016.378
0 + 2 0 6			0.598		1015.973

Los resultados finales de la altimetria se presentan en el perfil de los planos de la carretera, ver anexo final.

3.3 CÁLCULO DE SECCIONES TRANSVERSALES.

Las secciones transversales son las que definen las elevaciones y depresiones que el terreno posee en una franja de 40 metros, medida a partir del eje del levantamiento planimétrico y sirven de base para calcular las curvas de nivel en la mencionada franja.

Los datos que se obtienen en el levantamiento preliminar, en cuanto a secciones transversales, son la distancia y el ángulo positivo o negativo a la izquierda o a la derecha de la línea central, por lo que en gabinete es necesario calcular las cotas, utilizando las siguientes fórmulas:

$$C = (D * \text{SIN } A) + A_t \quad \text{----> Para ángulos positivos.}$$

$$C = (D * \text{SIN } A) - A_t \quad \text{----> Para ángulos negativos.}$$

Donde:

C = Cota.

Cc = Cota conocida.

D = Distancia horizontal.

VER CUADRO.

A = Ángulo leído en el clinómetro.

A_t = Altura del topógrafo.

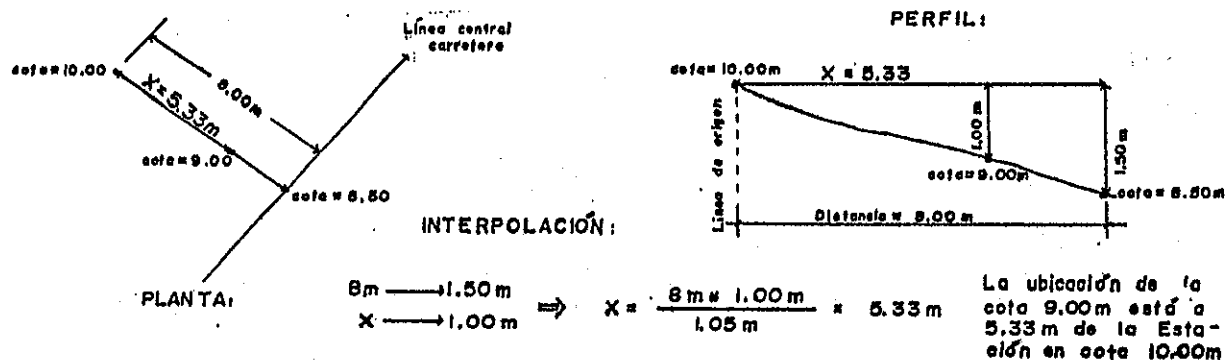
C a m .	Secciones Izquierda	Cota Central	Secciones Derecha
0 + 0 00	- 2.50 / 10.00	1000.00	0.80 / 5.00 3.68 / 10.00
0 + 020	- 4.00 / 10.00 0.15 / 2.50	1002.978	0.84 / 10.00
0 + 040	- 7.48 / 10.00	1005.078	5.37 / 10.00
0 + 042	- 7.40 / 10.00	1005.298	5.40 / 10.00
0 + 060	- 5.20 / 10.00	1007.048	4.98 / 10.00
0 + 071	- 4.70 / 10.00	1005.062	1.50 / 2.00 7.08 / 10.00
0 + 077	- 4.60 / 10.00	1008.554	7.00 / 10.00
0 + 080	- 5.72 / 10.00	1008.752	5.58 / 10.00
0 + 100	- 6.55 / 10.00	1009.612	6.41 / 10.00
0 + 120	- 6.00 / 10.00	1011.691	6.00 / 10.00
0 + 140	- 7.15 / 10.00	1013.428	5.58 / 10.00
0 + 148	- 7.00 / 10.00	1013.595	5.30 / 10.00
0 + 160	- 6.55 / 10.00	1013.619	5.17 / 10.00
0 + 171	- 6.50 / 10.00	1013.113	5.10 / 10.00
0 + 180	- 5.46 / 10.00	1012.071	5.58 / 10.00
0 + 200	- 5.72 / 10.00	1016.378	5.78 / 10.00
0 + 206	- 5.60 / 10.00	1015.973	5.80 / 10.00

En los resultados anteriores el dato a la izquierda de la diagonal es la altura en metros hacia arriba o hacia abajo a partir de la cota central, el dato al lado derecho es la distancia horizontal medida perpendicular al eje de la línea central del levantamiento planimétrico.

3.4 CÁLCULO DE CURVAS A 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 corresponda el caminamiento en la línea central, se anotará a la par de este punto la cota respectiva, posteriormente se procede 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. (Ver figura).



Las curvas de nivel para la franja de 40 metros son parte de los planos finales. Ver anexo al final.

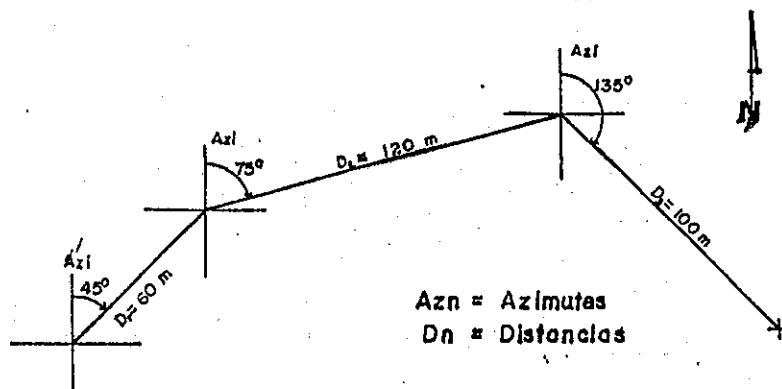
DIBUJO PRELIMINAR.

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 el azimut que la libreta planimétrica de la línea preliminar define y se traza una recta a partir del punto de origen al punto marcado por la medida tomada del transportador, luego sobre esta recta se mide la distancia indicada en la libreta de planimetría. El procedimiento se repite tomando como nuevo origen el final de la recta trazada. (Ver figura).



*En cada estación se debe crear un eje de coordenadas, orientados todos al mismo norte.

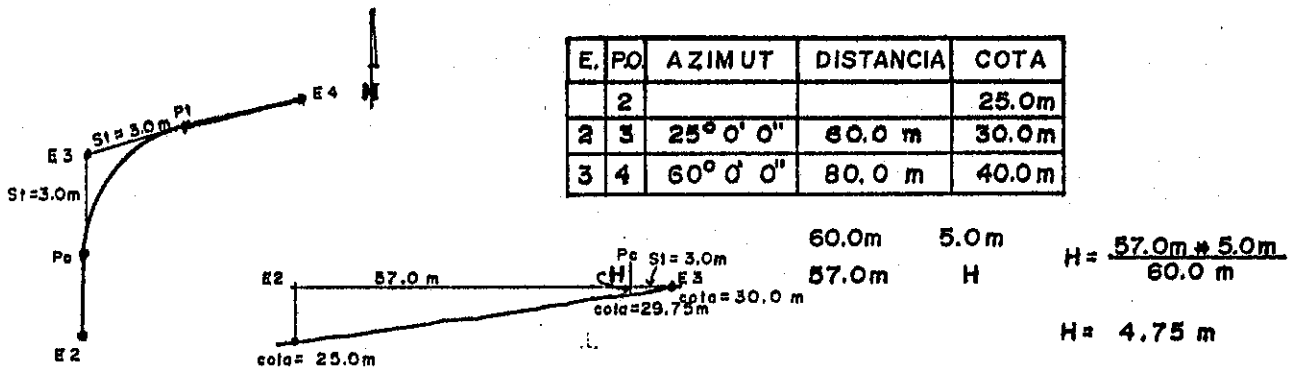
La línea de preliminar es la base sobre la cual se trazan las curvas que se diseñan conforme el procedimiento descrito en el siguiente capítulo. Los resultados aparecen en los planos del anexo final.

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. (Ver figura).



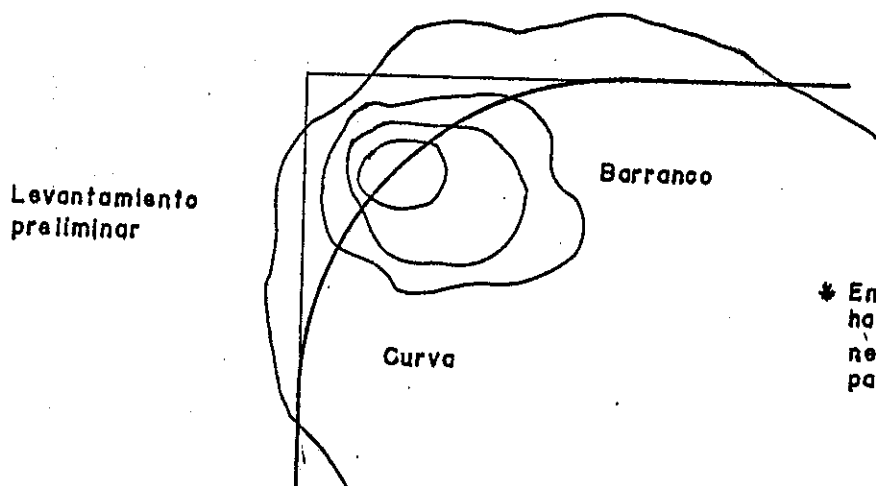
El perfil de localización del tramo en cuestión aparece en los planos del anexo final.

4.3. CURVAS A 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 cuándo el caminamiento de una curva horizontal calculada cae en un barranco, sobre una montaña o sobre roca e incluir todos los rublos 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 valorar si diseñar sobre la línea preliminar o efectuar algún corrimiento de línea y elegir sobre las intersecciones que se deban calcular. (Ver figura).



* En este caso es preferible hacer un corrimiento de línea para que la curva no pase por el barranco.

CAPÍTULO 5.

DISEÑO DE LOCALIZACIÓN.

Consiste en diseñar la línea final o línea de localización en planta, la cual será la definitiva para el proyecto que se trate. Deberá contener todos los datos necesarios para que la cuadrilla de topografía proceda a marcar en el campo la ruta seleccionada, tanto planimétricamente como altimétricamente. 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 Kilometros 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.

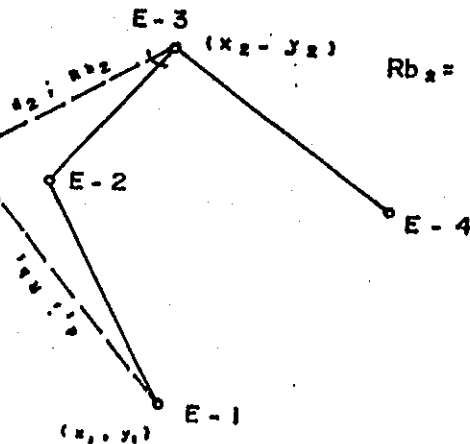
Los corrimientos de línea se hacen cuando por razones especiales el caminamiento de la preliminar no llene los requerimientos del proyecto, tales como: especificaciones, pasos obligados, suelo rocoso, barrancos, Etc. Los cambios de línea hechos en campo son bastante costosos ya que para esto es necesario trasladar la cuadrilla de topografía, por lo que en 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 corrimientos 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 distancia dos rectas, conservando Los mismos ángulos, al segundo caso también se le conoce como 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.

A) 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 base 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.

(Ver figura en página siguiente).

COORDENADAS
SUPUESTAS (x, y)
EN CADA
APROXIMACIÓN



$$d_1 = \sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2}$$

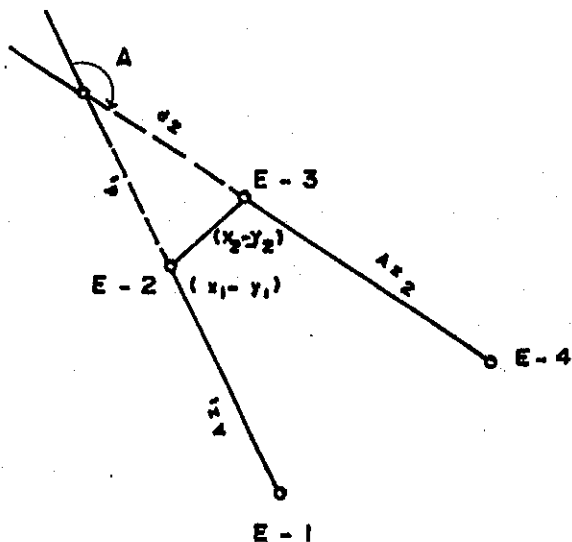
$$d_2 = \sqrt{(x-x_2)^2 + (y-y_2)^2}$$

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

$$Rb_2 = \text{Tan}^{-1} \left(\frac{x_2-x}{y_2-y} \right)$$

(LA DIRECCIÓN DEL RUMBO SE OBTIENE DE LOS SIGNOS DEL RESULTADO DE Δx y Δy)

B) 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 intersectan, formando con esto un solo punto de intersección en lugar de dos. (Ver Figura en página siguiente).



$$d_1 = \frac{\Delta x * \text{Cos } Az_2 - \Delta y * \text{Sen } Az_2}{\text{Sen } \Delta}$$

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

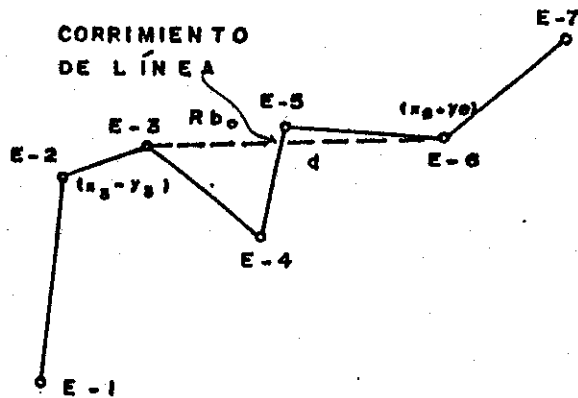
donde

$$\Delta x = (x_2 - x_1)$$

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

$$\Delta = \text{DEFLEXIÓN ANGULAR}$$

C) 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. (Ver figura en página siguiente).



$$d = \sqrt{(x_5 - x_2)^2 + (y_5 - y_2)^2}$$

$$Rb_0 = \text{Tan}^{-1} \left(\frac{x_5 - x_2}{y_5 - y_2} \right)$$

* La dirección del rumbo se obtiene de los signos de $x_5 - x_2$; $y_5 - y_2$; ubicados respectivamente en un eje de coordenadas rectangular.

En el trabajo de EPS no fue necesario calcular corrimientos, por lo que se ha adjuntado en la presente tesis como complemento teórico.

5.2 CÁLCULO DE ELEMENTOS DE LA CURVA HORIZONTAL.

Consiste en el diseño de la línea final de localización en planimetría mediante el cálculo de las curvas horizontales, las cuales definirán la ruta a seguir y constituyen la guía fundamental a la cuadrilla de topografía para el trazo de la carretera. En el proceso de diseño y cálculo se deben considerar varios aspectos técnicos, los cuales se enumeran a continuación:

- A) Todo el diseño debe ir basado en el principio de seguridad y comodidad en la carretera.
- B) Una carretera diseñada a seguir las ondulaciones de las curvas a nivel es preferible a una con tangentes largas pero con repetidos cortes y rellenos, ya que esto disminuye los costos.

C) Para una velocidad de diseño dada, debe 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, en estos casos el criterio del ingeniero diseñador es importante, ya que las curvas deben ser diseñadas 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 las tangentes.

F) Se deben evitar curvas en donde se localicen puentes, ya que éstos deberán ubicarse preferiblemente en tangentes, pero, en situaciones especiales se ampliará la curva con un sobreancho o diseñar un puente curvo.

G) No deberán diseñarse curvas con radios mínimos previo a 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 pueden provocarse accidentes.

I) Debe chequearse en cada cálculo la longitud de la tangente, ya que ésta no podrá ser jamás negativa, porque esto indicaría que dos curvas horizontales se están traslapando.

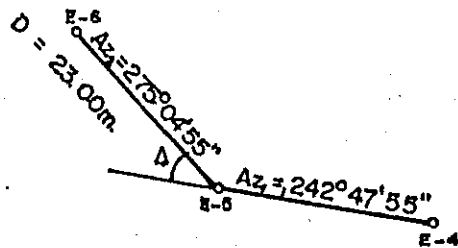
Después de considerar los anteriores incisos y los que la experiencia del ingeniero diseñador posea, se procede al cálculo de las curvas horizontales, con la ayuda de dos escuadras, un compás, un juego de curvas de diseño y las especificaciones respectivas. El diseño planimétrico de carreteras es un proceso de tanteos hasta que se consigue el óptimo. En los siguientes incisos se calcularán cada elemento de la curva de la estación 5, a la vez que se explican cada una de las fórmulas. Por lo anterior es necesario contar con los datos siguientes:

$\Delta = \text{deflección angular} = Az_2 - Az_1$

$Az_1, Az_2 = \text{Azimut}_1 \text{ y } \text{Azimut}_2$

$D_1, D_2 = \text{Distancia}_1 \text{ y } \text{Distancia}_2$

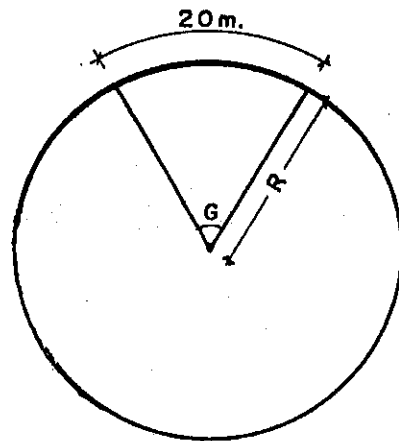
$$\Rightarrow \Delta = 275^\circ 04' 55'' - 242^\circ 47' 55'' = \underline{\underline{32^\circ 17' 00'' = \Delta}}$$



* En el vértice de la estación 5, se diseñará, su correspondiente curva, conforme las siguientes fórmulas.

5.2.1. GRADO DE CURVATURA (G).

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



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

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

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

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. (Ver especificaciones al final del capítulo).

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.

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

$$L_c = \frac{2 \pi * \frac{1145.9156}{G} * \Delta}{360} = \frac{2 \pi * 1145.9156 * \Delta}{360 * G}$$

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

Para el ejemplo:

$$L_c = \frac{20 * (Az_2 - Az_1)}{G} = \frac{20 * (275^{\circ}04'55'' - 242^{\circ}47'55'')}{63^{\circ}39'33''} = \underline{\underline{10.14 \text{ m}}}$$

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).

$$Tg (\Delta/2) = \frac{St}{R} \Rightarrow St = R * Tg (\Delta/2)$$

Para el ejemplo:

$$St = 18m * Tg \left(\frac{Az_2 - Az_1}{2} \right) \Rightarrow St = 18m * \left(\frac{275^{\circ}04'55'' - 242^{\circ}47'55''}{2} \right)$$

$$St = \underline{\underline{5.49m}}$$

5.2.4. CUERDA MAXIMA (Cm)

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

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

Para el ejemplo de la curva No.5

$$Cm = 2 * 18m * \text{Sen} \left(\frac{275^{\circ}04'55'' - 242^{\circ}47'55''}{2} \right)$$

$$Cm = \underline{\underline{10.00m}}$$

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 external 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;

$$E = 18 \text{ m} * \text{Sec} \left(\frac{32^{\circ}17'00''}{2} \right)$$

$$E = \underline{0.738 \text{ m}}$$

5.2.6. ORDENADA MEDIA.

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

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

$$OM = R - R * \text{Cos} (\Delta/2)$$

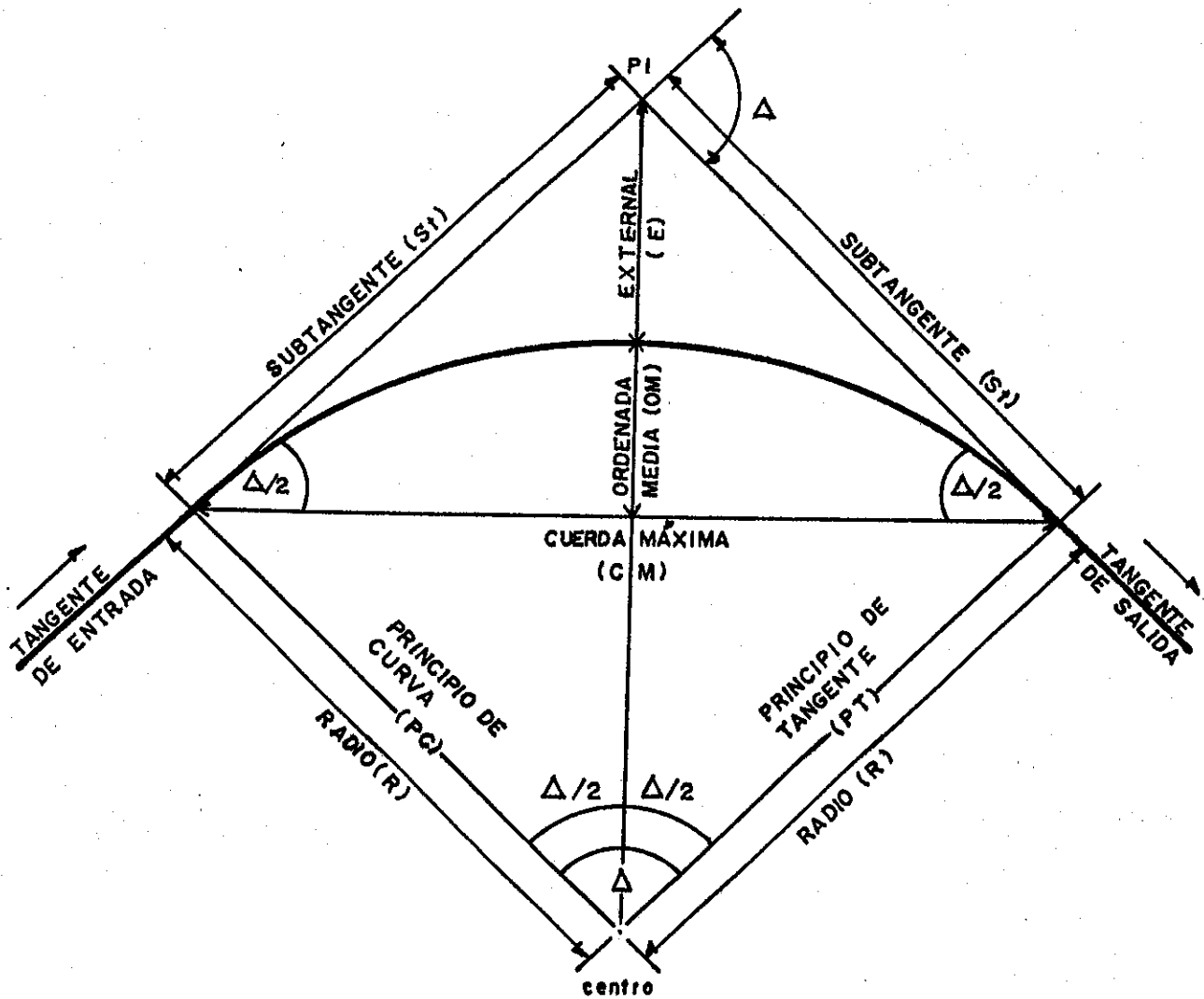
$$OM = R * (1 - \text{Cos} (\Delta/2))$$

Para el ejemplo:

$$OM = 18 \text{ m} * \left[1 - \text{Cos} \left(\frac{32^{\circ}17'00''}{2} \right) \right]$$

$$OM = \underline{0.709 \text{ m}}$$

La figura a continuación úbica 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 la 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). (Ver figuras en página siguiente).

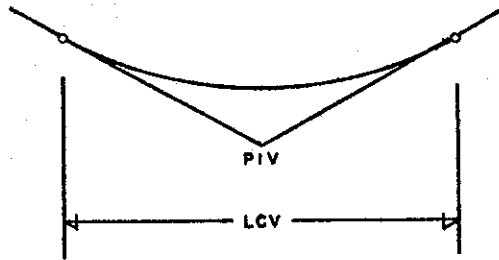
La finalidad de una curva vertical es proporcionar suavidad al cambio de pendiente, estas curvas pueden ser circulares o parabólicas, aunque la más usada en nuestro país por la Dirección General de Caminos es la parabólica simple, debido a su facilidad de cálculo y a su gran adaptación a las condiciones 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.

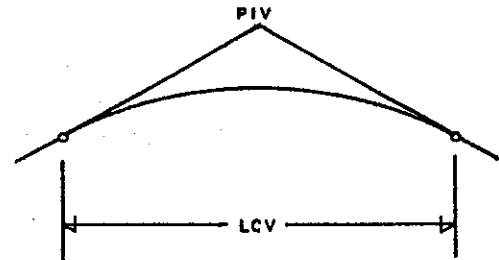
En el momento de diseñar las curvas verticales deben tenerse presentes las longitudes de éstas, para evitar traslapes entre curvas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores.

En diseños de carreteras para áreas rurales se ha normalizado entre los diseñadores usar como longitud mínima de curva vertical la que sea igual a la velocidad de diseño. Lo anterior reduce considerablemente los costos del proyecto, ya que curvas amplias conllevan a grandes movimientos de tierra.

CURVA VERTICAL CÓNCAVA



CURVA VERTICAL CONVEXA.



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

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

Donde:

K= constante que depende de las velocidades de diseño.

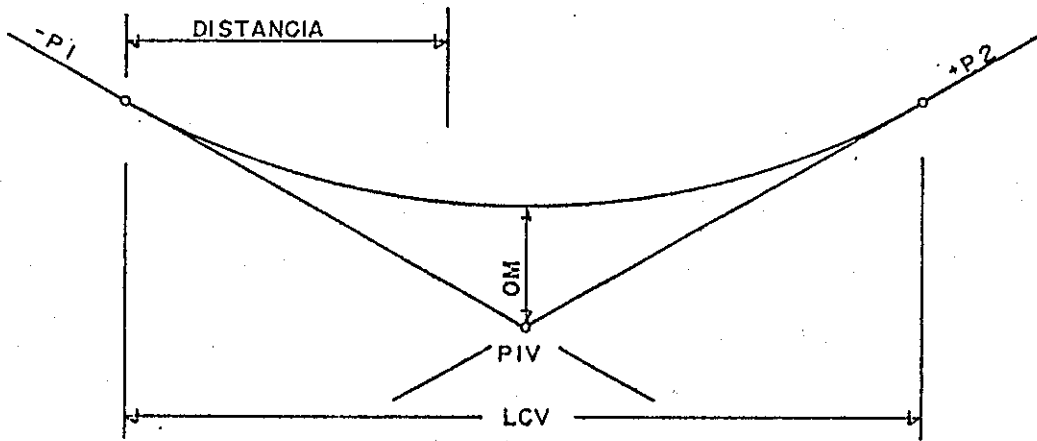
A= Diferencia algebraica de pendientes.

Los valores de K se enumeran en la tabla siguiente:

VEL. DE DISEÑO. (KM).	CÓNCAVA. VALORES DE K.	CONVEXA. VALORES DE K.
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

Para ejemplos, ver el cálculo de correcciones verticales en la sección 6.2.

CURVA VERTICAL



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 16% , 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 sub-rasante se convierte en el elemento que más determina el costo de la obra. Por esta razón, un buen criterio para diseñarla es obtener la sub-rasante 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 subrasante 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 subrasante en diferentes tipos de terrenos se expone 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 subrasante 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 subrasante 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 se da 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 súmamente justificables.

Existen otras recomendaciones de importancia que se deben considerar en el diseño de la subrasante, 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 contrapendientes 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 Mts. 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 Mts. y en otras estaciones adecuadas, se calcula la elevación de la rasante, completando así el cálculo. Cuando la elevación de la 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 subrasante de la carretera trabajada en el EPS, se apegan a los criterios de una subrasante en terreno montañoso.

6.2. CÁLCULO DE CORRECCIONES POR CURVA VERTICAL A SUB-RASANTE.

Luego de calcular las elevaciones de la subrasante conformada por rectas de pendientes definidas, se ve necesario corregir las mencionadas alturas en los caminamientos que conforman las curvas verticales, puesto que debe proporcionarse un cambio suave entre la pendiente de entrada y salida.

Según lo muestra la figura en la página número 34, la ordenada máxima (OM) es el máximo cambio de la curva, las correcciones siguientes se calculan del exterior de la curva hasta el centro, tanto de entrada como de salida, las fórmulas son las siguientes:

$$OM = (P2 - P1) / 800 * LCV$$

$$Y = (OM * D) / ((LCV / 2)^2)$$

Donde:

P1 = Pendiente de entrada.

P2 = Pendiente de salida.

OM = Ordenada media.

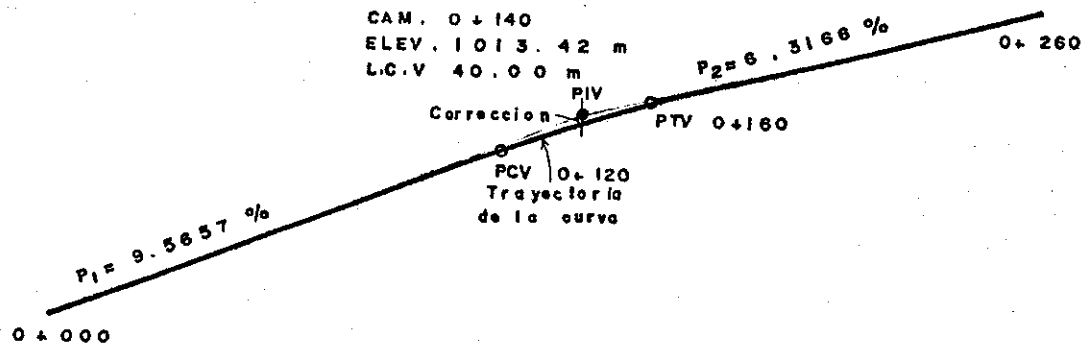
D = Distancia a partir del extremo al punto en que se desea conocer la corrección vertical.

LCV = Longitud de curva vertical.

Y = Corrección vertical.

Esta corrección se suma a la cota de subrasante, obteniendo así la subrasante corregida, base para el resto del cálculo.

A continuación se calcula didácticamente la primera de las curvas verticales del trabajo de EPS. La totalidad de los cálculos se adjuntan al final del presente capítulo.



SEGÚN LAS FÓRMULAS :

OM = Ordenada media

$$OM = (P_2 - P_1) / 800 * LCV$$

$$OM = (6.3166 - 9.5657) / 800 * 400 = -0.16 \text{ m}$$

PERO LA CORRECCIÓN EN CUALQUIER CAMINAMIENTO DE LA CURVA ES

$$Y = \frac{(OM * D)}{(LCV/2)^2} = \frac{-0.16 * (Cam_2 - Cam_1)}{(40/2)^2} = \frac{-0.16 * (Cam_2 - Cam_1)}{(400)}$$

$$D = (Cam_2 - Cam_1)$$

⇒ EN EL PVC :

$$Y = \frac{-0.16 * (0+120 - 0+120)}{400} = 0 \text{ m} \Rightarrow \text{no hay corrección}$$

⇒ EN CAM. 0+130

$$Y = \frac{-0.16 * (0+130 - 0+120)}{400} = -0.004 \text{ m}$$

⇒ EN PIV = OM = -0.16 m

⇒ EN 0+150

$$Y = \frac{-0.16 * (0+150 - 0+140)}{400} = -0.004 \text{ m}$$

⇒ EN PTV 400

$$Y = \frac{-0.16 * (0+160 - 0+160)}{400} = 0 \text{ m} \Rightarrow \text{no hay corrección}$$

LOS RESULTADOS DE LAS CORRECCIONES DE TODAS LAS CURVAS VERTICALES DEL PROYECTO SE ADJUNTAN EN EL ANEXO DE ESTE CAPÍTULO.

6.3. 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 hombro de la carretera, con su pendiente; taludes, de corte y relleno según se presente el caso, determinando su pendiente en razón al tipo de material del terreno y la altura que precisen. Es de hacer notar que 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 bien sea en corte o en relleno, se muestran a continuación:

CORTE:

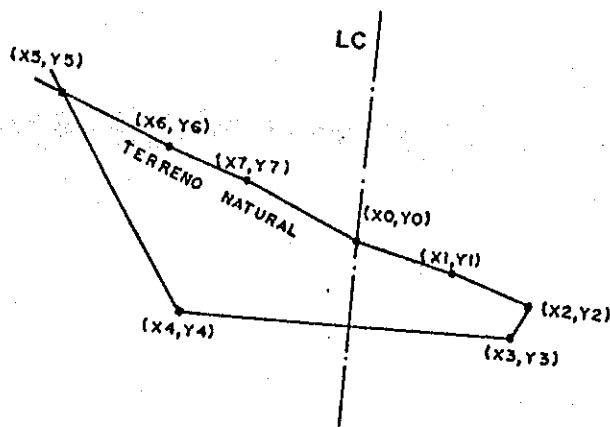
ALTURA	H	-	V
0 - 3	1	-	1
3 - 7	1	-	2
> 7	1	-	3

RELLENO:

ALTURA	H	-	V
0 - 3	2	-	1
> 3	3	-	2

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:

$$\text{Área} = [\sum (X_i * Y_{i+1}) - \sum (Y_i * X_{i+1})] / 2$$



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

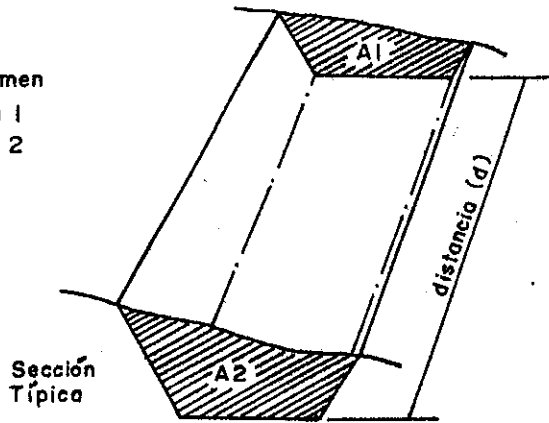
$$\text{Área} = \text{ABS} \left(\frac{a - b}{2} \right)$$

6.4. 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.

$$\text{Volumen} = ((\text{Área1} + \text{Área2}) * \text{distancia}) / 2$$

V = Volumen
 A1 = Área 1
 A2 = Área 2



$$V = \left(\frac{A1 + A2}{2} \right) * d$$

Cuando en un extremo la sección tenga solo área corte y la otra 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:

$$\text{Vol. Corte} = (C1 + C2)^2 / [2 * (C1 + C2 + R1 + R2)] * D$$

$$\text{Vol. Relleno} = (R1 + R2)^2 / [2 * (C1 + C2 + R1 + R2)] * D$$

Donde:

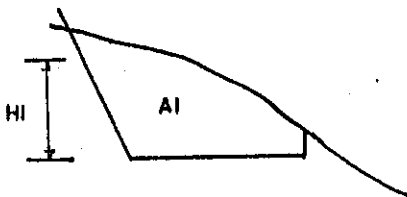
C1 = Área de corte en la primer sección.

C2 = Área de corte en la segunda sección.

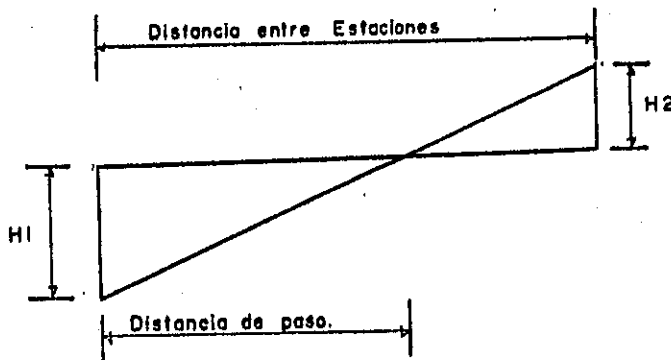
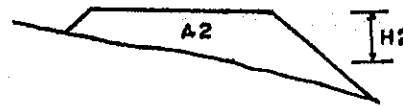
R1 = Área de relleno en la primer sección.

R2 = Área de relleno en la segunda sección.

ÁREA DE CORTE

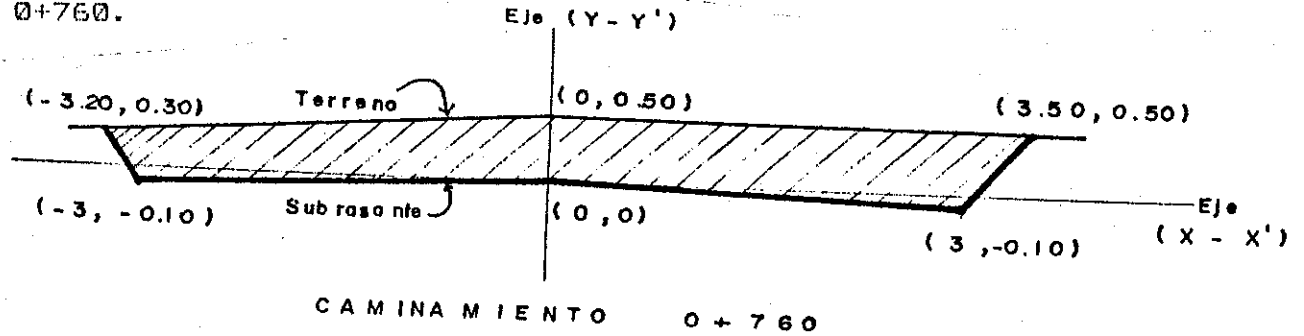


ÁREA DE RELLENO



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

Como ejemplo se calcula el área de corte del caminamiento 0+760.



a	x	y	b
	0	*	0
0 =	- 3	*	- 0.10 = 0
0.32 =	- 3.20	*	0.30 = 0.90
0 =	0	*	0.50 = - 1.60
1.75 =	3.50	*	0.50 = 0
1.50 =	3	*	- 0.10 = - 0.35
0 =	0	*	0 = 0
$\Sigma = 3.57$			$\Sigma = - 2.85$

$$\text{ÁREA} = A = \left| \frac{a - b}{2} \right| = \left| \frac{3.57 - (-2.85)}{2} \right| = 3.21 \text{ m}^2$$

EL ÁREA DE CORTE EN 0+760 ES 3.21 m²

LA TOTALIDAD DE LOS CALCULOS SE ADJUNTAN EN EL ANEXO DE ESTE CAPITULO.

Se adjunta a continuación, la memoria de cálculo del movimiento de tierras, de la carretera diseñada en el EPS.

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LES MINAS

6.5

UBICACIÓN: SIPACAPA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRAMAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOPREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				ÁREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESUMENES	OBSERVACIONES
							PASANTE	CORRECCION	PASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO			
0+000							1000			1000	1.73	1.18						
0+020							1001.92			1002.91	3.44		20	4670	15.90			
0+040							1003.83			1005.07	10.12	5.41	20	15560	27.05			
0+040.76	TC						1003.91											
0+043.13	FT						1004.91											
0+060							1005.75			1007.04	10.89	10.06	20	2000	54.70			
0+063.06	TC						1006.04											
0+071							1006.80			1005.06								
0+080							1007.67			1008.09	6.70	11.66	20	1020	17.20			
0+090.49	FT						1008.67											
0+100							1009.58			1009.61	4.61	3.45	20	108	1051.10			
0+108.84	TC						1010.43											
0+120							1011.50			1011.69	5.02	2.49	20	9130	159.40			
0+130.15	FT						1012.47	-0.24	1012.43									
0+140							1013.42	-0.24	1013.26	1013.42	3.13	3.53	20	8150	60.20			
0+142.23	TC						1013.56	-0.13	1013.43									
0+152.37	FT						1014.20	-0.27	1014.18									
0+160							1014.68			1013.61	10.40	2.65	20	353	61.80			
0+164.66	TC						1014.98											
0+175.33	FT						1015.65											
0+180							1015.94			1013.80		15.65	20		183			
0+196.17	TC						1016.97											
0+200							1017.21			1016.31	11.58	6.71	20	790	173.60			
0+213.45	FT						1018.06											
0+220							1018.47			1019.40	8.70	0.14	20	1078	168.50			
0+227.13	TC						1018.92											
0+240							1019.40			1020.80	17.20		20	209	10.70			

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SIPACAPA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRAMAJO

ESTACIÓN	LÍNEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				ÁREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES
							RASANTE	CONSERVA ARRIOLA	RASANTE CORREGI- DA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO			
0+475.30	FT						1026.04											
0+480							1025.98											
0+487.26	FT						1025.89											
0+591.15	FT						1025.83											
0+500							1025.72											
0+516.71	FT						1025.50											
0+520							1025.45											
0+540							1025.19											
0+544.47	FT						1025.17											
0+549.03	FT						1025.07											
0+560							1024.93											
0+570							1024.79											
0+580							1024.64	0.01	1024.59	1025.20	3.55	0.40	20	24.50	2			
0+580.13	FT						1024.64	0.01	1024.59									
0+588.29	FT						1024.55	0.23	1024.32									
0+597.94	FT						1024.45	0.55	1023.90									
0+600							1024.40	0.62	1023.78	1024.40	5.83		20	23.80	2			
0+613.09	FT						1023.15	0.19	1022.96									
0+620							1022.48	0.07	1022.41	1022.03	2.10		20	85.30				
0+624.59	FT						1022.05	0.02	1022.03									
0+630							1021.53											
0+640							1020.57			1021.30	5.60		20	8.30				
0+642.21	FT						1020.36											
0+660							1018.65			1020.90	9.02		20	146.00				
0+668.74	FT						1017.82											
0+680							1016.74			1016.90	7.38		20	11.40				
0+607.15	FT						1015.04											

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SILPACAFA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRAMAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				ÁREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES	
							RASANTE	COMPARACION VERTICAL	RASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO				
0+700						4.25%	1014.83			1014.60	0.14	0.44	20	26.20					
0+710							1013.87												
0+720							1012.91	0.07	1012.98	1013	0.29	0.45	20	5.30	8.70				
0+726.31 ft							1012.31	0.09	1012.50										
0+740							1011	0.64	1011.64	1010.85		4.66	20	145.50	20	340.75			
0+760							1010.80	0.07	1010.87	1011.30	3.24								
0+770							1010.70												
0+780							1010.60			1010.80	0.03		20	41.0					
0+798.27 ft							1010.41												
0+800							1010.40			1010.40		0.50	20	4.65	2.50				
0+810							1010.30												
0+817.17 ft							1010.23	0.04	1010.21										
0+820							1010.20	0.08	1010.28	1010.60	0.70		20	35.0	2.50				
0+840							1010	0.14	1010.14	1010.90	0.95		20	16.30					
0+860							1011.78	0.08	1011.86	1011.60	0.15	1.37	70	10.60	6.85				
0+870							1012.67												
0+880							1013.55			1013		2.37	20	0.65	37.40				
0+900							1015.33			1015.70		0.30	20	76.70					
0+920							1017.11	0.44	1016.67	1017	3.25		20	16.25	1.50				
0+922.65 ft							1017.35	0.57	1016.78										
0+930							1018	-1	1017										
0+940							1017.56	0.44	1017.12	1017.40	2.75		20	60					
0+940.8 ft							1017.53	0.41	1017.12										
0+960							1016.67			1016.60	1.35		20	41					
0+980							1015.78			1016	2.70	0.15	20	40.50	0.75				
1+000							1014.90	0.20	1014.70	1014.90	1.25		20	30.00	0.75				
1+000.67 ft							1014.85	0.09	1014.66										

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACION: SIPACAPA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRAMAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	COMPLEMENTO	PENDIENTE	COTAS				AREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESUMENES	OBSERVACIONES	
							RASANTE	COMERCIAL	RASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO				
H+018.64	FT						1013.31	0.01	1013.30										
H+020							1013.19			1013	0.01	20	6.15	4.55					
H+040							1011.49			1011	2.31	20	1.61						
H+060							1009.78			1009.20	3.40	20	51.0						
H+080							1008.08			1007.20	6.45	20	28.50						
H+100							1006.38			1005.90	2.71	20	21.60						
H+120							1004.61			1003.5	7.24	20	36.20	15.5					
H+121.25	FT						1004.05												
H+140							1002.91			1004	8.75	20	59.9						
H+147.92	FT						1002.20												
H+160							1001.76			1002	4.27	20	50.0						
H+180							999.56			1000.10	6.70	20	10.0						
H+200							997.85	0.42	998.21	998.50	0.60	20	7.5						
H+210							997	0.24	997.94										
H+220							997.41	0.42	997.83	998.30	1.76	20	73.0	0.70					
H+240							998.74			998.70		20	8.80	0.70					
H+248.79	FT						998.60												
H+260							999.06			998.90	5	10	2.5	5.0					
H+272.92	FT						999.60												
H+280							999.89			999.30	0.76	3.87	2.0	57.60	18.0				
H+300							1000.72			1000.20	2.70	3.28	2.0	34.0	11.50				
H+307.01	FT						1000.80												
H+320							1001.52			1001.60	4.73	1.23	2.0	74.30	45.0				
H+328.04	FT						1001.88												
H+330							1001.96												
H+340							1002.57	0.07	1002.50	1002.80	6.60	0.28	2.0	14.0	5.0				
H+360							1003.70	0.63	1002.57	1003.70	9.43		2.0	14.20	1.40				

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SIPACAPA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRAMAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				ÁREAS		DISTANCIA	VOLÚMENES		BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	RASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELENO		CORTE	RELENO			
1+380							1002.35	-0.01	1002.28	1002.20	0.52	547	20	9150	1735			
1+390							1001.92											
1+400							1001.50			1000.60		970	20	260	1970			
1+410							1001.07											
1+420							1000.65	-0.09	1000.56	999.60		803	20		177			
1+433.30	PC						1000.08	-0.57	999.56									
1+440							999.90	-0.81	999.80	999.80	5.90		20	2250	40			
1+460							996.61	-0.09	996.52	999.10	17.30		20	732				
1+460.33	PT						996.56	-0.09	996.47									
1+470																		
1+480							993.42			984.80	10.28		20	2158				
1+500							990.72			991.90	10.16		20	2240				
1+520							987.03			988.60	10.16		20	2050				
1+525.63	PC						986.13											
1+540							983.84			985.60	17.68	0.70	20	2783	1			
1+551.54	PT						982											
1+560							980.65			982.70	6.15		20	2380	1			
1+575.13	PC						978.73											
1+580							977.46			979.20	12.75		20	189				
1+600							974.27			970.50		32	20	675	160			
1+611.80	PT						972.38											
1+620							971.07			968.80		2003	20		5030			
1+633.45	PC						968.93											
1+640							967.88			968	0.13	6.10	20	0.65	2430			
1+651.87	PT						965.99											
1+660							964.69			964.40	0.39	1.05	20	520	7150			
1+678.84	PC						964.68											

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SUPACAPA
SAN MARCOS

CALCULO: WALTER T. COLOP GRANAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				AREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESUMENES	OBSERVACIONES
							RASANTE	CONTRACCION	RASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO			
1+680							961.50			961.20	70.6	0.40	20	74.50	14.50			
1+684.77	F					9.58/68%	960.74											
1+700						9.58/68%	958.31			957.40	1.39	2.68	20	81.50	30.80			
1+707						9.57/69%	957.19											
1+720						15.35/72%	955.12	0.39	955.51	955.50	0.62	0.60	20	20.0	32.80			
1+727						15.35/72%	954.4	0.92	954.92									
1+740						15.35/72%	954.32	0.11	954.43	954.80	1.65		20	22.0	3			
1+747						15.35/72%	954.49											
1+760						15.35/72%	954.81			954.31	3.50	3.50	20	8.25	17.50			
1+780						15.35/72%	955.30			954.70	4.45	4.45	20	79.50				
1+785.49	F					15.35/72%	955.44											
1+790						15.35/72%	955.55											
1+800						15.35/72%	955.80	0.51	955.49	955.17	6.93	6.93	20	113.80				
1+810						15.35/72%	954.80											
1+817	F					15.35/72%	954.10											
1+820						15.35/72%	953.80			953.47	1.60	6.50	20	8	134.30			
1+824.8	F					15.35/72%	953.55	0.07	953.57									
1+830	F					15.35/72%	952.80	0.76	953.06									
1+840						15.35/72%	952.84			953	1.07	1.83	20	26.70	183.30			
1+848.59	F					15.35/72%	952.87											
1+860						15.35/72%	952.92			953.02	3.36	3.95	20	44.30	51.80			
1+872.80	F					15.35/72%	952.97	0.02	952.99									
1+880						15.35/72%	953	0.05	953.05	953.18	2.71	1.62	20	60.70	55.10			
1+882.54	F					15.35/72%	953.27	0.15	953.30									
1+900						15.35/72%	953.28			953.35	5.60	0.30	20	88.0	19.70			
1+913.62	F					15.35/72%	953.48											
1+920						15.35/72%	953.57			953.45	1	1.65	20	66	1950			

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACION: SIPACAPA
SAN BARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRAMAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				AREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESUMENES	OBSERVACIONES
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	PASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO			
1+940							953.85			953.30	1.50	3.90	2.0	25	55.50			
1+941.74	ft						953.88			953	0.40	5.10	2.0	19	9.0			
1+960							954.14			954	5.01	3.10	2.0	34.10	8.2			
1+980							954.43			954	5.18	0.16	2.0	8.9	32.6			
1+999.96	ft						954.71			954.30	0.80	0.65	2.0	59.8	8.10			
2+000							955	0.65	954.35	954.30	0.80	0.65	2.0	59.8	8.10			
2+020							954.75	0.39	953.95									
2+026.43	ft						952.66			951.44		7.48	2.0	4	80.50			
2+040							951.65			950.20	1.34	1.11	2.0	6.70	85.10			
2+048.69	ft						950.33			947.85	948.50	1.85	2.0	3.90	5.55			
2+069.19	ft						949.26	0.08	949.23									
2+080							948	0.15	947.85	948.50	1.85							
2+096.68	ft						945.55			945.25	8.95		2.0	10.8				
2+100							945.06			941.20		6.20	2.0	44.5	3.1			
2+120							942.13			938.22	1.11	6.40	2.0	5.55	12.6			
2+131.55	ft						940.46			935.32		5.77	2.0	55.5	21.0			
2+140							939.20			935.70	0.41	0.06	2.0	2.05	58.20			
2+150							937.73			935.70	0.41	0.06	2.0	2.05	58.20			
2+160							936.26			935.70	0.41	0.06	2.0	2.05	58.20			
2+170							934.80	0.57	935.37									
2+180							935.60											
2+190							936.40											
2+198.76	ft						937.10	0.10	937									
2+200							937.20	0.44	937.06	937.30	0.71	1.68	2.0	6.70	17.40			
2+210							937.45			937.80		7.52	2.0	10.5	9.2			
2+220							937.10											

100.55 27.52

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SIPA CABA
SAN MARCOS

CÁLCULO: WALFRE T. COLOP GRANAJO

ESTACIÓN	LÍNEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS			ÁREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES
							RASANTE	CORRECCION ANTIPIED	RASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE		RELLENO	CORTE			
2+230						2.50%	937.95										
2+236.58	Pt					2.50%	938.11										
2+240							938.20	-0.09	938.11	938.40		20		37.60			
2+247.92	Pt						938.09										
2+250							938.06										
2+260							937.93			938.25	2.09	20	10.45				
2+268.27	Pt					-1.55%	937.82	-0.16	937.66								
2+270						-1.55%	937.80	-0.23	937.57								
2+280							936.71			937.20	3.15	20	57.40				
2+300							934.54			934.22	8.85	257	20	120	12.85		
2+314.39	Pt						932.98										
2+320							932.57			932.15	2.35	1.50	20	11.2	40.70		
2+340							930.20	0.21	930.41	930.55	2.21	0.90	20	45.60	7.4		
2+345	Pt						930	0.15	930.15								
2+360							928.86			929.30	3.06	3.10	20	52.70	40		
2+371.18	Pt						928.12			927.90	2.15	20	52.10	15.50			
2+380							927.53										
2+383.48	Pt						927.50										
2+392							926.75										
2+400							926.20	0.13	926.33	926.46	13.05	20	15.2				
2+412							925.40	0.81	926.21								
2+420							926.16	0.29	926.45	926.42	3.90	0.72	20	189.50	3.60		
2+432							927.29										
2+440							928.05			928.10	2.50	1.64	20	6.4	13.60		
2+460							929.94			930	4.89	1.78	20	13.90	34.20		
2+474.68	Pt						931.53										
2+478							931.65										

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MILPAS

UBICACIÓN: SIPACAPA
SAN MARCOS

CALCULO: WALTER T. COLOP GRANAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	CGTAS				AREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESUMENES	OBSERVACIONES
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	CORRECCION	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO			
2+480							931.84	-0.02	931.82	931.60	17.21	0.40	20	221	2180			
2+488							932.60	0.60	932									
2+493							931.86	-0.15	931.71									
2+498							931.12											
2+499.51 FT							930.89											
2+500							930.83			930.80	1.72	2.32	20	1813	1720			
2+510							929.35											
2+520							927.88	0.33	928.21	927.85	2.92		20	4140				
2+530							926.40	1.32	927.72									
2+540							927.57	0.33	927.90	928.40	1.35	0.20	20	4210	1520			
2+550							928.73											
2+560							929.90			930.30	4.82	1	20	6170	12			
2+563.83 FT							930.35											
2+580							932.24			932.20	11.01		20	1583	5			
2+581.18 FT							932.38											
2+600							934.57			935		4.10	20	5505	2050			
2+608.6 FT							935.58			7								
2+620							936.91			937.45	8.75		20	4575	1850			
2+627.70 FT							937.22											
2+640							939.24			940	9.57		20	1857	1830			
2+644.61 FT							939.78											
2+659.21 FT							941.49											
2+660							941.58			941.96	7.07		20	1664				
2+663.63 FT							942											
2+680							943.92			944.55	4.36		20	2143				
2+700							946.25			946.95	8.10		20	2248				
2+700.04 FT							946.26											
						11.67												

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SIPA CAPA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRANAJO

ESTACION	LÍNEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				ÁREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	RASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO			
2+720							948.59			948.83	1.20	0.50	20	93	2.50			
2+740							950.92			951	3.90	0.50	20	51	1.0			
2+760							953.26			953.15	7.13	1.20	20	110	1.7			
2+765.76	RE						953.93			957	5.19	0.63	20	173	18.30			
2+780							955.59											
2+786.03	RE						956.30											
2+800							957.93			959.10	10.17		20	53	3.15			
2+803.64	RE						958.35											
2+820							960.26			961.05	8.74		20	184				
2+827.38	RE						961.12	-0.06	961.06									
2+840							962.60	-0.44	962.16	962.40	1.91	0.48	20	105	2.40			
2+844.39	RE						962.72	-0.21	962.45									
2+860							963.16			963	0.43	3.11	20	73	35.9			
2+865.89	RE						963.32											
2+870							963.44											
2+880							963.72	0.17	963.89	963.83	6	0.20	20	43	33.0			
2+881.68	RE						963.93	0.52	964.45									
2+890							964	0.67	964.67									
2+900							965.62	0.17	965.79	966	0.73	2.61	20	61	28.0			
2+905.33	RE						966.50	0.03	966.53									
2+910							967.76											
2+920							968.88			968.85	0.25	0.60	20	18	3.10			
2+932.38	RE						970.90											
2+940							972.14			972.21	2.83	0.25	20	108	8.50			
2+948.70	RE						973.56	-0.03	973.53									
2+960							975.40	-0.14	975.26	975.25	0.15	0.77	20	29	10.10			
2+980							978.09			977.40	6.72		20	67	3.85			

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SAPACAHA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRAMAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				ÁREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES	
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	RASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO				
Z+985							978.76												
3+000							980.78	-0.16	980.62	979.83		6.50	20	31.0	31				
3+002.87	FC						981.17	-0.73	980.94	982.97									
3+013							982.53	-0.56	981.97	982.97									
3+015							982.80	-0.65	982.15										
3+020							983.04	-0.45	982.59	983	0.71	9.16	20	3.55	13.60				
3+025.87	FF						983.32	-0.76	983.06										
3+040							984	-0.02	983.98	983.55	1.13	3.05	20	18.40	12.10				
3+045							984.24												
3+060							984.96			984.60	6.05		20	7.80	5.25				
3+080							985.92			985.35	0.80	3.55	20	6.50	11.75				
3+091.63	FC						986.77			986.25		4.35	20	4	7.9				
3+100							986.88												
3+115.88	FF						987.64												
3+120							987.84			987.10		5.70	20		10.00				
3+140							988.80			988.50	1.26	2.17	20	6.30	18.70				
3+160							989.76			990.50		5.47	20	6.50	16.40				
3+160.45	FC						989.78												
3+176.97	FF						990.57	-0.50	990.07										
3+180							990.72	-0.70	990.02	991.50	12.35		20	6.15	21.35				
3+190							991.20	-1.57	989.63										
3+200							990.58	-0.70	989.88	990.95	10.53		20	7.80					
3+200.15	FC						990.57	-0.69	989.88										
3+220							989.35			989.95	3.44	0.20	20	13.10	1				
3+224.98	FF						989.05												
3+240							988.12			988.04	0.62	1.58	20	40.66	15.80				
3+243.38	FC						987.91												

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SAPACAPA

SAN MARCOS

CALCULO: W ALFRE T. COLOP GRAMAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREAÑO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				ÁREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES	
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	RASANTE CORREST-DIA	TERRENC NATURAL	CORTE	RELENO		CORTE	RELENO				
3+260							986.89			987.50	19.61		20	202.90	6.90				
3+272.89	ft						986.10												
3+280							985.66			985	3.76	6.53	20	234.3	32.68				
3+289							985.11			983.48									
3+300							984.43			984.30	8.10	2.80	20	118.60	93.30				
3+301.68	ft						984.33												
3+304							984.18			984.54									
3+320							983.20			982.90	2.45	3.20	20	105.50	60				
3+325.76	ft						982.84												
3+340							981.97			981.25	0.55	7.91	20	30	11.10				
3+345							981.66			980.50									
3+351.68	ft						981.25												
3+360							980.74			981.75	6.20	3.03	20	67.50	109.40				
3+365							980.43			982.05									
3+375.34	ft						979.79	0.05	979.84										
3+380							979.51	0.12	979.63	980.70	9.45		20	156.50	5.15				
3+385							979.20	0.21	979.41										
3+393.89	ft						979.03	0.06	979.09										
3+400							978.91	0.01	978.92	979.75	2.150		20	399.90					
3+405							978.81												
3+412.87	ft						978.66												
3+420							978.52			978.43	2.83	2.85	20	243.30	142.5				
3+440							978.13			977.74	3.33	1.10	20	61.60	39.50				
3+460							977.15			977.42	10.5	3.50	20	43.80	4.6				
3+480							977.36			977.57	5.55		20	11.50	17.50				
3+500							976.97			977.50	4.05		20	9.6					
3+520							976.59			976.85	2.15		20	6.2					

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SICAPAPA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRANAJO

ESTACIÓN	LÍNEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				AREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES
							RASANTE	CORRECCION	PASANTE	TERRENO	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO			
3+540							976.20	0.25	976.45	976.36	0.25	1.70	20	24	850			
3+552.94	ft						976.59	0.03	976.62									
3+560							976.80			977	0.55	0.10	20	8	24			
3+570						3%	977.10											
3+580							977.40	-0.29	977.11	977.35	0.12	3.46	20	250	41.60			
3+584.63	ft						976.99	-0.08	976.91									
3+590							976.53											
3+600							975.67			976.36		4.05	20	350	75.10			
3+620							973.93			973.78	1.55	0.60	20	6.75	46.50			
3+640							972.20	0.15	972.35	972.08		2.75	20	6.75	35.50			
3+660							971			971.43		1.80	20		45.50			
3+680							969.80			970.15	3.20		20	16	9			
3+690						-6%	969.20											
3+700							968.60	-0.11	968.49	968.48	0.16		20	33.60				
3+707.01	ft						968.18	-0.34	967.84									
3+710							968	-0.46	967.54									
3+720							966.47	-0.11	966.36	966.70	4.60		20	41.60				
3+723.43	ft						965.94	-0.05	965.89									
3+730							964.94											
3+740							963.41			963.60	2.80	0.23	20	74	11.5			
3+760							960.35			960.92	11.10		20	139	11.15			
3+770.56	ft						958.73											
3+780							957.29			958.40	10.42		20	215.20				
3+799.25	ft						954.34											
3+800							954.23			955.25	12.77		20	231.90				
3+820							951.17			952.35	7		20	217.0				
3+836						-15.30064841%	948.72			947.60								

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SIPACAPA
SAN MARCOS

CALCULO: WALTER T. COLOP GRAMAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				ÁREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESUMENES	OBSERVACIONES	
							RASANTE	CORRECCION	RASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO				
3+840						15.30064841 %	948.11			947.96	5.62	0.38	20	176.20	190				
3+860							945.05			945.58	32.04		20	376.64					
3+880							941.99			941.90	11.55	4.26	20	435.94	640				
3+880.19	IC						941.96												
3+896.99	IF						939.39												
3+900							938.93												
3+904.37						-15.30064841 %	938.26			938.46	17.05	4.80	20	236	920				
3+913.85	IC						936.81	0.08	936.89										
3+920							935.87	0.23	936.10	935.80	3.90	2.17	20	195.50	6970				
3+924.37	IF						935.20	0.38	935.58										
3+940							934	0.02	934.02	934.42	17.12		20	210.70	10.85				
3+944.37							933.67												
3+960							932.47			932.81	20.01	0.61	20	373.03	3.05				
3+980							930.93			931.02	0.20	2.50	20	202.03	1.10				
3+998.78	IC						929.49	0.14	929.63										
4+000							929.40	0.16	929.56	929.40									
4+016.61	IF						928.65	0.01	928.66										
4+020							928.50			928.70	1.76	0.73	20	630	77.10				
4+030							928.05												
4+037.86	IC						927.70	-0.04	927.66										
4+040							927.60	-0.06	927.54	927.77	6.37	0.43	20	76.30	11.60				
4+050							926.90												
4+060							926.20			926.74	5.10	1.18	20	114.70	16.10				
4+062.71	IF						926.01												
4+070							925.50												
4+080							924.80	0.06	924.86	924.70									
4+090							924.35												

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SIPA CAFE
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRAMAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS			AREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESUMENES	OBSERVACIONES	
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	RASANTE CORRES- PONDIDA	TERRENO NATURAL	CORTE		RELLENO	CORTE				RELLENO
4+100							923.90			924	1.37	1.07	20	6.85	36.70			
4+111.38	ℓ					0.50%	923.39											
4+120							923			922.54	2.33	4.50	20	37	55.70			
4+128.87	ℓ						922.60											
4+140							922.10			921.90	2.70	7.53	20	50.30	10.30			
4+160							921.20			920.85	5.43	20	13.50	19.60				
4+180							920.30			920	4.15	7.80	20	20.15	82.70			
4+192.90	ℓ						919.72	0.10	919.82									
4+200							919.40	0.25	919.65	919.40	0.10	5.90	20	42.50	87			
4+218.22	ℓ						919.49											
4+220							919.50			920	2.05	1.55	20	21.50	72.50			
4+240							919.60			920.10	6.15	0.40	20	82	7.50			
4+258.89	ℓ					0.50%	919.69											
4+260							919.70			920.05	19.86		20	240.0	2			
4+271							919.75	-0.06	919.69	919.47								
4+280							919.80	-0.20	919.60	919.90	11.56		20	34.0				
4+281.70	ℓ						919.74	-0.17	919.57									
4+300							919.08			919.25	6.28	0.21	20	278.0	1.05			FIN CASERIO XUX VC = 18,319.90 VR = 9,121.48 m ³
4+308.59	ℓ						918.77											
4+320							918.57			918.30		12.21	20	81.40	24.20			
4+331.25	ℓ						917.96											
4+340							917.65			918	1.88	0.56	20	9.40	71.70			INICIO CASERIO LAS MINAS
4+343.45	ℓ						916.94											
4+359.87	ℓ						916.93			916.85	13.55	1.95	20	153.0	25.10			
4+360							916.57											
4+370							916.22	-0.06	916.16									
4+380							916.22	-0.06	916.16									

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SIPACAPA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRAMAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				ÁREAS		VOLÚMENES		BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES	
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	RASANTE CURVA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELENO	DISTANCIA	CORTE				RELENO
4+392.78	ℓ						915.78	-0.79	915.49									
4+400							915.50	-0.53	914.97	914.20	5.15	6.16	20	75.75	121.60			
4+403.51	ℓ						915.12	-0.42	914.70									
4+420							913.36	-0.06	913.30	912.60	4.20	7.26	20	33.50	134.20			
4+430							912.29											
4+434.91	ℓ						911.76											
4+440							911.22			910.85	6.05	20	21	133.10				
4+442.41	ℓ						910.96											
4+457.97	ℓ						909.30											
4+460							909.08			909.10	13.88	1.78	20	194.0	78.30			INICIO ROCA
4+463.26	ℓ						908.73											
4+480							906.91			905.85	4.74	8.25	20	186.7	100.30			
4+487.18	ℓ						906.17											
4+490							905.81											
4+493.89	ℓ						905.45	-0.02	905.43									
4+500							904.80	-0.12	904.68	904.85	9.24	0.84	20	132.81	90.90			
4+502.28	ℓ						904.44	-0.07	904.37									
4+510							903.73											
4+517.10							902.12			904.20								
4+520							901.67				910	0.20	20	18.40	10.40			
4+540							908.53			901	3.17	7.75	20	12.70	24.50			
4+548.71	ℓ						891.17											
4+551.85	ℓ						896.68											
4+560							895.40			895.28	5.34	2.01	20	85.10	42.60			
4+565.96	ℓ						894.41											
4+580							892.71			891.90	6.49	7.44	20	18.30	44.30			
4+600							889.13			888.95	14.75	1.08	20	21.40	35.20			FIN ROCA

INICIO ROCA
FIN ROCA

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SIPACAPA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRAMAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	COMENTARIO	PENDIENTE	COTAS				ÁREAS		DISTANCIA	VOLÚMENES		BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES	
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	RASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO				
4+610						5.67%	887.57												
4+620						5.67%	886	0.59	886.59	886.26	0.08	2.18	20	483	326				
4+630							886												
4+638						0%	886												
4+640							886	-0.02	885.98	885.92	3.42	4.45	20	35	630				
4+642.18	rc						886	-0.08	885.92										
4+648							886	-0.45	885.55	886.09									
4+658							884.19												
4+659.52	ff						883.92												
4+660							883.83												
4+680							880.23												
4+700							876.61												
4+720							873.01												
4+731.94	rc						870.85	0.14	870.99										
4+740							869.40	0.39	869.79	869.40									
4+755.88	ff						867.77	0.02	867.79										
4+760							867.35												
4+767							866.63												
4+780							865.30												
4+800							863.23												
4+814.79	rc						861.75	-0.09	861.64										
4+820							861.20	-0.16	861.04	860.90	1.01	0.41	20	432	920				
4+832.51	ff						859.52	-0.02	859.50										
4+840							858.51												
4+860							855.87												
4+876.05	rc						853.66												
4+880							853.13												

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SIPA CAPA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRANAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	COMENTARIO	PENDIENTE %	COTAS				ÁREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		CORRECCION DE EXHAUSTION	BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES	
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	RASANTE CORRESTADO	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO					
4+885.77	FT						851.01													
4+900						4.44%	850.44			850.80	1.46	0.58	20	23.60	5.2					
4+920						4.44%	847.75			848.60		8.95	20	7.30	15.30					
4+940						4.44%	845.01			846.06	11.05	0.48	20	55.25	94.30					
4+951.90	FC					4.44%	843.47													
4+960							842.38			843.50	5.13	11.68	20	16.80	21.60					
4+970						-13.44%	841.03													
4+976.23	FT						840.19													
4+980							839.68			839.15	6.48	0.38	20	16.10	20.60					
5+000							837	-0.04	836.96	836.04		5.25	20	32.40	56.30					
5+001.65	FC						836.11	-0.04	836.13											
5+018.87	FT						834.35													
5+020							834.19			834.02		0.87	20	6.20						
5+030							832.18													
5+034.84	FC						832.10													
5+040							831.38			830.95	6.67	0.97	20	35.55	18.40					
5+057.81	FT						828.87													
5+060							828.56			828.70	5.90	0.27	20	75.70	12.40					
5+080							825.75			826.20	8		20	159	1.35					
5+092.29	FC						824.02													
5+100							822.94			823.60	3.65		20	16.50						
5+120							820.13			820.50	2.37		20	60.20						
5+124.68	FT						819.47													
5+140							817.31			817.80	5.01		20	73.80						
5+160							814.50			815.38	6.40		20	14.10						
5+176.83	FC						812.14													
5+180							811.69			812.70	5.20		20	11.6						

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SIPACAP
SAN MARCOS

CALCULO: W ALFRE T. COLOP GRANAJO

ESTACIÓN	LÍNEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				ÁREAS		DISTANCIA	VOLÚMENES		BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	RASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO			
5+200							808.88			809.82	13.40	20	76.10	67				
5+205.16	ft						808.15											
5+220							806.07			806.88	8.19	20	106	67				
5+229.18	ft						804.77											
5+240							803.26			804.31	5.58	20	137.10					
5+251.02	ft						801.71			801.45	6.30	20	118.80					
5+260							800.44											
5+271.55	ft						798.82			798.60		0.12	20	31.50	3.60			
5+280							797.63											
5+290.74	ft						796.12											
5+300							794.82			796.08	2.58	20	102.9	3.60				
5+320							792			793.86	16.18	20	33.60					
5+340							789.19			791.38	12.19	20	29.10					
5+360							786.38			788.60	23.32	20	35.10					
5+377.13	ft						783.97											
5+380							783.57			785.60	16.20	20	39.20					
5+397.05	ft						781.17											
5+400							780.76			782.20	7.95	20	24.50					
5+406.79	ft						779.80											
5+420							777.95			778	0.77	1.15	20	87.0	5.75			
5+440							775.14			775		1.840	20	3.85	19.550			
5+452.36	ft						773.40											
5+460							772.32			770.38		16.35	20	347.50				
5+477.44	ft						769.87											
5+480							769.51			768.67	8.27	2.46	20	41.35	188.10			
5+485							768.81											
5+500							766.70	-0.07	766.63	766.63	37	1.03	20	96.40	34.20			

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SIPACAPA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRANAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				AREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESUMENES	OBSERVACIONES	
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	RASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELENO		CORTE	RELENO				COEFICIENTE DE EXTRACCION
5+500.15	ft					X	766.67	-0.07	766.60										
5+515							764.30												
5+520							763.49		763.39	0.25	1.35	20	16.20	7380					
5+540							760.79		759.83		2.15	20	1.75	36					
5+552.86	ft						758.23												
5+560							757.08		756.80		6.72	20		2970					
5+580							753.88		752.42		8.35	20		5070					
5+588.60	ft						752.50												
5+600							750.67		748.49		27.02	20		3370					
5+620							747.47		745.57	0.40	0.37	20	2	7390					
5+640							744.26		744.22		1.60	20	2	1970					
5+635.3	ft						743.70												
5+660							741.06		740.10	5.03	5.90	20	25.15	75					
5+661.03	ft						740.89												
5+680							737.85		736.40	8.10	5.80	20	13.30	97					
5+700							734.65		734.82	2.26	0.85	20	10.66	46.50					
5+720							731.44		732.15	3.50	1.95	20	51.60	28					
5+735.49	ft						728.96		728.87	4.10									
5+740							728.24					20	44.6	9.75					
5+756.88	ft						725.53		725.40	4.76	0.06	20	45.84	0.30					
5+760							722.43												
5+776.23	ft						721.85		721.28		5.40	20	23.80	51.60					
5+780							719.54												
5+794.30	ft						718.62		718.87	4.60		20	23						
5+800							715.42		716.16	9.10		20	137						
5+824.37	ft						714.72												

INICIO ROCA
Vc = 29.15 m³
FIN ROCA

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SIPACAPA

SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRAMAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				ÁREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	PASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO			
5+840							712.21			712.64	4.25	20	1355					
5+841.69	ft					-16.02%	711.94											
5+860							709.01	0.17	709.18	710.15	14.80	20	1905					
5+870						-16.02%	701.41	0.40	701.81									
5+880							705.80	0.71	706.51	706.92	7.10	20	169					
5+900							702.60	1.60	704.20	704.12		1.35	20	1050	6.75			
5+904.09	ft						702.38	1.39	703.77									
5+920							701.53	0.71	702.24	702.50	3.30	20	1650	6.75				
5+924.49	ft						701.29	0.56	701.85									
5+940							699.40			701	1.95	20	5250					
5+960							698.33			699.62	5.35	20	73					
5+980							697.27			698.51	0.90	0.45	20	62.5	2.25			
6+000							696.20			697.21	5.17	1.25	20	66.76	17			
6+020							695.10			696.25	4.85	0.55	20	10.27	18			
6+040							694.85			695.10	7.50	1.02	20	119	5.70			
6+044.71	ft						694.55											
6+050							694	-0.19	693.81	694.04	7.55	1.56	20	96	2580			
6+060							692.75											
6+069.61	ft						692.70											
6+070							691.40			692.11	7.06							
6+080							688.80			689.20	3.30	20	10350					
6+100							686.20	0.44	686.64	686.96	6.85	20	10150					
6+120							685.86	0.16	686.02									
6+128.04	ft						685.37			685.50		500	20	34.25	19.50			
6+140							684.67											
6+156.58	ft						684.53			685.32	7.70	20	36	19.50				
6+160																		

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SIPACAPA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRANAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS			AREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESUMENES	OBSERVACIONES
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	RASANTE CORRECTADA	TERRENO NATURAL	CORTE		RELENO	CORTE			
6+176.85	PC					683.83											
6+180						683.70		683.56	355		20	10750					
6+200						682.87		683.15	140		20	5450					
6+200.52	PT					682.84											
6+220						682.03		68243		7.16	20	950080					
6+224.13	PC					681.86	-0.02	681.84									
6+240						681.20	-0.43	680.77	720		20	110800					
6+250.75	PT					679.82	-0.09	679.73									
6+260						678.63		67826		1.75	20	11875					
6+280						676.06		676	055	110	20	775	2850				
6+300						673.49		673.41	040	080	20	450	19				
6+320						670.93		670.50	085	1.65	20	1250	249				
6+340						668.36		668.30	015	0.90	20	10750					
6+360						665.79		666.60	4.40		20	450	450				
6+380						663.22		664	4.35		20	8150					
6+400						660.65		660.56	015	0.95	20	51475					
6+410						659.37											
6+420						658.08	0.05	658.15	657.50		3.10	20	375	4050			
6+430						656.80	0.21	657.01									
6+436.36	PC					656.75	0.09	656.34									
6+440						655.94	0.05	655.99	656.08	0.70	20	350	1550				
6+450						655.08											
6+458.16	PT					654.38											
6+460						654.22			653.85		1.05	20	350	525			
6+480						652.51			652.19	1.90	0.80	20	950	1850			
6+500	PC					650.80	-0.21	650.59	650.50	4.81	0.30	20	67.10	11			
6+517.08	PT					648.63											

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SIPA CACA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRAMAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				ÁREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	RASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELENO		CORTE	RELENO			
6+520						X	648.25			647.99	0.81	1.60	20	56.70	19			
6+531.43	TC						646.80											
6+540							645.71			644.88		3.85	20	4.05	5450			
6+556.45	FF						643.61											
6+560							643.16			642.24		6.50	20		10350			
6+580							640.62			640.20		5.10	20		116			
6+590							639.34											
6+600							638.07	0.10	638.17	637.86		3.80	20		89			
6+610							636.80	0.41	637.21									
6+620							636.36	0.10	636.46	635.66		7.70	20		60			
6+630							635.92											
6+631.44	TC						635.86											
6+640							635.48			635.20		6	20		82			
6+651.87	FF						634.82	-0.22	634.60									
6+660							634.60	-0.33	634.21	634.31	1.50	1.65	20	7.50	76.50			
6+680							632.14			632.03	2.10	1.40	20	3.6	30.50			
6+700							629.68			628.60		5.10	20	10.50	65			
6+701.53	TC						628.76											
6+720							627.23			626.10	2.10	3.30	20	10.80	84			
6+721.68	FF						626.28											
6+740							624.77			624.60		4.75	20	10.50	80.30			
6+753.04	TC						623.17											
6+760							622.31			622.32	0.70	1.20	20	3.50	59.30			
6+773.73	FF						620.63											
6+780							619.85			619.42		7.20	20	3.50	84			
6+790.49	TC						618.57	-0.03	618.54									
6+800							617.40	-0.13	617.27	616.83		4.75	20		1930			

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SINACAPE
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRAMAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				ÁREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESÚMENES	OBSERVACIONES
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	RASANTE CORRECT. DIAS	TERRENO NATURAL	CORTE	RELENO		CORTE	RELENO			
6+805.89	ft						616.53	-0.06	616.47									
6+820							614.44			615.40	7.01	20	35.6	23.75				
6+834.17	ft						612.34											
6+835							612.72											
6+840							611.48			613.40	4.65	20	21.60					
6+849.94	ft						610.01	0.06	610.07									
6+850							610	0.07	610.07									
6+860							608.71			608.91	0.79	3.69	20	154.18	45			
6+865							608.06											
6+880							606.12			606.73	1.85	20	26.40	18.45				
6+900							603.53			604.70	6.18	20	80.30					
6+920							600.95			601.74	4.01	20	101.90					
6+929.81	ft						599.67											
6+940							598.36			598.53	0.81	20	48.20					
6+960							595.71			595.50	1.22	0.49	20	3030	2.45			
6+980							593.19			593	1.23	0.46	20	4450	9.50			
6+983.90	ft						592.68	-0.01	592.67									
6+988.27	ft						592.11	-0.02	592.09									
7+000							590.60	-0.14	590.46	590.52		0.57	20	1115	8.30			
7+010.10	ft						589	0.03	588.97									
7+020							587.43			587.62	1.20	20	6	1.85				
7+040							584.21			584.58	1.60	20	28					
7+047.45	ft						583.09											
7+060							581.10			581.51	7.67	20	92.70					
7+080							577.93			577.75	0.05	2.23	20	77.0	11.15			
7+092.39	ft						575.97											
7+100							574.76			574.90		0.94	20	0.25	37.0			

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO: LAS MINAS

UBICACIÓN: SUPA CACA
SAN MARCOS

CALCULO: WALFRE T. COLOP GRANAJO

ESTACION	LINEA	VELOCIDAD	PERALTE	SOBREANCHO	CORRIMIENTO	PENDIENTE	COTAS				AREAS		DISTANCIA	VOLUMENES		BALANCE	RESUMENES	OBSERVACIONES
							RASANTE	CORRECCION VERTICAL	RASANTE CORREGIDA	TERRENO NATURAL	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO			
7+120							511.60	-0.09	511.51	572	2436	20	2180	470				
7+140							568.07			568.83	1919	20	4350					
7+160							564.54			566.98	1855	20	3174					
7+163.25	PC						563.96											
7+180							561.01			561	474	20	2270					
7+200							557.47			558.10	570	20	1044					
7+201.31	IT						557.24											
7+220							553.94			554.20	279	142	20	843	710			
7+221							553.76											
7+231							552	0.44	552.44									
7+240							552			550.25		17.35	20	1375	1370			
7+241							552											
7+245							552											
7+255							552	0.04	552.04									
7+260							552.09	0.01	552.10	552.50	383	0.06	20	1915	1240			
7+265							552.17											
7+280							552.44			553.22	5.11	0.14	20	8940	2			
7+283.84	PC						552.51	-0.02	552.49									
7+300							552.80	-0.52	552.25	552.61	105	1.60	20	6160	1740			
7+314.23	IT						551.47	-0.04	551.43									
7+320							550.93			550.80	0.91	1.78	20	1960	3380			
7+340							549.07			549.21	1.30	0.60	20	2210	2380			
7+360							547.20	0.18	547.38	547.40	53	1.70	20	2830	23			
7+374.89	PC						546.34	0.02	546.36									
7+380							546.05			546.08	0.96	2	20	2490	37			
7+392.30	IT						547.34											
7+400							544.90			544.88	3050	0.57	20	40	2570			

CAPÍTULO 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 2 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% .

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.

La fórmula que expresa este principio es:

$$Q = CIA/360$$

Donde:

Q = Caudal de diseño, en m³/s.

C = Coeficiente de escorrentía (depende del tipo de superficie que se analice).

A = Área drenada por la cuneta, en Ha.

I = Intensidad de la lluvia en mm/h.

Existen dos formas de obtener la intensidad que puede

afectar a determinada región del país de Guatemala, la primera es usando las curvas de intensidad versus tiempo, la cual tiene diversas curvas que dan a conocer la posible intensidad que puede ocurrir en determinada frecuencia de años con relación a la duración de la lluvia, en las mencionadas curvas se puede analizar que los aguaceros más fuertes suceden en tiempos cortos. La segunda forma es usando la fórmula $I = a/(t+b)$; donde a y b son constantes proporcionadas por el INSIVUMEH y t es el tiempo de concentración del lugar analizado, que generalmente se considera en 12 minutos en cuencas pequeñas, para cuencas grandes debe hacerse un análisis más minucioso considerando la pendiente promedio de la cuenca y de la velocidad de la partícula de agua analizada.

Los coeficientes de escorrentía más usados en carreteras se enumeran a continuación:

Centro de la ciudad	0.70	--	0.95
Fuera del centro de la ciudad	0.50	--	0.70
Parques, cementerios	0.10	--	0.25
Áreas no urbanizadas	0.10	--	0.30
Asfalto	0.70	--	0.95
Concreto	0.80	--	0.95
Adoquín	0.70	--	0.85
Suelo arenoso	0.15	--	0.20
Suelo duro	0.25	--	0.35
Bosques	0.20	--	0.25

Para el diseño del drenaje del trabajo de EPS se realizó en un área boscosa y se usó un coeficiente $C=0.2$. Ver ejemplo en sección 7.3.

7.2. DISEÑO DE CUNETAS

El primer paso para diseñar una cuneta es considerar su longitud y conforme a esto, el área de carretera que drenará, o del terreno aledaño, si es necesario.

Según las características pluviales del área (detalladas en el numeral anterior), se calcula el caudal que deberá conducirse

en la cuneta.

Se establecen las condiciones de la cuneta:

Pendiente.

Tipo de sección que se pondrá en el canal.

Material del canal (coeficiente de rugosidad).

Con base en esta información se calcula:

Relación entre área y tirante en el canal.

Relación entre el radio hidráulico y el tirante que se tenga.

Caudal que puede conducir el canal según la pendiente y el tirante. (Fórmula de Manning).

Al igualar el caudal tributario y el que puede conducir el canal, se determina el tirante que deberá tener. El canal para cunetas generalmente se hace de sección trapezoidal, semicircular, cuadrada e incluso triangular.

Cuando el tramo que drena la cuneta se hace muy largo, y por ende el área resulta conduciendo caudales muy altos, se hace necesario descargarlos. En la mayoría de casos se desvía la cuneta hacia una pendiente apropiada, haciendo un canal revestido con concreto o balasto para evitar la erosión y el daño a la sub-base de la carretera. En caso contrario, se hace pasar por debajo de la carretera con un drenaje transversal.

El procedimiento descrito anteriormente se ejemplifica en la sección 7.3 .

7.3. DISEÑO DE DRENAJE TRANSVERSAL.

El drenaje transversal se usa en dos casos:

- a) Para evitar que el agua de corrientes superficiales se acumule en un lado de la carretera, afectando así la base de la misma o que la inunde.
- b) Para conducir el agua pluvial reunida por las cunetas de un lado al otro de la carretera.

En el primer caso habrá que determinar el caudal máximo de la corriente (quebrada, río, Etc.), por medio de mediciones de la sección de la corriente y de las velocidades del flujo en la

época más lluviosa del año. También debe averiguarse sobre el nivel máximo que ha alcanzado en otros años.

También deben observarse otros aspectos, como la pendiente y condiciones del lecho de la corriente, esviaje, puntos de erosión y puntos posibles de canalización.

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 afuera 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 DEL DISEÑO DE UNA ALCANTARILLA TRANSVERSAL.

DISEÑO DE ALCANTARILLA TRANSVERSAL

Area = 3 Ha

C = 0.2

I = 160 mm/H

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

Se usa la fórmula racional:

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

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

$$Q = \underline{\underline{0.27 \text{ m}^3/\text{seg.}}}$$

CONDICIONES DE DISEÑO:

$S = 3\%$

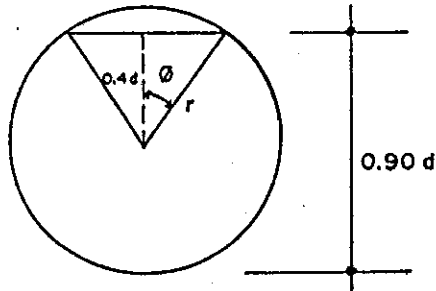
lleno al 90 %

Q = Los caudales

d = ?

Fórmula de Radio Hidráulico

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



$$\cos \theta = \frac{0.4d}{0.5d}$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{0.4}{0.5}\right) = 36.86989765 = 36^{\circ}52'11.63'' = \underline{\underline{0.6435 \text{ rad}}}$$

1- ÁREA DEL CÍRCULO = $\pi \cdot r^2 = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{\pi}{4} d^2$

2- ÁREA DEL SECTOR CIRCULAR: $0.6435 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 0.161 d^2$

3- ÁREA DEL TRIÁNGULO = $\frac{1}{2} \cdot (0.4d + 0.3d) = 0.12 d^2$

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

$$\underline{\underline{A = 0.744 d^2}}$$

$$P = \pi d - 0.6435 \cdot \frac{d}{2} = (\pi - 0.322)d$$

$$\underline{\underline{P = 2.82 d}}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.74 d^2}{2.82 d} = 0.26 d$$

USANDO LA FÓRMULA DE MANNING

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{donde } n = 0.015$$

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

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

$$Q = \frac{0.0514}{0.015} d^{8/3}$$

$$Q = 3.4266 d^{8/3} \Rightarrow d = \left(\frac{Q}{3.4266} \right)^{3/8}$$

PARA Q = 0.27 m/seg

$$\underline{d} = \left(\frac{0.27}{3.4266} \right)^{3/8} = 14.96'' = \underline{16''}$$

7.4. CONTRACUNETAS

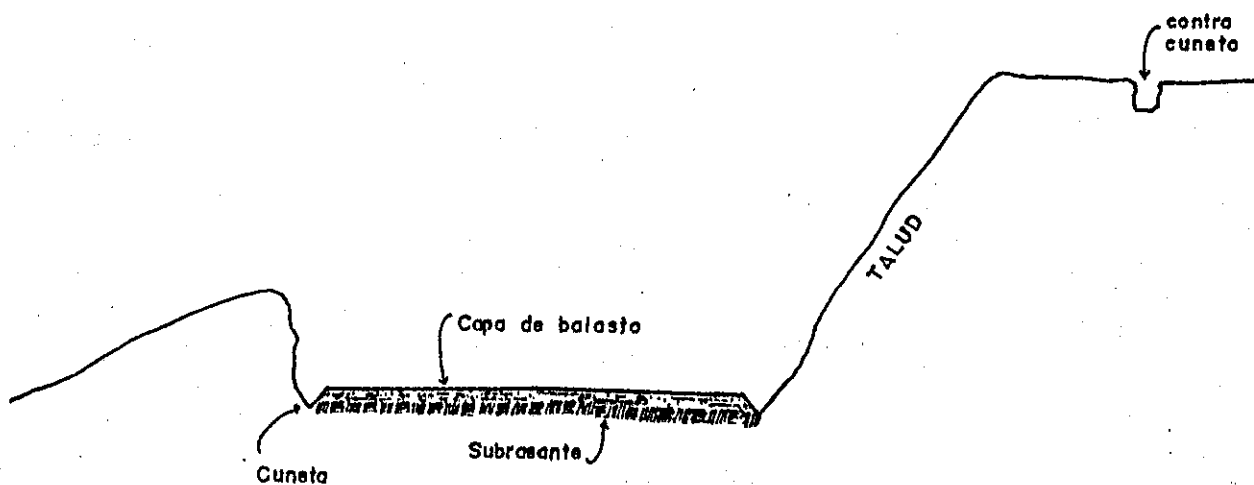
Cuando el área tributaria a un lado de la carretera es demasiado grande y/o inclinada, puede producir algunos problemas:

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, contracunetas y drenaje transversal, se presenta a continuación:



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 CURVAS 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 Mts. 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 resultados.

Cada PCV y PTV son dibujados con círculos de rapidógrafo fino de aproximadamente 1 Mm. y el PIV debe dibujarse con un 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 subrasante con rapidógrafo más grueso.

8.4. DIBUJO DE DRENAJES.

Los drenajes longitudinales, como las cunetas y contracunetas no se trazan en la planta ni en el perfil, si bien, el ancho de la carretera en la planta ya contempla el ancho necesario para 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 forma de salida (cabezal, salida de 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 contracuneta, que por lo general son las mismas a lo largo de toda la carretera, a menos que haya condiciones especiales, las cuales deben señalarse y explicarse.

8.5. DIBUJO DE SECCIÓN TÍPICA

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

Según el tramo de la carretera, la sección típica puede ser de alineamiento horizontal y de alineamiento curvo.

La sección de alineamiento horizontal está constituida por:

- Un ancho de rodadura. Es el lugar donde se proyecta que transiten los vehículos; tiene una pendiente de bombeo normal en un sentido perpendicular al trazo de la carretera, descendiendo del centro a las orillas. En este caso es de balasto con una pendiente de bombeo normal 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 mismos 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.

CAPÍTULO 9

SUELOS

El suelo es un factor determinante en la estabilidad de una carretera. Es necesario llevar un control de su estado para tener la seguridad de la buena calidad de la carretera.

Entre los problemas más frecuentes del suelo están:

- Deslizamientos.
- Baches.
- Colapsos.

Los deslizamientos se manifiestan en los cortes cuya cohesión no es lo suficientemente fuerte para mantener el talud en caso de temblores o saturación. Por lo general los deslizamientos se presentan en puntos donde el terreno presenta capas que pueden deslizarse en sentido perpendicular al trazo de la carretera o es un material muy plástico.

En el trazo mismo de la carretera se pueden presentar baches causados por material altamente plástico; este material, cuando se satura, presenta un soporte casi nulo para el tránsito y por lo general queda deformado permanentemente, dejando un bache en la carretera, que obstaculiza el tránsito y daña a los vehículos que se golpean al pasarlo.

En el trazo de la carretera pueden encontrarse capas rocosas que son aparentemente estables, pero que cuando hay un exceso de presión colapsan, por huecos presentes, dejando prácticamente cavernas donde estuvieron, provocando que la carretera caiga aún solamente por su propio peso. Estas formaciones rocosas son en su generalidad, carbonatos, solubles en el agua de lluvia. Por lo mismo, deben evitarse las filtraciones para que no se disuelvan y formen huecos mayores que hagan fallar el suelo.

Para evitar los deslizamientos, hay que procurar, en lo posible, no situar el trazo de la carretera en sentido perpendicular a las posibilidades de deslizamiento de las capas de rocas

presentes.

En caso de tener un material altamente plástico, para evitar baches, debe estabilizarse con cal o cemento, o eliminarse y sustituirlo por otro de mejores características.

Para eliminar las posibilidades de un colapso del material se inyecta lechada de cemento donde se localicen huecos sub-superficiales. Este mismo procedimiento se utiliza para evitar las filtraciones de agua.

Por otra parte es necesario conocer los tipos de suelo que conforman el tramo carretero, para poder dar el tratamiento adecuado y hacer que éstos puedan soportar más cargas sin deformarse, proporcionar mayor impermeabilidad y dar alojamiento a las estructuras que se construyan en el proyecto con mayor seguridad de que no colapsarán.

Por lo anterior la manera más apropiada de estudiar el suelo y conocer sus propiedades está en el laboratorio, por lo que se detallan a continuación los ensayos a realizar en un suelo.

9.1. PRUEBAS DE LABORATORIO.

Las pruebas que se practican a los suelos en el laboratorio tienen como finalidad descubrir la mejor manera de manejarlos para obtener los mejores resultados y qué tan buenos pueden ser éstos. También se utilizan para determinar la proporción granulométrica de los suelos y determinar qué tanta compactación presentan.

Las pruebas en laboratorio se clasifican de la siguiente manera:

- Análisis granulométrico.
- Límites de Atterberg: Límite líquido, límite plástico.
- Proctor.
- Chequeo de compactación en campo.

GRANULOMETRÍA: El análisis granulométrico es necesario, debido a que según la distribución del tamaño de los granos del suelo, así será el porcentaje de vacíos que éste pueda tener. Para realizar

este análisis se sigue el procedimiento siguiente:

Se determina el volumen de suelo necesario para realizar la prueba (100 a 200 gr. para suelos de grano fino, 200 a 500 gr. para suelos arenosos o 1 a 3 Kg. para suelos gravosos).

Se seca la muestra en una estufa y se pesa en seco. Esta misma se lava, haciéndola pasar por el tamiz más fino (No. 200). Se desecha el material fino que pase por el tamiz y se pesa lo sobrante, luego de secarlo en una estufa a 105° C.

Se desmenuzan los terrones del material con un rodillo, haciéndolo rodar sobre una superficie llana. Se termina de pulverizar el material con la mano de mortero recubierta de goma hasta que se pulverice completamente.

Se coloca la muestra pesada y pulverizada en un juego de tamices, colocando el más grueso arriba y en orden decreciente hacia abajo, cerrando el último con la cazoleta y el superior con la tapa; se sacude vigorosamente el conjunto con un movimiento rotativo horizontal, por un tiempo no menor de 15 minutos, dejándolo caer ligeramente sobre una superficie blanda.

Se pesa el material retenido por cada tamiz, refiriéndolo como un porcentaje del peso total. Al peso de los finos que quedan en la cazoleta se le añade la diferencia de peso en el lavado del suelo.

La American Society For Testing and Materials (ASTM) clasifica a los suelos por su tamaño, dando el nombre de Arcilla al suelo cuyo tamaño sea menor a 0.005 milímetros, Limo al suelo que oscile entre los 0.005 a 0.05 milímetros, Arena al suelo que oscile entre los 0.05 a los 2 milímetros, Grava al suelo que tiene un tamaño mayor a 2 milímetros y menor a 60 milímetros. A los suelos mayores a los 60 milímetros se les llama pedregones.

Es claro entonces que la granulometría del suelo revela propiedades importantes del suelo que en ingeniería civil es de suma importancia conocer ya que se sabe que los suelos finos se caracterizan por su plasticidad y los suelos gruesos por su soltura, y se sabe también que la combinación de suelos finos con gruesos hacen de un material propicio para compactar y soportar cargas.

LÍMITES DE ATTERBERG: son base para determinar la forma de trabajar el suelo y su respuesta frente a la humedad y por otra parte sirven para el diseño de bases en pavimentos flexibles. Miden la consistencia del suelo en relación a la misma. Un suelo puede ser sólido hasta cierta cantidad de humedad; si ésta aumenta puede deformarse con poca presión, entonces se dice que está en un estado plástico; si la humedad crece de tal manera que el suelo fluye cuando se golpea, se dice que está en un estado líquido. La determinación de estos estados y los límites entre ellos se da prácticamente arbitrariamente, según los ensayos que se explican a continuación.

El **Límite Líquido** es el que está entre el estado líquido de un suelo y su estado plástico. Se define como el contenido de humedad, expresado en porcentaje de su peso seco, bajo el cual el suelo comienza a fluir después de 25 golpes, utilizando el aparato propuesto por A. Casagrande.

Para determinarlo, se pulverizan aproximadamente 100 a 150 gr. de material seco, con la mano del mortero cubierta con goma, sobre una superficie limpia y lisa; luego se cierra la muestra a través de un tamiz No. 40 y se descarta el material retenido en él y se mezcla con agua el suelo que pasó por el tamiz No. 40 hasta que tenga una consistencia de una pasta espesa pero no suave, la que se cubre con una manta o papel y se deja reposar una hora como mínimo.

Antes de empezar el ensayo, se mezcla nuevamente la muestra usando una espátula y se separa una cucharada del material para utilizarla en el ensayo del Límite Plástico. Se coloca material en el platillo de bronce del aparato Casagrande hasta llenarlo a $1/3$ de su capacidad, usando una espátula para mezclar y extender el material, formando una masa lisa de 1 Cm. de espesor. En el punto de máxima profundidad se divide la pasta en dos partes con el acanalador, haciendo un trazo firme a lo largo del diámetro que arranque del centro del soporte y formando un surco bien claro y definido. Para suelos arenosos se requiere usar el acanalador varias veces para evitar desgarrar los lados del surco; la profundidad de éste debe hacerse cada vez mayor y

solamente el último trazo debe llegar al fondo del platillo.

Con el aparato limpio, seco y bien calibrado, se coloca el platillo en el aparato y se gira la manivela a razón de dos golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que el fondo del surco se cierre en una longitud de 1/2 pulgada. Si las mitades de la muestra se unen a los 25 golpes, se toma una muestra de la masa y se le mide el contenido de humedad, el cual será el del límite líquido del material. Si la cantidad de golpes es menor a 25, se toma una muestra del material, se mide el contenido de humedad y se agrega más agua para repetir la prueba. Si la cantidad de golpes es mayor de 25, se obtiene la humedad del suelo y se agrega más suelo para repetir la prueba. Se plotea en papel semilogarítmico la cantidad de golpes contra el porcentaje de humedad y se interpola en caso necesario para obtener el límite líquido.

El **límite plástico** de un suelo es el contenido de agua que tiene el límite inferior de su estado plástico. El límite plástico de un suelo se acepta como el contenido de humedad que permite cilindrarlo haciendo bastoncitos de 3 Mm. de diámetro sin romperse. Para realizar el ensayo que determina este límite se toma la cucharada de muestra utilizada para el ensayo de límite líquido y se deja secar hasta que alcance una consistencia que no se adhiera a la palma de la mano, pero que permita ser cilindrada sin que se rompa. En ese momento se divide la muestra en dos partes, se toma una, y con la palma de la mano se hace rodar sobre una superficie lisa y llana, como una hoja de papel no absorbente o vidrio, hasta que tenga 3 Mm. de diámetro. Se repite el mismo procedimiento hasta que el cilindro se resquebraje por disminuir su humedad debido a la manipulación. Se determina en ese preciso momento su contenido de humedad. El resultado se comprueba con la otra parte de la muestra.

PROCTOR: Es necesario mencionar que la prueba de Proctor se creó para determinar la relación entre la humedad óptima con que un suelo puede alcanzar su máxima densidad posible, es decir, su máxima compactación, ya que la escasez de agua en un suelo y la

abundancia de la misma ocasiona que el suelo no pueda ser compactado al máximo.

Un suelo debe de compactarse porque mejora su capacidad de soportar cargas, disminuye la absorción del agua y reduce la sedimentación, por lo que es necesario encontrar una relación entre el contenido apropiado de agua a usar en un volumen determinado de suelo y la máxima densidad que el suelo compactado puede alcanzar, todo esto en el laboratorio antes de iniciar el trabajo de campo.

En la prueba Proctor se compacta una muestra del suelo en un recipiente standard de 101.6 Mm de diametro, por 116.6 Mm de altura, con una capacidad de 0.00094 M3. El recipiente se llena con tres capas de igual espesor, cada capa del suelo se compacta empleando una pesa de 2.5 Kg., que se eleva a una distancia de 0.3048 metros y se deja caer 25 veces, uniformemente sobre cada capa del suelo. Obteniéndose una muestra del suelo que ha recibido un total de 60.579 metros kilos de energía por metro cúbico (m*Kg/m3). Calculado como sigue:

$$0.3048 \text{ Mts.} * 2.5 \text{ Kg} * 25 \text{ caidas} * 3 \text{ capas} = 57.15 \text{ Mts.*Kg}$$

y 1 M3 de suelo tiene 1060 veces el volumen de la muestra usada en la prueba de Proctor, entonces 1/0.00094 M3 es equivalente a 1060/M3

$$\text{por lo que } 57.15 * 1060/\text{M3} = 60.579 \text{ Mts.*kg/M3.}$$

Después de golpear la muestra del suelo ésta se pesa (peso húmedo) y luego se pesa otra vez después de secar el suelo en un horno (peso seco). La diferencia entre estos pesos representa el peso del agua que contenía el suelo. La densidad del suelo seco puede ahora indicarse en kilos por metro cúbico. La cantidad de agua o de humedad también puede indicarse como un porcentaje del peso seco. Ejemplo:

Para una muestra de 0.00094 M3 de suelo.

Peso del suelo húmedo = 2.08 Kg.

Peso del suelo seco = 1.81 Kg.

Pérdida de peso del agua = 0.27 Kg.

Luego se hace el siguiente cálculo:

$$\text{Densidad del suelo seco} = 1.81 \text{ Kg} / 0.00094 \text{ M3} = 1,925.5 \text{ Kg/M3}$$

$$\% \text{ de humedad} = (0.27 \text{ Kg} / 1.81 \text{ kg}) * 100 = 15 \%$$

El procedimiento anterior se repite añadiendo al suelo distintas cantidades de agua para cada repetición, anotando los pesos del suelo lo mismo que los porcentajes de humedad como se hizo anteriormente. Los datos anteriores se marcan en una gráfica, en donde en el eje de la equis se anotarán los diferentes porcentajes de humedad y en el eje de las yeas la densidad en seco que corresponde a cada porcentaje de humedad. Por lo general la gráfica es ascendente y existe un punto en donde la gráfica deja de ser ascendente y empieza a descender, en ese punto el suelo alcanza su densidad Proctor máxima y el porcentaje de humedad óptimo para logra la mencionada densidad, que no es mas que la mejor compactación en que se puede trabajar un determinado suelo.

La prueba de laboratorio anterior fue desarrollada por R.R. Proctor, un ingeniero municipal de la ciudad de los Ángeles, California, a principios de la década de 1,930. Ahora ha sido aceptada por toda la industria de construcción y es reconocida como la prueba de Proctor Standard. La tendencia a edificar estructuras de gran peso, como centrales de energía nuclear y pistas para aviones de propulsión a chorro, ha aumentado la exigencia de especificaciones de compactación más rígidas, para dichas estructuras se ha desarrollado una prueba Proctor Modificada. Los principios y procedimientos para ambas pruebas son muy semejantes. Sus diferencias se enmarcan a continuación:

ESPECIFICACIONES.	PROCTOR STANDARD.	PROCTOR MODIFICADO
Peso del martillo	2.5 Kg.	4,536 Kg.
Distancia del golpe	30.48 Cm.	45.72 Cm.
Número de capas de suelo	3	5
Número golpes por capa	25	25
Volumen del cilin. prueba	0.00094	0.00094
Energía transmitida suelo	60.579 Kg/m3	274,786.0 kg/m3

CHEQUEO DE COMPACTACIÓN DE CAMPO: La prueba más usada en ausencia de equipos bastante costosos es el método del **CONO DE ARENA**, el cual consiste en excavar un hueco de 15 Cms. de ancho por 15 Cms. de profundidad en el suelo compactado. Se pesa el suelo extraído del hueco, luego se seca completamente y se vuelve a pesar, la cantidad de agua perdida, dividida por el peso en seco da por resultado el porcentaje de humedad del suelo. Un aparato de cono y frasco que contiene granos finos y uniformes de arena especial se coloca sobre el agujero, el cual se llena con esta arena. Debido a que el frasco posee graduación volumétrica es posible conocer el volumen del agujero perforado, ya que es igual al volumen que ocupa la arena extraída del frasco.

Dividiendo el peso en seco del suelo que se extrae dentro del volumen de la arena que se requiere para llenar el agujero, se obtiene la densidad del suelo compactado en kg/m^3 . La densidad obtenida se compara con la densidad máxima de una Prueba Proctor, obteniéndose la densidad Proctor relativa. El método del cono de arena es reconocido y aceptado pero tiene como inconveniente los errores humanos y que la prueba dura un par de horas y se torna impráctico realizar la prueba después de cada pasada de compactación.

Para ahorrar tiempo con los avances tecnológicos y científicos se usa con mayor frecuencia el **MÉTODO NUCLEAR**, el cual es un medidor de la densidad/humedad, opera según el principio de que los suelos densos absorben más radiación que suelos sueltos. El medidor nuclear se coloca directamente sobre el suelo que se va a probar y se conecta para que funcione. Los rayos gamma de una fuente radioactiva penetran en el suelo y, según sea el número de vacíos de aire que existan, un número de los rayos se reflejan y vuelven a la superficie. Estos rayos que se reflejan son registrados en el contador; luego la lectura del contador se compara con los datos en un cuadro que indica la densidad del suelo en kilos por metro cúbico.

Esta densidad se compara con la densidad máxima de una prueba Proctor y se obtiene la densidad relativa Proctor. El método nuclear ha adquirido popularidad debido a su exactitud y

rapidez, ya que los resultados se obtienen en tres minutos y el suelo no se perturba como en la prueba del CONO DE ARENA.

La prueba Proctor de laboratorio descrita con anterioridad, junto con estas dos pruebas de campo, representan la parte teórica de la compactación que deben comprenderse.

Aunque los ensayos expuestos anteriormente, tienen mayor aplicación en la fase de construcción de un proyecto carretero, en el trabajo de EPS se hicieron los ensayos correspondientes, al tipo de suelo predominante en la subrasante, de los caseríos Xux y Las Minas, en el laboratorio de suelo de la Supervisora No. 14 de carreteras, Construcciones y Supervisiones de Asfaltos (CONSI-SA), para que puedan ser útiles en la construcción del proyecto. Los resultados se adjuntan al final del presente capítulo.

9.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MATERIAL DE BALASTO.

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

- * Debe ser de calidad uniforme y exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño.
- * El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 90 libras/pie cúbico.
- * El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de 2/3 del espesor de la capa a utilizar y en ningún caso debe ser mayor de 10 Cm.
- * La capa de balasto a colocarse sobre la subrasante, no debe ser menor a los 10 Cm.
- * La porción del balasto retenida en el tamiz No.4 (4.75 mm), debe estar comprendida entre el 70% y el 30% en peso.
- * La porción del balasto que pase el tamiz No.40 (0.425 mm), debe tener un límite líquido no mayor de 35 y un índice de plasticidad entre 5 y 11.

* La porción de balasto que pase el tamiz No.200 (0.075 mm), no debe de exceder de 25% en peso.

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

Para el proyecto de EPS, se utilizará el balasto ubicado en la cumbre del Municipio de Cajolá, el cual cumple con los requerimientos anteriormente enumerados.

9.5 RESULTADOS DEL ENSAYO DE SUELOS REALIZADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DISEÑADA EN EL E.P.S.

Examen visual: Arcilla Limosa, color cafe.

Clasificación: A-7-6 L.L. 48.7 L.P. 29.8 I.P. 18.4

Proctor modificado: 98.5% B Humedad óptima: 23.6%

Índice de grupo: 12

Equivalente de arena: 11.9%

C.B.R. 9.3%

CAPÍTULO 10.

PRESUPUESTO.

La finalización de cualquier diseño de carreteras conlleva a preguntarse, ¿Cuánto cuesta este proyecto?, por lo que es de suma importancia conocer la forma adecuada de calcular y a la vez de presentar un diseño completo de carreteras, por lo mismo es de suma importancia conocer los rendimientos de la maquinaria a usar, así como el costo por hora.

Al elaborar un presupuesto de carreteras, se parte del hecho de haber cuantificado ya los diferentes renglones de trabajo, por lo que la Dirección General de Caminos ha estandarizado los renglones a cuantificar, así como la unidad de medida a utilizar en la mencionada cuantificación, todos los renglones de trabajo poseen un código el cual corresponde al capítulo e inciso en que se encuentran detallados los diferentes trabajos que conlleva el renglón en cuestión, en las ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES.

Los precios que se usen en el presupuesto incluyen los costos por materiales, mano de obra, maquinaria y equipo, así como imprevistos, utilidades y prestaciones. Por lo que los contratistas deben tener un amplio conocimiento de los mismos para no errar en sus presupuestos.

Lo anterior conlleva a la facilidad de análisis de un presupuesto y su comparación ante los precios de diferentes empresas que deseen ser contratados para la construcción de una carretera.

A continuación se presenta el presupuesto del tramo carretero diseñado en el trabajo de EPS, en los caseríos Xux y Las Minas, del municipio de Cabricán, Quetzaltenango y Sipacapa San Marcos, respectivamente.

PRESUPUESTO.

TRAMO CARRETERO, CASERÍO XUX, CABRICÁN, QUETZALTENANGO.

TERRACERÍA.

CÓDIGO	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
203.04(b)	Excavación no clasificada de material de desperdicio.	19595	m3	Q 7.00	Q 137,165.00
203.04 (c)	Excavación no clasificada para préstamo	9122	m3	Q 14.00	Q 127,708.00
205.05 (a)	Excavación estructural para cimentación de cajas y cabezales para alcantarillas.	437	m3	Q 42.00	Q 18,354.00
205.06	Excavación estructural para alcantarilla.	525	m3	Q 42.00	Q 22,050.00
207.06 (b)	Acarreo	9122	m3-Km	Q 3.00	Q 27,366.00
TOTAL TERRACERÍA					Q 332,643.00

DRENAJE MENOR.

* Alcantarilla de concreto sin refuerzo de 16" de diámetro.	136	ml	Q 65.00	Q 8,840.00	
* Alcantarilla de concreto sin refuerzo de 24" de diámetro.	64	ml	Q 125.00	Q 8,000.00	
* Cajas y cabezales de alcantarilla de concreto ciclópeo.	125	m3	Q 825.00	Q 103,125.00	
* Zampeado de piedra con mortero	90	m2	Q 28.00	Q 2,520.00	
TOTAL DRENAJE MENOR					Q 122,485.00

BALASTO

208	Capa de balasto	3870	m3	Q 60.00	Q 232,200.00
-----	-----------------	------	----	---------	--------------

RESUMEN TRAMO XUX.

TERRACERÍA	Q	332,643.00
DRENAJE MENOR	Q	122,485.00
BALASTO	Q	232,200.00
SUBTOTAL	Q	687,328.00
IMPREVISTOS	Q	68,732.80
SUBTOTAL	Q	756,060.80
UTILIDAD	Q	75,606.08
SUPERVISIÓN TÉCNICA	Q	37,803.04
ADMINISTRATIVOS	Q	37,803.04
GRAN TOTAL	Q	907,272.96

PRESUPUESTO.

TRAMO CARRETERO, LAS MINAS, SIPACAPA, SAN MARCOS.

TERRACERÍA.

CÓDIGO	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
203.04(b)	Excavación no clasificada de material de desperdicio.	11009	m3	Q 7.00	Q 77,063.00
203.04 (c)	Excavación no clasificada para préstamo	6864	m3	Q 14.00	Q 96,096.00
203.03 (e)	Excavación clasificada como roca para desperdicio.	1078	m3	Q 245.00	Q 264,110.00
205.05(a)	Excavación estructural para cimentación de cajas y cabezales para alcantarillas.	350	m3	Q 42.00	Q 14,700.00
205.06	Excavación estructural para alcantarilla.	418	m3	Q 42.00	Q 17,556.00
207.06(b)	Acarreo	6864	m3-Km	Q 3.00	Q 20,592.00
TOTAL TERRACERÍA					Q 490,117.00

DRENAJE MENOR.

* Alcantarilla de concreto sin refuerzo de 16" de diámetro.	120	ml	Q 65.00	Q 7,800.00	
* Alcantarilla de concreto sin refuerzo de 24" de diámetro.	40	ml	Q 125.00	Q 5,000.00	
* Cajas y cabezales de alcantarilla de concreto ciclópeo.	110	m3	Q 825.00	Q 90,750.00	
* Zampeado de piedra con mortero	70	m2	Q 28.00	Q 1,960.00	
TOTAL DRENAJE MENOR					Q 108,510.00

BALASTO

208 Capa de balasto	2940	m3	Q 60.00	Q 176,400.00
---------------------	------	----	---------	--------------

RESUMEN TRAMO LAS MINAS

TERRACERÍA	Q	490,117.00
DRENAJE MENOR	Q	105,510.00
BALASTO	Q	176,400.00
SUBTOTAL	Q	<u>772,027.00</u>
IMPREVISTOS	Q	<u>77,202.70</u>
SUBTOTAL	Q	849,229.70
UTILIDAD	Q	84,922.97
SUPERVISIÓN TÉCNICA	Q	42,461.49
ADMINISTRATIVOS	Q	<u>42,461.49</u>
GRAN TOTAL	Q	1,019,075.64

**UNIFICACION DEL PRESUPUESTO DEL TRAMO CARRETERO
DEL CASERIO XUX, CON EL DEL CASERIO LAS MINAS.**

**TRAMO CARRETERO DEL CASERIO
XUX, CABRICÁN, QUETZALTENANGO.
(4300 METROS)**

Q 907,272.96

**TRAMO CARRETERO DEL CASERIO
LAS MINAS, SIPACAPA, SAN MARCOS
(3266.57 METROS)**

Q 1,019,075.64

GRAN TOTAL

Q 1,926,348.80

LA RELACION DE PRECIO POR KILOMETRO ES:

Q/KM=

Q

254,586.77

CONCLUSIONES:

1.- El diseño del tramo carretero de este trabajo, llena los requisitos técnicos que el Fondo de Inversión Social (FIS) exige en un 80%. Esto se debe a que los cambios de ruta propuestos para disminuir las pendientes, no fueron posibles en todos los tramos, porque no existen derechos de paso.

2.- Se utilizó tubería de concreto no reforzado en los drenajes transversales, porque se obtiene un ahorro de por lo menos un 15%. Lo anterior por las siguientes razones: a) La tubería no reforzada debe ser colocada a una mayor profundidad para evitar rupturas, pero esto no incrementa costos debido a que la excavación la realiza la mano de obra no calificada, que es proporcionada por la comunidad, la cual no se paga. b) La tubería de concreto no reforzada se obtiene a un 25% menos de lo que vale la tubería reforzada. Por lo anterior aunque las cajas y los cabezales sean de mayor tamaño utilizando tubería no reforzada, siempre existe un ahorro del 15%.

3.- Se diseñaron cunetas de forma triangular porque proporcionan un espacio útil para el rebase de vehículos.

4.- El diseño de la carretera trabajada en el EPS, permitió desarrollar habilidades de relaciones humanas, ya que se trabajó con grupos de personas, que obligó llevar la teoría a la práctica y desarrollar habilidades topográficas.

5.- El presupuesto de la construcción del tramo carretero está desglosado en dos partes, por las siguientes razones:

a) El proyecto está en jurisdicción de Cabricán, Quetzaltenango, en una parte y en la otra en Sipacapa, San Marcos.

b) Para tener la opción de buscar financiamiento en instituciones como el Fondo de Inversión Social que trabaja en los dos departamentos y por aparte solicitar financiamiento a FONAPAZ que trabaja solo en el departamento de San Marcos, así como a las Municipalidades de los municipios de Cabricán y Sipacapa.

RECOMENDACIONES:

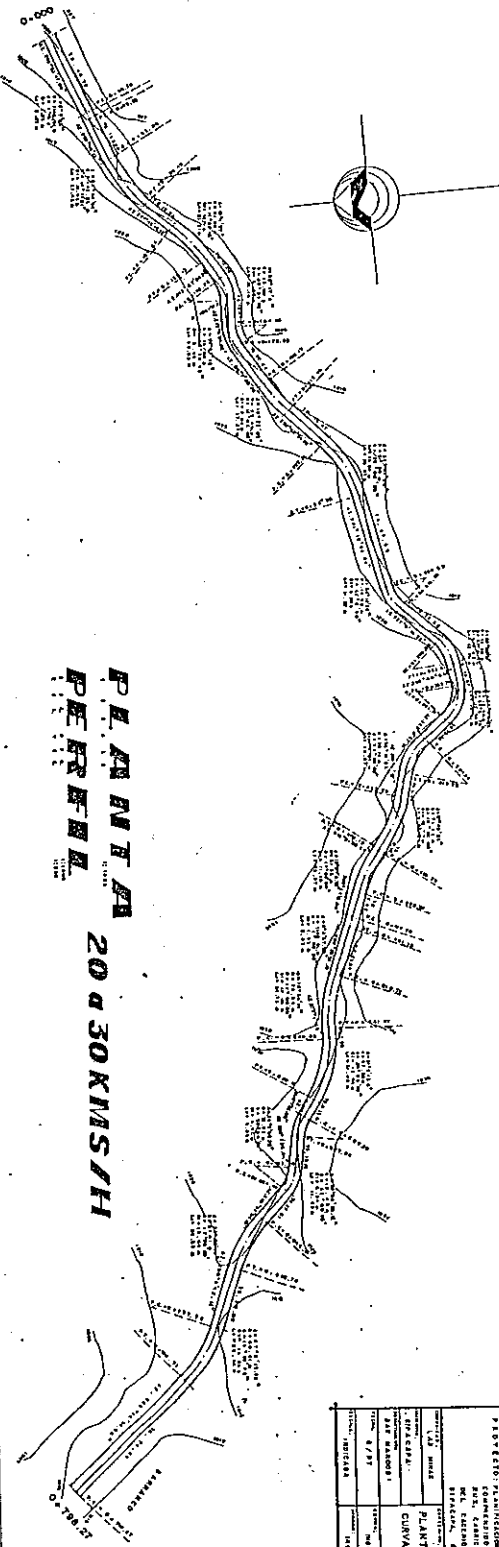
- 1.- Se recomienda a la Fundación para el Desarrollo y el Progreso y al Proyecto de Capacitación Forestal (FUNDAP-PROCAFOR) la implementación de un programa de reforestación, para sustituir los árboles que se talen en los tramos de ruta nueva.
- 2.- Se recomienda a las comunidades Xux y Las Minas, organicen comités de mantenimiento del camino, para que en el momento de que el proyecto esté construido, pueda cada comunidad hacerse cargo del mantenimiento de la carretera, cada cual en su tramo correspondiente, usando los materiales y técnicas aprendidas en las clases sostenidas con el EPS.
- 3.- Al Fondo De Inversión Social o la institución que financie la construcción de la carretera, se le recomienda la utilización del balasto ubicado en la cumbre de Cajolá, ya que éste ha sido utilizado por décadas en la subrasante de las carreteras circunvecinas, demostrando por experiencia su calidad. No así otros bancos más cercanos que poseen piedra y arena, pero no tienen cohesión, debido a la falta de suelos finos, provocando con esto que sean muy fácilmente lavados por la lluvia.
- 4.- Se recomienda a la Universidad de San Carlos de Guatemala, el nombramiento de otro EPS de la carrera de Trabajo Social, para que organice a las comunidades y oriente en los trámites de solicitud de financiamiento, para la construcción de la carretera.

BIBLIOGRAFIA:

- * Austin Barry, TOPOGRAFÍA. Segunda edición. Editorial Limusa S.A. de C.V. GRUPO NORIEGA EDITORES, México 1,993.
- * Jack C. Maccormac. TOPOGRAFÍA. Primera edición. Editorial Prentice/Hall Internacional, Colombia, 1,981.
- * Frederick S. Merritt, Manual del Ingeniero Civil. Segunda Edición. Editorial MacGraw Hill, México 1,987.
- * Olivera Bustamante, Fernando, Estructuración de vías terrestres. Segunda edición. Editorial CECSA, México 1,996.
- * Montes de Oca, Miguel, TOPOGRAFÍA, Cuarta edición. Editorial Alfaomega, México 1,993.
- * Barrios Ambrosy, Edwin Raúl, CÁLCULO Y REPLANTEO DE CURVAS HORIZONTALES, VERTICALES Y ESPIRALES DE TRANSICIÓN PARA CARRETERAS. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1,978.
- * Bartee, Thomas, BASIC, Segunda edición. Editorial Harla, México 1,980.

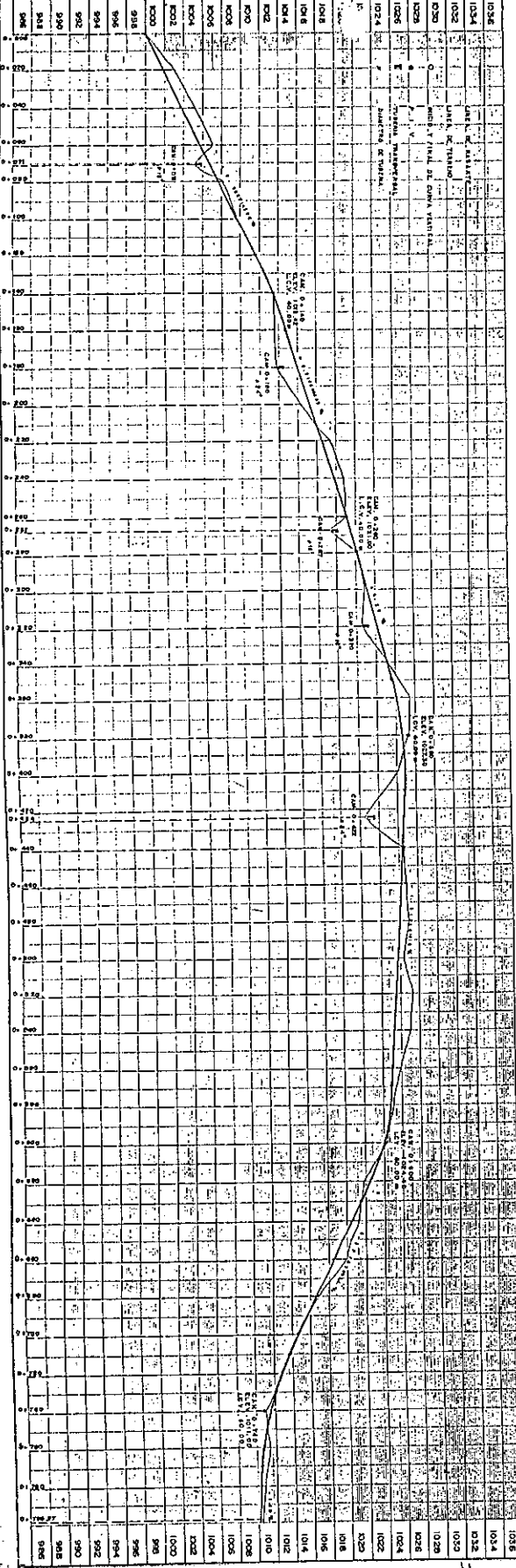
ANEXO.

**PLANOS DEL TRABAJO DE
E.P.S.**



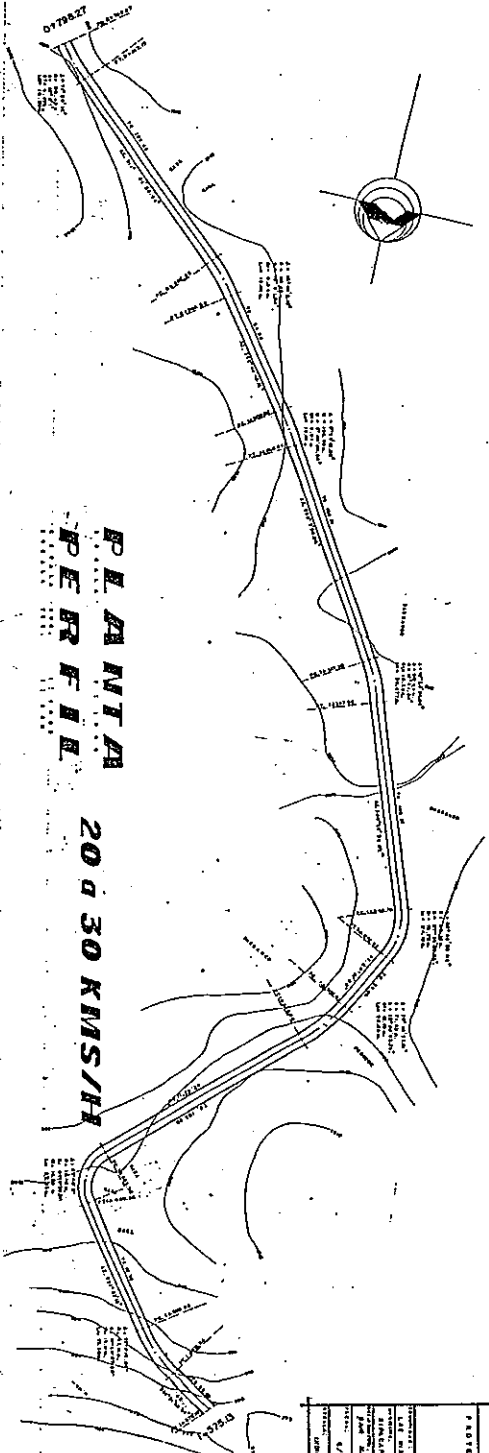
P. E. A. N. H. T. A.
PERFIL
20 d 30 KMS/TH

E. INGENIERIA CIVIL			
FAACULTAD DE INGENIERIA			
UNIVERSIDAD N. A. C.			
<small>PROYECTO: PLANEACION TRONCO DEL CAMINO CARRETERO PARA LA ZONA DE INTERCOMUNICACION DEL AREA CARIBIA, ANTILLANAS, AMBA GUAYAS, ECUADOR.</small>			
<small>M.E. CALLES CARRETERAS, Y REDES DE INGENIERIA CIVIL, ANTILLANAS, AMBA GUAYAS, ECUADOR.</small>			
<small>1977</small>			
UBICACION:	PROYECTO:	PLANTA:	VALORES:
UNIVERSIDAD N. A. C.	FAACULTAD DE INGENIERIA	UNIVERSIDAD N. A. C.	FAACULTAD DE INGENIERIA
20 d 30 KMS/TH	PERFIL	20 d 30 KMS/TH	PERFIL
0+000	0+100	0+200	0+300
0+400	0+500	0+600	0+700
0+800	0+900	0+000	0+100
0+200	0+300	0+400	0+500
0+600	0+700	0+800	0+900
0+000	0+100	0+200	0+300
0+400	0+500	0+600	0+700
0+800	0+900	0+000	0+100
0+200	0+300	0+400	0+500
0+600	0+700	0+800	0+900
0+000	0+100	0+200	0+300
0+400	0+500	0+600	0+700
0+800	0+900	0+000	0+100
0+200	0+300	0+400	0+500
0+600	0+700	0+800	0+900
0+000	0+100	0+200	0+300
0+400	0+500	0+600	0+700
0+800	0+900	0+000	0+100
0+200	0+300	0+400	0+500
0+600	0+700	0+800	0+900



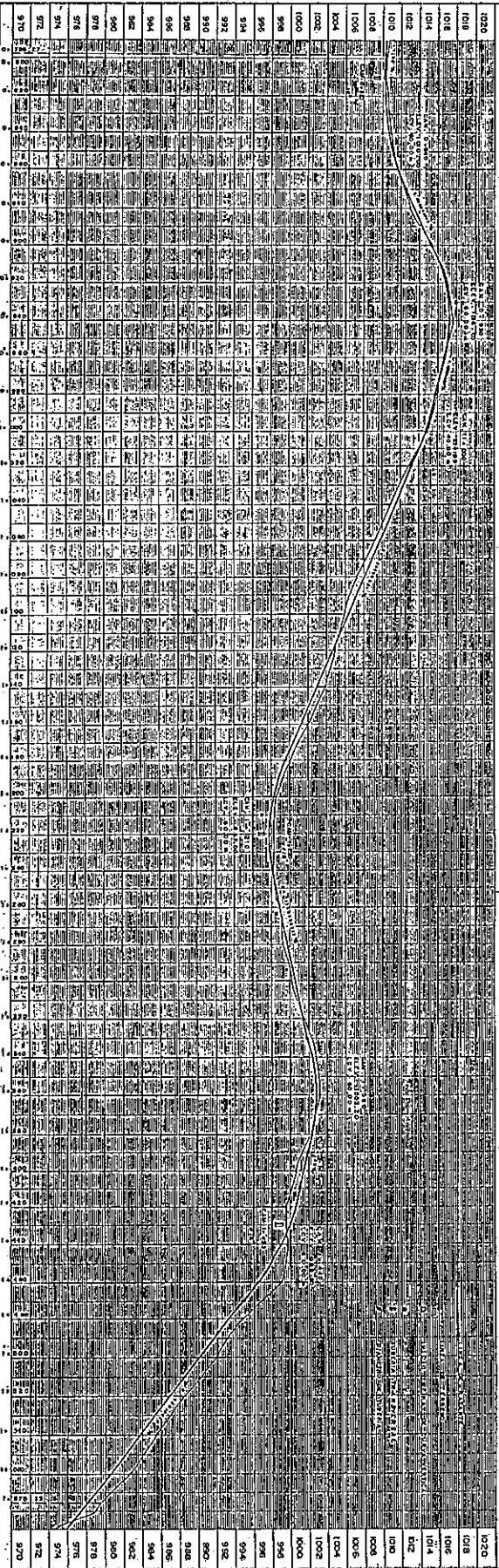
PLANTA	VALORES
0+000	0+100
0+200	0+300
0+400	0+500
0+600	0+700
0+800	0+900
0+000	0+100
0+200	0+300
0+400	0+500
0+600	0+700
0+800	0+900

INEPRE CO., LTD.
100 Calle 2-53, Zona 1
Tel: 253-2562 - 232-9701



**PLANTA
PERFIL
20 y 30 KMS/H**

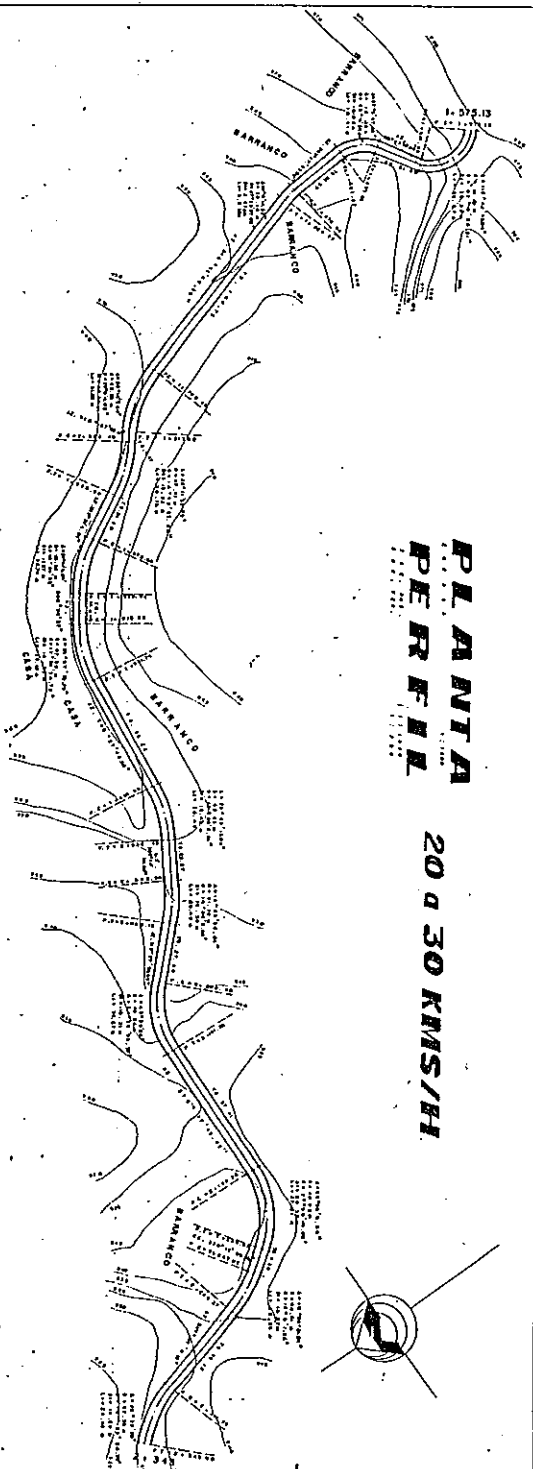
E. B. S. INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA U. S. A. C.			
PROYECTO: "PLANIFICACION Y DISEÑO DE TRAMO CONTIGUO A LA CARRETERA NACIONAL N.º 12 ENTRE LOS PUNTO DE PARTIDA Y FIN DE OBRA, EN EL CANTON LAS BARRAS, GUAYACANES, SANTA ELISABETH."			
ESTADISTICO	PROYECTO	ESTADISTICO	PROYECTO
FECHA	PLAN Y PERFIL	FECHA	PROYECTO
PROYECTO	CURVAS DE NIVEL	PROYECTO	PROYECTO
PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO



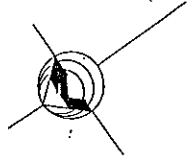
MEP R E . CO., LTD.
100, Collyer Quay, Singapore
Tel: 252-6666/252-9701

PERFIL	PROYECTO	ESTADISTICO

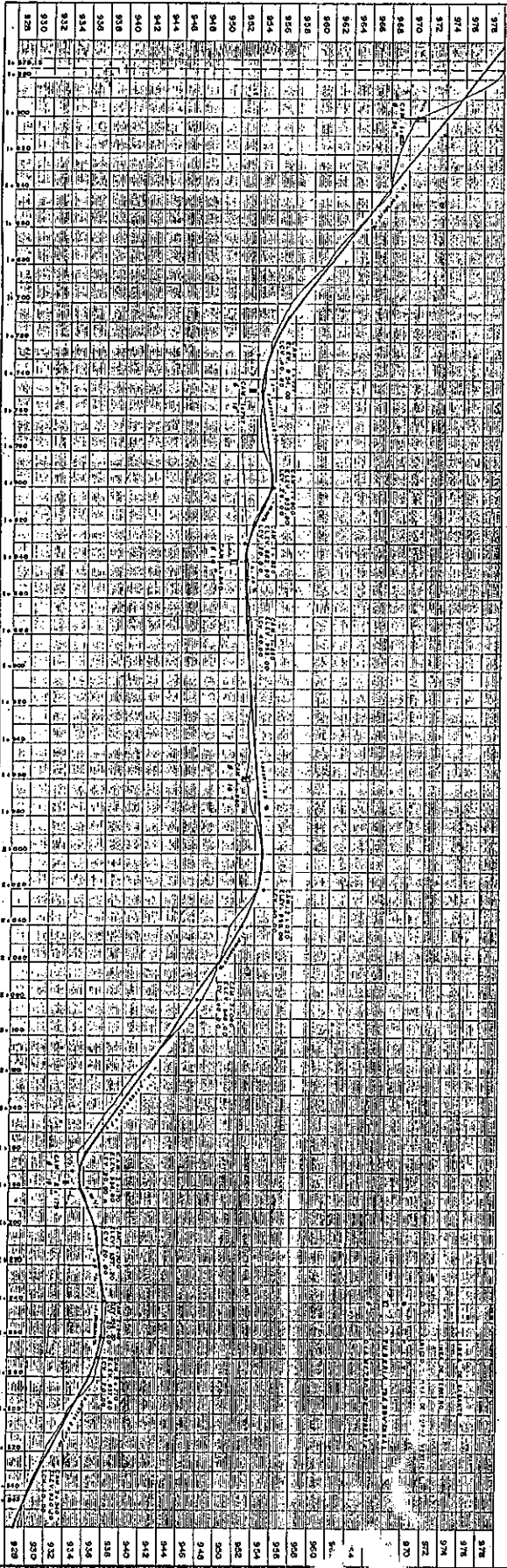
PLANTA	PROYECTO	ESTADISTICO



**PLANTA
PERFIL
20 a 30 KMS/H**



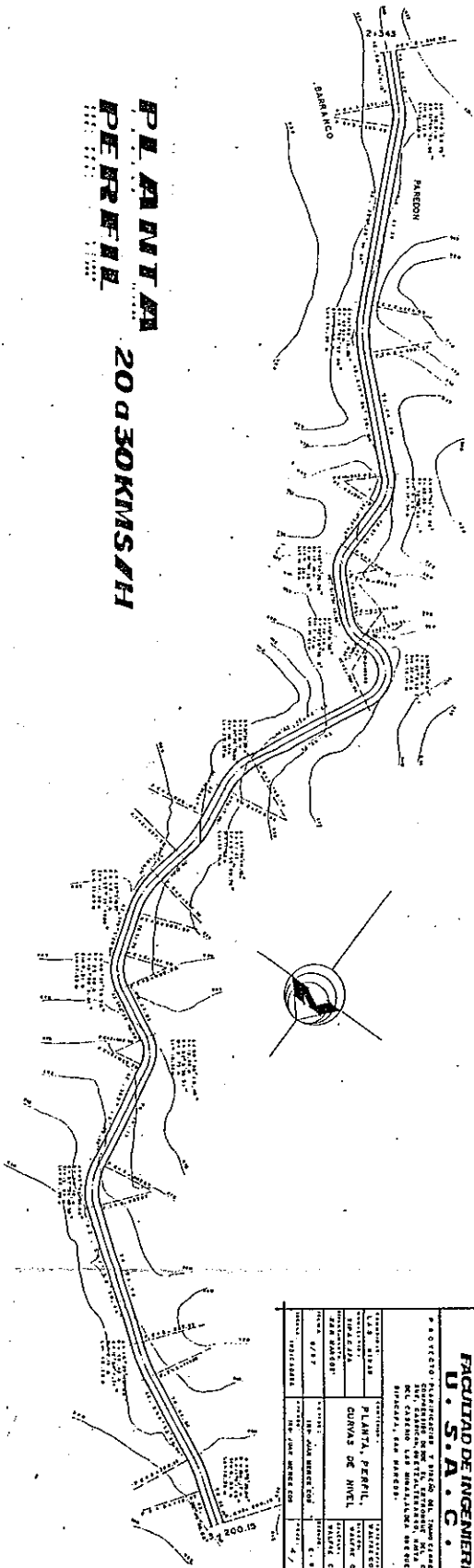
INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA U. S. A. C.	
PROYECTO: PLANTAS Y PERFILES DEL TRAMO "COMUNICACION" DEL CAMINO DE LA ESTACION DE FERROCARRIL "LA ALICIA" DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS, ESTADO DE QUINDIÓ, COLOMBIA.	
TÍTULO DEL DISEÑO: PLANTA, PERFIL, CURVAS DE NIVEL	FECHA DEL DISEÑO: 15/11/2011
AUTOR: J. A. MORALES	ESCALA: 1:1000
REVISOR: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	FECHA DE APROBACION: 15/11/2011
APROBADO: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	FECHA DE APROBACION: 15/11/2011



IMEPARI, CO., LTD.
 100, Calle 2-55, Zona 1
 Tel.: 253-8666 - 252-9701

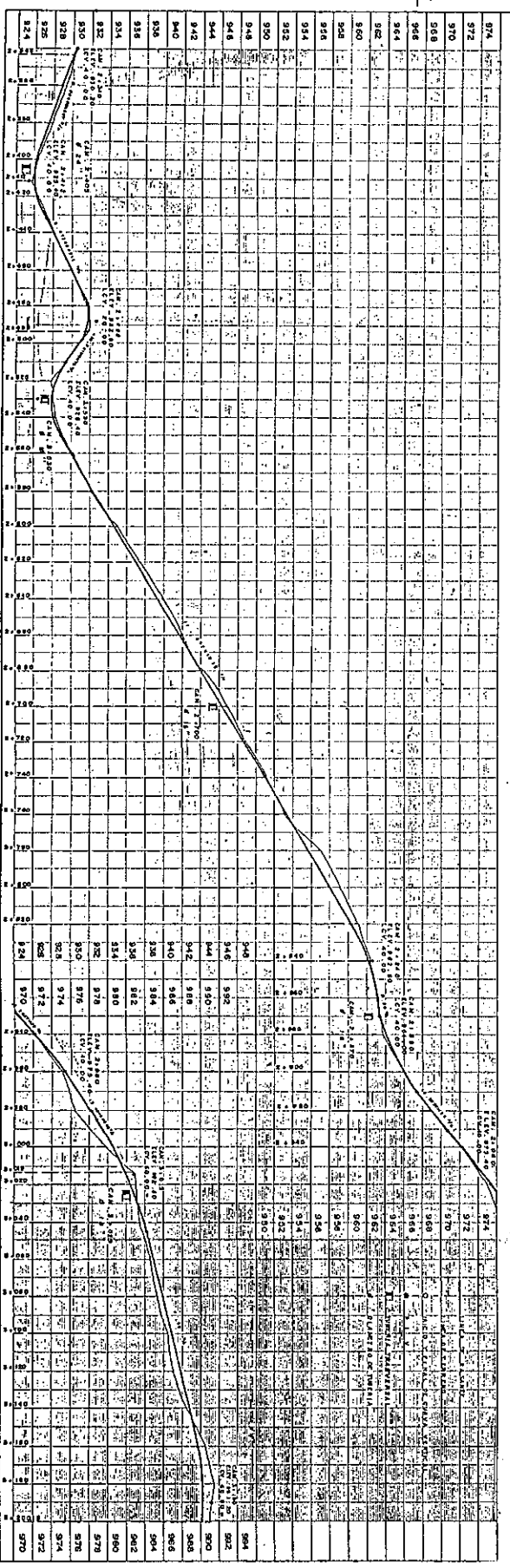
PERFIL	Escala	1:1000
	Fecha	15/11/2011

PLANTA	Escala	1:1000
	Fecha	15/11/2011



**PLANTA
PERFIL
20 a 30 KMS/H**

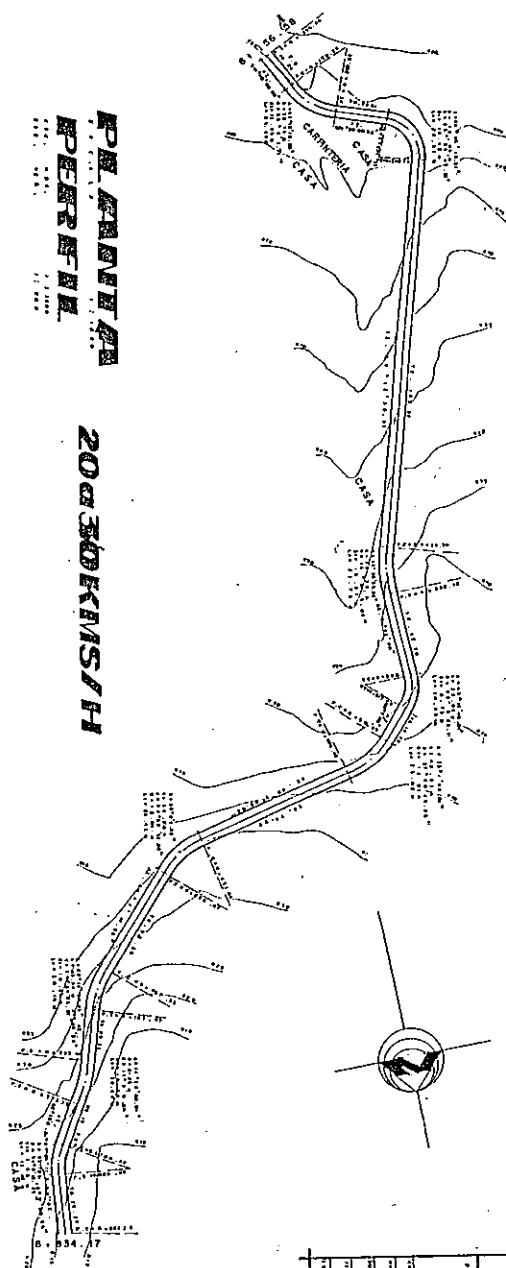
INGENIERIA CIVIL			
FACULTAD DE INGENIERIA			
U. S. A. C.			
OFICINA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA 1000 AV. BOULEVARD BOULEVARD, SAN FRANCISCO, CALIFORNIA, U.S.A.			
PROYECTO	PLANTA PERFIL	ESTACIONES	1+000 a 1+500
CLIENTE	COMPAÑIA DE AGUA	PROYECTADO POR	INGENIERO CIVIL
FECHA	1952	PROYECTADO POR	INGENIERO CIVIL
ESCALA	1:100	PROYECTADO POR	INGENIERO CIVIL
PROYECTADO POR	INGENIERO CIVIL	PROYECTADO POR	INGENIERO CIVIL
PROYECTADO POR	INGENIERO CIVIL	PROYECTADO POR	INGENIERO CIVIL



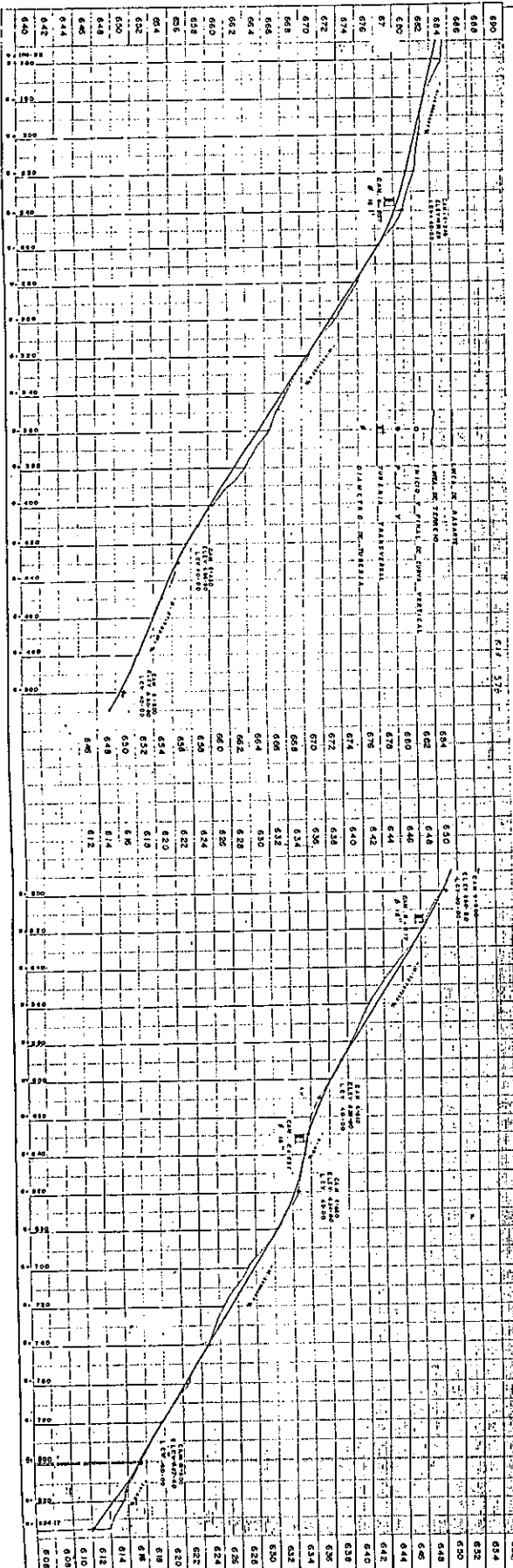
J. M. E. P. R. E. CO., LTD.
 100, Col. 2-55, Zona
 Tel. 251-6046 - 252-9701

PLANTA

PERFIL



PERUANA
PERRA
20030KMS/H



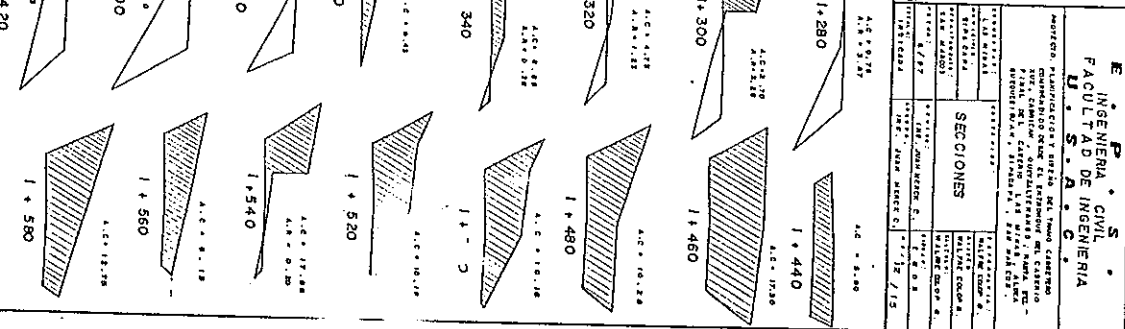
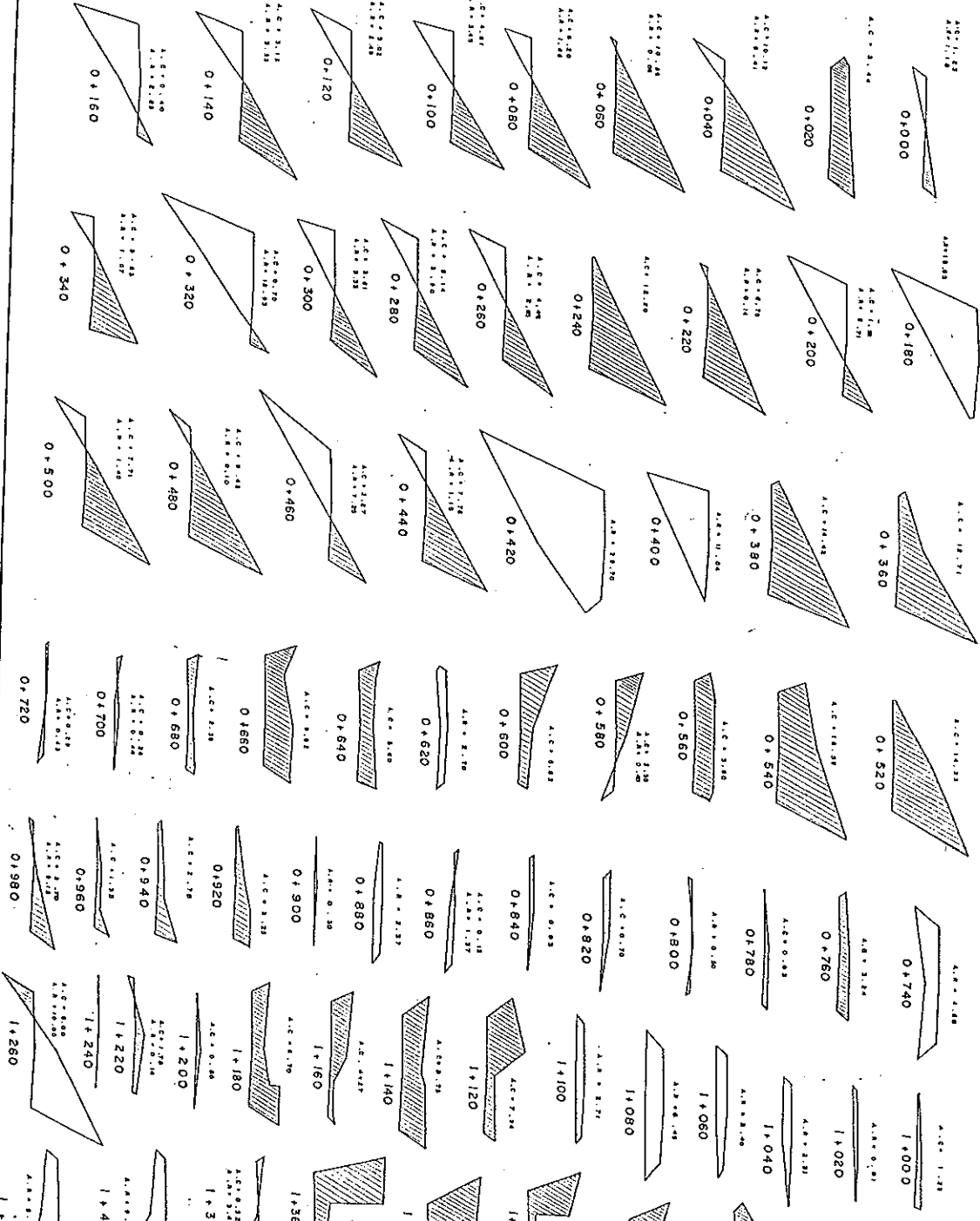
INGENIERIA CIVIL U.S.A.C.	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TÍTULO: PLANIFICACION Y DISEÑO DE FERROCARRILES	TÍTULO: PLANIFICACION Y DISEÑO DE FERROCARRILES
ASIGNATURA: PLANIFICACION Y DISEÑO DE FERROCARRILES	ASIGNATURA: PLANIFICACION Y DISEÑO DE FERROCARRILES
AUTOR: [Nombre]	AUTOR: [Nombre]
FECHA: [Fecha]	FECHA: [Fecha]

E. P. S.
INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA
U. S. A. C.

AMERICAN UNIVERSITY AND COLLEGE OF ENGINEERING
 1000 UNIVERSITY AVENUE, WASHINGTON, D. C. 20004
 PHONE: (202) 462-1000
 TELETYPE: (202) 462-1000
 FAX: (202) 462-1000

SECCIONES

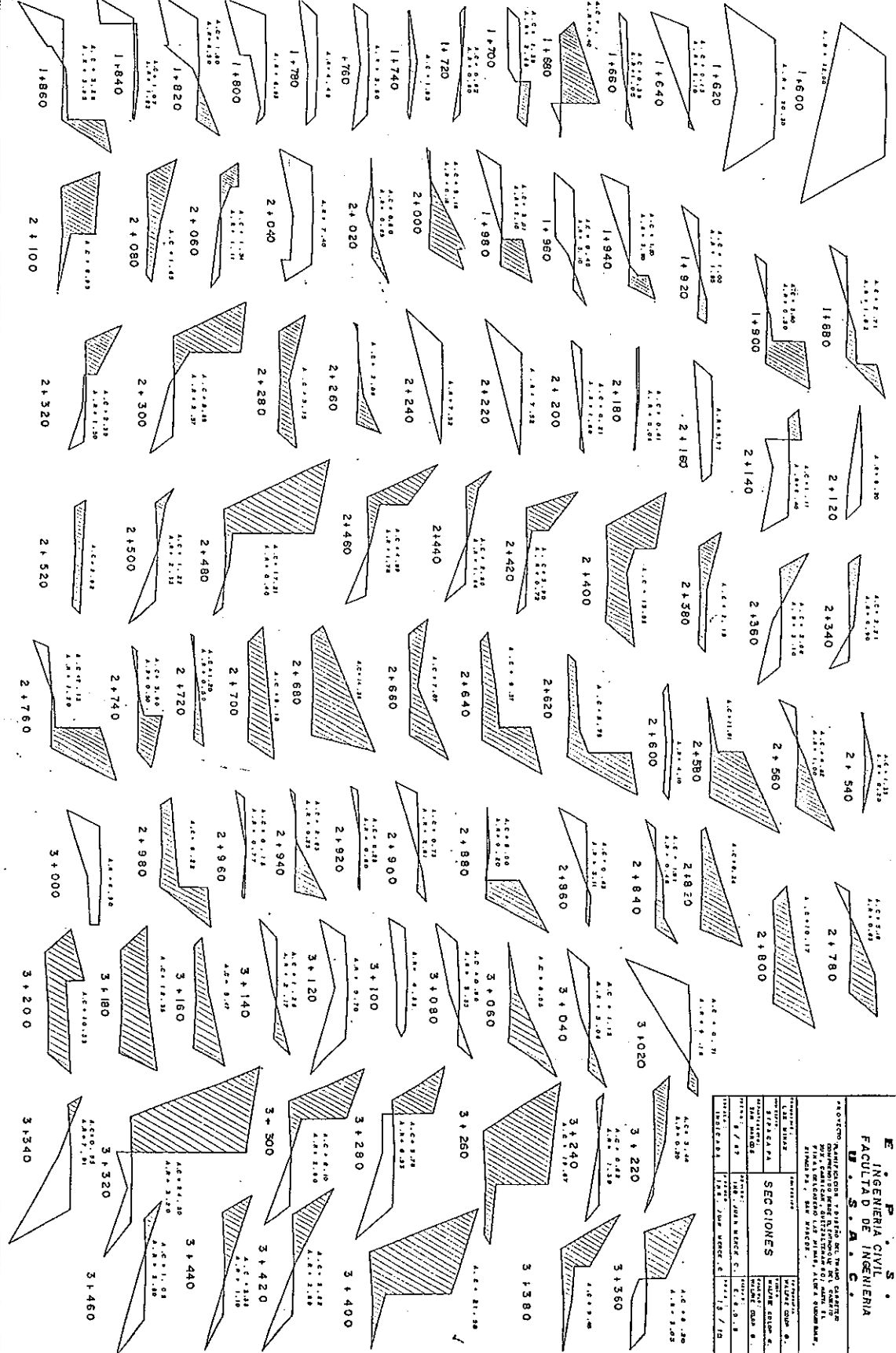
SECTION 1	SECTION 2	SECTION 3	SECTION 4	SECTION 5	SECTION 6	SECTION 7	SECTION 8	SECTION 9	SECTION 10	SECTION 11	SECTION 12	SECTION 13	SECTION 14	SECTION 15	SECTION 16	SECTION 17	SECTION 18	SECTION 19	SECTION 20	SECTION 21	SECTION 22	SECTION 23	SECTION 24	SECTION 25	SECTION 26	SECTION 27	SECTION 28	SECTION 29	SECTION 30	SECTION 31	SECTION 32	SECTION 33	SECTION 34	SECTION 35	SECTION 36	SECTION 37	SECTION 38	SECTION 39	SECTION 40	SECTION 41	SECTION 42	SECTION 43	SECTION 44	SECTION 45	SECTION 46	SECTION 47	SECTION 48	SECTION 49	SECTION 50	SECTION 51	SECTION 52	SECTION 53	SECTION 54	SECTION 55	SECTION 56	SECTION 57	SECTION 58	SECTION 59	SECTION 60	SECTION 61	SECTION 62	SECTION 63	SECTION 64	SECTION 65	SECTION 66	SECTION 67	SECTION 68	SECTION 69	SECTION 70	SECTION 71	SECTION 72	SECTION 73	SECTION 74	SECTION 75	SECTION 76	SECTION 77	SECTION 78	SECTION 79	SECTION 80	SECTION 81	SECTION 82	SECTION 83	SECTION 84	SECTION 85	SECTION 86	SECTION 87	SECTION 88	SECTION 89	SECTION 90	SECTION 91	SECTION 92	SECTION 93	SECTION 94	SECTION 95	SECTION 96	SECTION 97	SECTION 98	SECTION 99	SECTION 100
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------



E. P. S.
INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA
B. S. A. C.

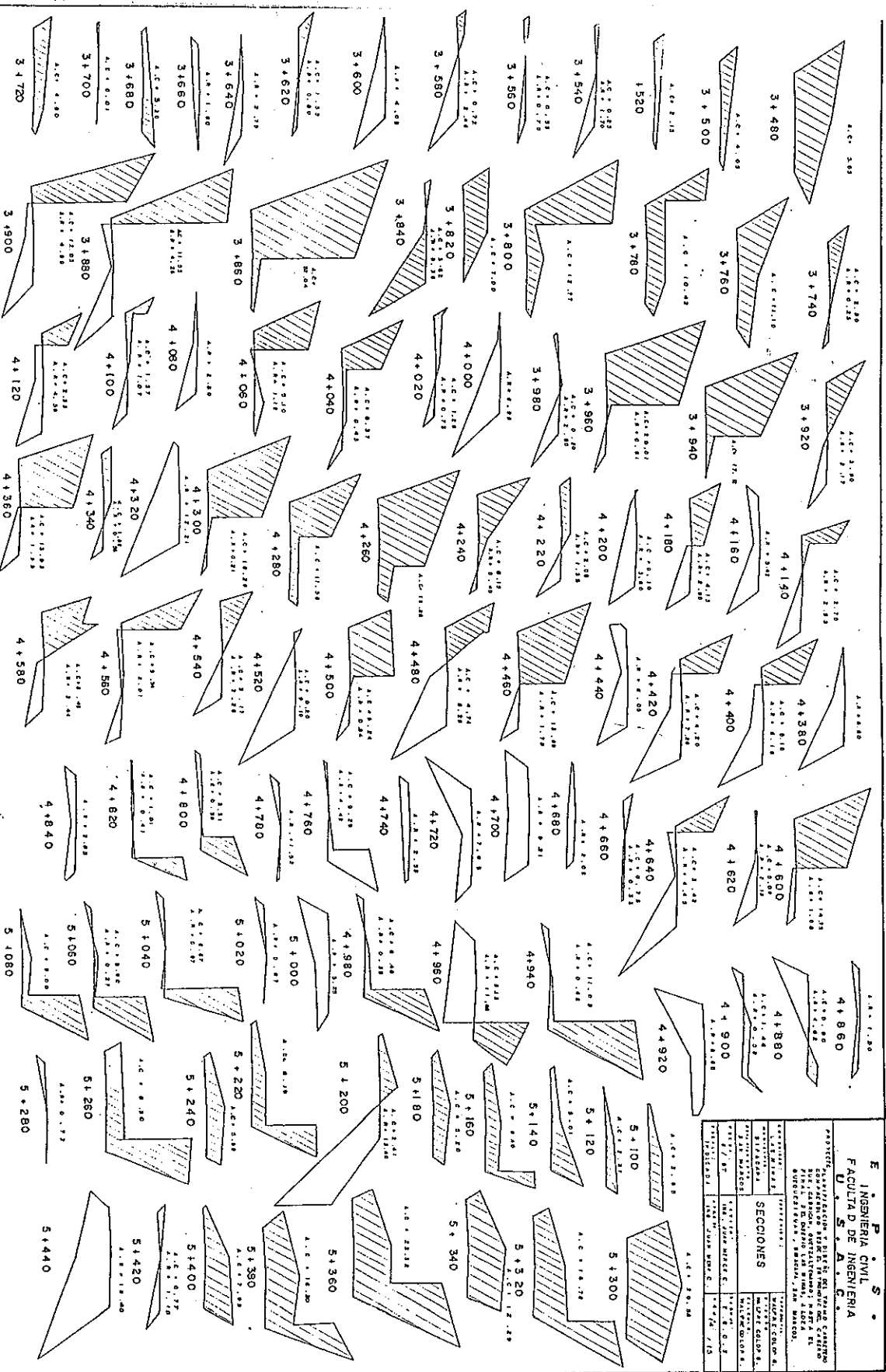
RECTOR: Rectoría, Edificio del Tercer Cuadrante
 DECANO: Decanato de Ingeniería Civil
 DIRECTOR GENERAL: Dirección General de Ingeniería Civil
 VICE-DIRECTOR GENERAL: Vice-Dirección General de Ingeniería Civil
 PRESIDENTE DEL CONSEJO: Consejo de Ingeniería Civil

SECCIONES	PRESENTE	PREVISTO
SECCIONES		
PRESENTE		
PREVISTO		



E P S
INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA
U S A C

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN PASEO EN EL PARQUE CENTRAL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD DEL SAHARA OCCIDENTAL (UNSAO) EN EL MUNICIPIO DE EL SAHARA OCCIDENTAL.		FECHA DE ENTREGA DEL DISEÑO	10/03/2024
PROYECTO	SECCIONES	FECHA DE ENTREGA DEL DISEÑO	10/03/2024
PROYECTO	SECCIONES	FECHA DE ENTREGA DEL DISEÑO	10/03/2024
PROYECTO	SECCIONES	FECHA DE ENTREGA DEL DISEÑO	10/03/2024
PROYECTO	SECCIONES	FECHA DE ENTREGA DEL DISEÑO	10/03/2024



U. S. A. C.

INGENIERIA CIVIL

FACULTAD DE INGENIERIA

U. S. A. C.

PROFESOR: Profesor Dr. Pablo Mario Domínguez
 DEPARTAMENTO: Ingeniería Civil
 MATERIA: Mecánica de Fluidos
 SÍLABO: Mecánica de Fluidos
 SÍMBOLO: Mec 301

SECCIONES	VALORES CLAVE
SECCION 1	VALORES CLAVE
SECCION 2	VALORES CLAVE
SECCION 3	VALORES CLAVE
SECCION 4	VALORES CLAVE
SECCION 5	VALORES CLAVE
SECCION 6	VALORES CLAVE
SECCION 7	VALORES CLAVE
SECCION 8	VALORES CLAVE
SECCION 9	VALORES CLAVE
SECCION 10	VALORES CLAVE
SECCION 11	VALORES CLAVE
SECCION 12	VALORES CLAVE
SECCION 13	VALORES CLAVE
SECCION 14	VALORES CLAVE
SECCION 15	VALORES CLAVE
SECCION 16	VALORES CLAVE
SECCION 17	VALORES CLAVE
SECCION 18	VALORES CLAVE
SECCION 19	VALORES CLAVE
SECCION 20	VALORES CLAVE
SECCION 21	VALORES CLAVE
SECCION 22	VALORES CLAVE
SECCION 23	VALORES CLAVE
SECCION 24	VALORES CLAVE
SECCION 25	VALORES CLAVE
SECCION 26	VALORES CLAVE
SECCION 27	VALORES CLAVE
SECCION 28	VALORES CLAVE
SECCION 29	VALORES CLAVE
SECCION 30	VALORES CLAVE
SECCION 31	VALORES CLAVE
SECCION 32	VALORES CLAVE
SECCION 33	VALORES CLAVE
SECCION 34	VALORES CLAVE
SECCION 35	VALORES CLAVE
SECCION 36	VALORES CLAVE
SECCION 37	VALORES CLAVE
SECCION 38	VALORES CLAVE
SECCION 39	VALORES CLAVE
SECCION 40	VALORES CLAVE
SECCION 41	VALORES CLAVE
SECCION 42	VALORES CLAVE
SECCION 43	VALORES CLAVE
SECCION 44	VALORES CLAVE
SECCION 45	VALORES CLAVE
SECCION 46	VALORES CLAVE
SECCION 47	VALORES CLAVE
SECCION 48	VALORES CLAVE
SECCION 49	VALORES CLAVE
SECCION 50	VALORES CLAVE
SECCION 51	VALORES CLAVE
SECCION 52	VALORES CLAVE
SECCION 53	VALORES CLAVE
SECCION 54	VALORES CLAVE
SECCION 55	VALORES CLAVE
SECCION 56	VALORES CLAVE
SECCION 57	VALORES CLAVE
SECCION 58	VALORES CLAVE
SECCION 59	VALORES CLAVE
SECCION 60	VALORES CLAVE
SECCION 61	VALORES CLAVE
SECCION 62	VALORES CLAVE
SECCION 63	VALORES CLAVE
SECCION 64	VALORES CLAVE
SECCION 65	VALORES CLAVE
SECCION 66	VALORES CLAVE
SECCION 67	VALORES CLAVE
SECCION 68	VALORES CLAVE
SECCION 69	VALORES CLAVE
SECCION 70	VALORES CLAVE
SECCION 71	VALORES CLAVE
SECCION 72	VALORES CLAVE
SECCION 73	VALORES CLAVE
SECCION 74	VALORES CLAVE
SECCION 75	VALORES CLAVE
SECCION 76	VALORES CLAVE
SECCION 77	VALORES CLAVE
SECCION 78	VALORES CLAVE
SECCION 79	VALORES CLAVE
SECCION 80	VALORES CLAVE
SECCION 81	VALORES CLAVE
SECCION 82	VALORES CLAVE
SECCION 83	VALORES CLAVE
SECCION 84	VALORES CLAVE
SECCION 85	VALORES CLAVE
SECCION 86	VALORES CLAVE
SECCION 87	VALORES CLAVE
SECCION 88	VALORES CLAVE
SECCION 89	VALORES CLAVE
SECCION 90	VALORES CLAVE
SECCION 91	VALORES CLAVE
SECCION 92	VALORES CLAVE
SECCION 93	VALORES CLAVE
SECCION 94	VALORES CLAVE
SECCION 95	VALORES CLAVE
SECCION 96	VALORES CLAVE
SECCION 97	VALORES CLAVE
SECCION 98	VALORES CLAVE
SECCION 99	VALORES CLAVE
SECCION 100	VALORES CLAVE

