

**APOYO TÉCNICO AL DISEÑO VÍA PERIMETRAL OCCIDENTAL TRAMO
CATAMBUCO, JONGOVITO, C.A.M., ANGANOY Y UNIVERSIDAD DE NARIÑO,
(ABSCISA K4+333- K7+345)
Y DISEÑO DE PAVIMENTO VÍA ANCIANATO – SAN EZEQUIEL SECRETARIA
DE PLANEACION MUNICIPAL – ALCALDÍA DE PASTO.**

JHON FERNANDO PALMA MUÑOZ

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2005**

**APOYO TÉCNICO AL DISEÑO VÍA PERIMETRAL OCCIDENTAL TRAMO
CATAMBUCO, JONGOVITO, C.A.M., ANGANOY Y UNIVERSIDAD DE NARIÑO,
(ABSCISA K4+333-K7+345)
Y DISEÑO DE PAVIMENTO VÍA ANCIANATO – SAN EZEQUIEL SECRETARIA
DE PLANEACION MUNICIPAL – ALCALDÍA DE PASTO.**

JHON FERNANDO PALMA MUÑOZ

**Informe de las actividades realizadas en la pasantía presentado como
requisito para optar al título de Ingeniero Civil.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2005**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de su autor”.

Artículo 1º, del acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1.966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Arq. PABLO ANDRÉS GUERRERO.

Ing. HERNANDO SARA.

San Juan de Pasto, 21 de febrero de 2005

DEDICATORIA

*A DIOS, por darme la luz del entendimiento y la fortaleza,
para terminar mi carrera.*

*A mis padres, por su amor, apoyo y comprensión. Porque gran parte de este logro
es fruto de su trabajo.*

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo fue gracias al inmenso apoyo de:

- **PABLO ANDRÉS GUERRERO**, Arquitecto, Director Departamento Administrativo de Planeación Municipal, por su respaldo, apoyo y constante colaboración.
- **HERNANDO SARA**, Ingeniero Civil, Profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nariño, por apoyo e interés en el desarrollo de este trabajo de grado.
- **ARMANDO MUÑOZ DAVID**, Ingeniero Civil, Director Departamento de Diseño y Construcción, Facultad de Ingeniería, por su orientación, aporte y apoyo constante para alcanzar las metas propuestas.
- **ANTONIO DULCE**, Ingeniero Civil, Subdirector técnico Instituto de Valorización Municipal, por su respaldo y colaboración en el desarrollo y alcance de los objetivos propuestos.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	23
1. JUSTIFICACIÓN	24
2. OBJETIVOS	25
2.1 OBJETIVOS GENERALES	25
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
2.2.1 Vía Perimetral Occidental	26
2.2.2 Vía Ancianato – San Ezequiel	26
3. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE PASTO	27
3.1 ASPECTO HISTÓRICO	27
3.2 ASPECTO FÍSICO Y GEOGRÁFICO	27
3.2.1 Localización	27
3.2.2 Extensión	27
3.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	29
3.3.1 Uso del suelo	29
3.4 POBLACIÓN	30
3.5 INFRAESTRUCTURA VIAL	31
3.5.1 Red de vías principales	32
3.5.1.1 Vías rápidas	32
3.5.1.2 Vía arteria mayor	32
3.5.1.3 Vías arterias menores	33
3.5.1.4 Red de vías secundarias	33
3.5.1.5 Red de vías locales	33
4. ETAPAS DEL PROYECTO	34
4.1 ETAPAS DE PREINVERSIÓN	34
4.2 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD	36
4.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	36
4.3.1 Descripción fase I	36
4.3.2 Estudio sobre documentos	38
4.3.3 Reconocimiento del terreno	39
4.3.4 Descripción general de la ruta del proyecto	39
5. CONTROLES DE DISEÑO	42
5.1 EL TRÁNSITO	42
5.1.1 El volumen y la composición del tránsito	42
5.1.2 Análisis de datos	48
5.1.3 Conclusiones del estudio de tránsito	49
5.1.4 Proyección del Tránsito	60

6. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA	62
6.1 PARÁMETROS PRELIMINARES DE DISEÑO	62
6.1.1 Velocidad	62
6.1.2 Seguridad	63
6.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	64
6.2.1 Trazado Antepreliminar	66
6.2.2 Alineamiento horizontal	66
6.2.3 Curva de transición	66
6.2.4 Características de la clotoide	66
6.2.5 Peralte	69
6.3 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA	72
7. DISEÑO EN PERFIL	80
7.1 CONCEPTOS GENERALES	80
7.2 PENDIENTES	81
7.2.1 Longitud crítica de pendiente	81
7.3 CURVAS VERTICALES	82
8. CUBICACIÓN	87
8.1 TALUDES	87
8.2 ESTACAS DE CHAFLÁN Y DE CEROS	87
8.2.1 Estacas de ceros	88
8.3 DETERMINACIÓN DE VOLÚMENES	90
8.4 DIAGRAMA DE MASAS	91
9. COSTO APROXIMADO DE PREDIOS AFECTADOS	94
10. DISEÑO DE DRENAJES	98
11. MEDIDAS AMBIENTALES	101
12. PROYECTO DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO VIA SAN EZEQUIEL – ANCIANATO	
ASPECTOS GENERALES	102
12.1 ENTIDAD ENCARGADA	102
12.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	102
12.3 LOCALIZACIÓN	103
12.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	103
12.5 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO	103
12.6 VISITA AL SITIO DE LA OBRA	104
12.7 DIAGNÓSTICO DE REDES EXISTENTES	105
13. TOPOGRAFÍA Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA	106
13.1 TOPOGRAFÍA (ALTIMETRÍA Y PLANIMETRÍA)	106
13.2 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL	108
14. ESTUDIO DE SUELOS	112
14.1 PERFIL DE APIQUES	112
14.2 CLASIFICACIÓN DEL SUELO	115
14.2.1 AASTHO	115
14.2.2 SUSC	115
15. ANÁLISIS DEL TRÁNSITO	116
15.1 OBTENCIÓN TPD	117

15.1.1	Descripción aforos	117
15.1.2	Resumen vehicular	119
15.2	PERIODO DE DISEÑO	119
15.3	COMPOSICIÓN DE TRÁNSITO	120
15.4	PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO	120
16.	DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CONCRETO HIDRÁULICO	124
16.1	MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS	124
16.1.1	Método de la Pórtland Cement Association PCA	124
16.1.2	Factores de diseño	124
16.2	DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO	132
16.3	DETERMINACION DE ESPESOR DE SUB-BASE	137
16.4	DISEÑO FINAL	140
16.5	DISEÑO DE JUNTAS	141
16.5.1	Juntas Longitudinales	141
16.5.2	Juntas Transversales	142
17.	MURO DE CONTENCIÓN EN GAVIONES	145
17.1	CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS CON GAVIONES	145
17.2	17.2 VENTAJAS DE LOS MUROS EN GAVIONES	145
17.3	MATERIALES	145
17.3.1	Canastas metálicas	145
17.3.2	Material de relleno	145
17.4	PREDISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN EN GAVIONES	146
18.	DISEÑO DE DRENAJES	148
19.	PRESUPUESTO	150
20.	CONCLUSIONES	160
	BIBLIOGRAFÍA	163
	ANEXOS	164

LISTADECUADROS

	pág.
Cuadro 1. Población Municipio de Pasto proyección 1996 – 2005	30
Cuadro 2. Corregimientos afectados por el proyecto	38
Cuadro 3. Porcentaje de vehículos a encuestar	45
Cuadro 4. Serie histórica y composición del tránsito	46
Cuadro 5. Vehículo tipo	48
Cuadro 6. Resultados aforo vehicular estación Chimayoy	49
Cuadro 7. Resultado aforo vehicular estación Calambuco	49
Cuadro 8. Confiabilidad de la muestra	51
Cuadro 9. Diferentes regresiones aplicadas a la serie histórica	61
Cuadro 10. Velocidad de Diseño según tipo de Carretera, TPD y Terreno	63
Cuadro 11. Especificaciones de la vía	65
Cuadro 12. Radios y peraltes mínimos según velocidad de diseño	72
Cuadro 13. Alineamientos, longitud, deflexiones	73
Cuadro 14. Cartera de localización	79
Cuadro 15. Pendiente máxima según velocidad de diseño	81
Cuadro 16. Longitud crítica de pendiente	82
Cuadro 17. Cartera de Curvas verticales	86
Cuadro 18. Cartera de Chaflanes	89
Cuadro 19. Valor aproximado de predios	97
Cuadro 20. Drenajes vía Occidental	100
Cuadro 21. Especificaciones vías urbanas	110
Cuadro 22. Cartera de tránsito, curva circular simple	111
Cuadro 23. Resumen clasificación suelo y valores de CBR	115
Cuadro 24. Tránsito promedio diario y composición general del tránsito.	119
Cuadro 25. Periodos de diseño a adoptar en función del tipo de carretera	119
Cuadro 26. Crecimiento parque automotor 2002	120
Cuadro 27. Crecimiento parque automotor 2003	121
Cuadro 28. Crecimiento parque automotor 2004	121
Cuadro 29. Distribución acumulada del parque automotor hasta el año 2004	122
Cuadro 30. Determinación del Índice de Crecimiento	122
Cuadro 31. Relación entre el C.B.R. y la calidad de sub-rasante	128
Cuadro 32. Esfuerzo equivalente – sin berma de concreto	128
Cuadro 33. Factores de erosión-Juntas con pasadores sin berma de concreto	129
Cuadro 34. Distribución de carga del vehículo	132
Cuadro 35. Distribución de vehículos comerciales	133
Cuadro 36. Cálculo del número total de ejes para el carril de diseño	134
Cuadro 37. Resultados Apique 1 y Apique 2	137
Cuadro 38. Materiales de sub-base según la AASHTO	139
Cuadro 39. Requisitos para Juntas Longitudinales	142
Cuadro 40. Requisitos para Juntas Transversales	143
Cuadro 41. Dimensiones de un muro en gaviones	146

Cuadro 42. Dimensionamiento de muro a gravedad

147

Cuadro 43. Diseño de drenajes

149

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ubicación en el departamento	28
Figura 2. Mapa general del municipio y división política administrativa	28
Figura 3. Comunas y barrios	29
Figura 4. Zonas de expansión	30
Figura 5. Red vial de Nariño	31
Figura 5. Red vial de Nariño	32
Figura 6. Red vial del Municipio	32
Figura 7. Ciclo de un proyecto	35
Figura 8. Corregimiento de catambuco	37
Figura 9. Corregimiento de Obonuco	37
Figura 10. Barrio Anganoy	39
Figura 11. Esquema de la vía	39
Figura 12. Tramo de la vía sector Obonuco	40
Figura 13. Tramo de la vía sector Mijitayo	41
Figura 14. Tramo de la vía barrio Anganoy	41
Figura 15. Aforo vehicular	43
Figura 16. Estudio origen - destino Chimayoy	46
Figura 17. Localización estación Cebadal	47
Figura 18. Frecuencia relativa Estación Chimayoy	50
Figura 19. Frecuencia relativa Estación Catambuco	52
Figura 20. Frecuencia relativa Estación Briceño	53
Figura 21. Frecuencia relativa Estación SENA	53
Figura 22. Propósitos del viaje estación Chimayoy	54
Figura 23. Propósitos del viaje estación Briceño	54
Figura 24. Frecuencia de viajes Chimayoy	56
Figura 25. Frecuencia de viaje estación Briceño	56
Figura 26. Propósitos del viaje estación Catambuco	57
Figura 27. Propósitos del viaje estación SENA	57
Figura 28. Frecuencia de viaje estación Catambuco	58
Figura 29. Frecuencia de viaje estación SENA	58
Figura 30. Orígenes y destinos estación Catambuco	60
Figura 31. Gráfica regresión lineal	61
Figura 32. Esquema general de la vía	62
Figura 33. Elementos geométricos de la clotoide	63
Figura 34. Tipos de curvas verticales	83
Figura 35. Elementos de la curva vertical	85
Figura 36. Diagrama de masas	93

Figura 37. Valoración económica de predios afectados	95
Figura 38. Valoración económica de predios afectados	96
Figura 39. Localización del proyecto barrios San Ezequiel – Ancianato	103
Figura 40. Visita al sector Barrio San Ezequiel	104
Figura 41. Visita al sector Carlos Pizarro	105
Figura 42. Levantamiento Topográfico	106
Figura 43. Plano topográfico	107
Figura 44. Diseño en Planta Proyecto de pavimentación “San Ezequiel – Ancianato	108
Figura 45. Diseño en perfil proyecto de pavimentación “San Ezequiel - Ancianato	109
Figura 46. Detalle Apique 1	112
Figura 47. Perfil Apique 1	113
Figura 48. Detalle Apique 2	113
Figura 49. Perfil Apique 2	114
Figura 50. Clasificación de vehículos	116
Figura 51. Ubicación de la estación de conteo No. 3	139
Figura 52. Aspecto general de la intersección Carrera 24 con Calle 28	118
Figura 53. Relación C.B.R y el modulo de reacción K	118
Figura 54. Relación entre clasificación de suelo y modulo K	126
Figura 55. Análisis de Fatiga – Repeticiones de carga permisibles con base al factor de relación de esfuerzos (con y sin berma de concreto)	127
Figura 56. Análisis de Erosión – Repeticiones de carga permisibles con base al factor de erosión (sin berma de concreto)	131
Figura 57. Calculo del espesor del pavimento método PCA	138
Figura 58. Influencia del espesor de la sub-base granular sobre el valor de k	140
Figura 59. Capas que conforman el pavimento espesor = 17.5 cm	140
Figura 60. Capas que conforman el pavimento espesor = 20 cm	141
Figura 61. Vistas en corte transversal	144
Figura 62. Detalle de junta longitudinal, espesor 17.5 cm	144
Figura 63. Detalle transversal, espesor 17,5 cm	144
Figura 64. Detalle junta de expansión, espesor 17.5 cm	144
Figura 65. Muro de gravedad	147
Figura 66. Muro en gaviones	147

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Formato conteos	165
ANEXO B. Formato de encuestas	166
ANEXO C. Distribución horaria	167
ANEXO D. Sondeos Avenida Panamericana	175
ANEXO E. Carteras de localización Variante Occidental	176
ANEXO F. Transición de peralte Variante Occidental	183
ANEXO G. Carteras de curvas verticales Variante Occidental	190
ANEXO H. Cartera de chaflanes Variante Occidental	193
ANEXO I. Cartera de masas Variante Occidental	199
ANEXO J. Curvas de localización vía Ancianato – San Ezequiel	206
ANEXO K. Carteras de curvas verticales Ancianato – San Ezequiel	211
ANEXO L. Cartera de masas opción 2 Variante Occidental	215
ANEXO M. Conteos estaciones secundarias	217
ANEXO N. Planos	

GLOSARIO

ANGULO CENTRAL: ángulo interno formado por los radios extremos de una curva en planta.

ANGULO DE DEFLEXIÓN: aquel que se mide entre un alineamiento y la prolongación del alineamiento anterior; corresponde al ángulo central de la curva necesaria para entrelazar los dos alineamientos geométricos.

BERMA: son las fajas contiguas a la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros de la carretera.

BOMBEO NORMAL: pendiente Transversal de la superficie de rodadura en las tangentes de una obra vial, que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua.

CALZADA: es la parte de la corona, destinada al tránsito de vehículos y constituida por uno o más carriles.

CAPACIDAD VEHICULAR: número máximo de automotores que pueden pasar por un punto dado, en un carril o en una calzada, durante un periodo de tiempo dado normalmente una hora, bajo las condiciones prevaecientes de tránsito y estado de la vía.

CARRETERA: infraestructura de transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma.

CARRIL: es la parte de la calzada, de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

CURVA DE TRANSICIÓN: curva horizontal de una calzada, cuya característica importante es la variación del radio, que permite desarrollar gradualmente la fuerza centrífuga que actúa sobre los vehículos, cuando transitan un sector espiralizado.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD: longitud de una carretera, visible a un conductor bajo condiciones expresas.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO: se dice que un tramo de carretera tiene distancia de visibilidad de adelantamiento, cuando la distancia de visibilidad en ese tramo es suficiente para que, en condiciones de seguridad, el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro, que circula por el mismo carril a una velocidad menor, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra de adelantamiento.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: se considera como distancia de visibilidad de parada de un determinado punto de una carretera, la distancia necesaria para que el conductor de un vehículo que circula aproximadamente a la velocidad de diseño, pueda detenerlo antes de llegar a un obstáculo que aparezca en su trayectoria.

FACTOR DE HOMOTECIA: se denomina al valor que cuantifica la semejanza que existe entre las clotoides y sirve para distinguir cada una de ellas que pertenecen a una misma familia; también se denomina parámetro

HOMOTETICAS: todas las clotoides son semejantes, se diferencia una de otra de acuerdo al valor del parámetro.

JUNTA LONGITUDINAL: la que se coloca entre dos carriles adyacentes y depende generalmente de las dimensiones de los equipos de construcción.

LONGITUD DE TRANSICIÓN: corresponde a la magnitud comprendida, entre el fin de la sección transversal en bombeo normal y el comienzo de la sección con el peralte determinado para la curva circular o viceversa.

PARÁMETRO A DE LA CLOTOIDE: elemento geométrico de la clotoide que relaciona el radio y la longitud de un sector de espiral.

PASO OBLIGADO: punto que por motivos técnicos, económicos, pintorescos, políticos, estratégicos u otros se prefija como paso obligado del eje de la vía.

PENDIENTE TRANSVERSAL: pendiente del terreno o del pavimento en dirección perpendicular al eje de la carretera.

PERALTE: inclinación dada al perfil transversal de una carretera en los tramos en curva horizontal, para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre un vehículo en movimiento.

RAMPA DE PERALTE: se define como la diferencia que existe, entre la inclinación del eje longitudinal de la calzada y el borde de la misma.

SOBREANCHO: aumento en la dimensión transversal de una calzada, en las curvas de los caminos que lo requieran.

VEHÍCULOS LIVIANOS: son aquellos de cuatro (4) ruedas destinados al transporte de pocas personas o de mercancías livianas (automóviles y camperos).

VEHÍCULOS PESADOS: dentro de esta clase se consideran tres grupos de vehículos, estos son: 1. Buses y camiones de dos o tres ejes. Sus principales características son las de carecer de ejes verticales de giro y estar destinados al transporte de carga y de pasajeros en forma masiva. 2. Combinaciones de camión - tractor y semi-remolque, destinados al transporte de carga y con un eje vertical de giro. 3. Combinaciones de camión y remolque o camión-tractor, semi-remolque y remolque, destinados al transporte de carga, con uno o dos ejes verticales de giro.

VELOCIDAD DE DISEÑO: la velocidad de diseño o velocidad de proyecto de un tramo de carretera es la velocidad guía o de referencia que permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad. Por lo tanto, ella representa una referencia mínima. Se define como la máxima velocidad segura y cómoda que puede ser mantenida en una sección determinada de una vía, cuando las condiciones son tan favorables, que las características geométricas del diseño de la vía predominan.

VELOCIDAD DE OPERACIÓN: en el diseño geométrico de carreteras, se entiende como velocidad de operación de un determinado elemento geométrico, la velocidad segura y cómoda a la que un vehículo aislado circularía por él, sin condicionar la elección de la velocidad por parte del conductor ningún factor relacionado con la intensidad de tránsito, ni la meteorología, es decir, asumiendo un determinado nivel de velocidad en función de las características físicas de la vía y su entorno, apreciables por el conductor. También se interpreta la velocidad de operación como la velocidad a la que se observa que los conductores operan sus vehículos.

PAVIMENTO: toda la estructura que descansa sobre el terreno de fundación y que se halla formada por las diferentes capas: sub-base y capa de rodamiento.

MEJORAMIENTO: poner una condición en un grado ventajoso respecto del que antes se tenía.

FENÓMENO DE PUMPING: consiste en la expulsión del material fino con agua a través de las juntas o grietas del pavimento. Bajo la acción de las cargas pesadas, el agua que se pueda estar alojada entre el apoyo del pavimento y la losa de concreto es arrojada bruscamente al exterior por la junta o fisura, arrastrando los materiales finos de los suelos granulares. La aplicación repetida de las cargas origina socavación lo que obliga a las losas a trabajar en voladizo y con ello una aceleración de la fatiga del concreto.

VEHÍCULOS COMERCIALES: son aquellos de más de 5 toneladas de capacidad, tales como buses, camiones, remolques, etc.

REMOLQUE: vehículo no motorizado con capacidad superior a 2 toneladas, destinado a ser halado por un camión, sin que transmita carga a los ejes de este último.

EJE SIMPLE: ensamble de 2 o 4 llantas unidas entre sí por una línea de rotación (línea perpendicular al eje del vehículo que une los centros de 2 o más llantas colocadas en lados opuestos del mismo).

EJE TANDEM: eje conformado por 2 líneas de rotación cuya separación sea mayor de 1.00 metro y menor de 1.60 metros; que estén articulados por un dispositivo común que incluya un sistema efectivo de compensación para las cargas transmitidas a cada una de ellas.

EJE TRIDEM: eje conformado por 3 líneas de rotación articuladas por un dispositivo común que incluya un sistema efectivo de compensación para las cargas transmitidas a cada una de ellas y cuya separación entre las líneas de rotación externas del grupo se encuentre entre 2 y 3.20 metros.

EJE EQUIVALENTE: es aquel que reemplaza el sistema de ejes produciendo el mismo daño. Para su cálculo hay que utilizar factores de equivalencia.

FACTOR CAMIÓN GLOBAL: es el daño que se ocasiona en un pavimento dado por el paso de un vehículo comercial con unas características específicas, se conoce también como factor de daño. También puede expresarse como el número por el cual debe multiplicarse cualquier cantidad de vehículos comerciales para convertirlos a ejes simples equivalentes (carga estándar).

FACTOR CAMIÓN: similar al factor camión global, pero en este caso se considera el paso de camiones.

FACTOR BUS: similar al factor camión, pero en este caso se considera el paso de buses.

VOLUMEN DE TRÁNSITO: es el número de vehículos que pasan (en ambas direcciones) por una sección de vía durante un periodo específico de tiempo. Puede ser horario, diario o semanal.

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO: es el volumen de tránsito durante un periodo de tiempo, dividido por el número de días del periodo. Se conoce con la abreviatura de TPD. Según el periodo utilizado para medir el volumen de tránsito, el tránsito promedio diario, será semanal, mensual y anual respectivamente: TPDS, TPDM Y TPDA.

TRÁNSITO NORMAL O EXISTENTE: es el tránsito que utiliza la vía existente antes de ser pavimentada.

TRÁNSITO DESVIADO O ATRAIDO: es el tránsito que cambia, de otras carreteras a la que tienen el pavimento nuevo, pero sigue viajando entre el mismo origen y destino. Se considera que crece a la misma tasa que el de la carretera de la cual se desvía.

TRÁNSITO GENERADO: es el tránsito que resulta de la mejora de la vía con el nuevo pavimento. Puede predecirse por medio de relaciones de demanda.

TRÁNSITO INDUCIDO: es la suma del tránsito desviado y del tránsito generado.

TRÁNSITO INICIAL: es la suma del tránsito normal más el tráfico inducido.

INCREMENTO NORMAL DEL TRANSITO: es el aumento del volumen de tránsito originado por el crecimiento de la población y el mayor uso del vehículo.

FACTOR DE PROYECCIÓN DEL TRANSITO: es la relación entre el tránsito futuro y el tránsito inicial.

RESUMEN

Este proyecto de pasantía que lleva por nombre “Apoyo técnico al diseño de la vía Perimetral Occidental tramo Catambuco, Jongovito, C.A.M., Anganoy y Universidad de Nariño y diseño de pavimento vía Ancianato – San Ezequiel”, Secretaria de Planeación Municipal – Alcaldía de Pasto tiene por objeto servir como un ente de asesoramiento en la formulación y toma de decisiones en la presentación de una propuesta preliminar de la variante de la vía Panamericana y la propuesta definitiva de la vía urbana antes citada con su respectivo diseño de pavimento.

La Secretaria de Planeación Municipal quiere presentar una propuesta para el diseño de la variante occidental en el tramo comprendido entre el corregimiento de Catambuco y la Universidad de Nariño – sede Torobajo, teniendo en cuenta que las vías existentes deben ser la guía para la selección de la ruta.

Para la segunda parte del proyecto, se vincularon la Secretaria de Planeación y el Instituto de Valorización Municipal para llevar a cabo el diseño del pavimento de la vía San Ezequiel- Ancianato, que actualmente se encuentra destapada y sin diseño de intersecciones en las calles del barrio.

Estos proyectos contribuirán en el futuro beneficiando aspectos importantes del municipio como son ambiental, económico, técnico, social, de movilidad vial e infraestructura vial.

Este trabajo enfatiza los procesos de diseño, investigación y tratamientos de diferentes alternativas para el diseño geométrico de vías, así como también los requisitos y actividades necesarias para el diseño de pavimentos rígidos, e intersecciones no semaforizadas.

ABSTRACT

This student teacher project named “Technical support to the west Perimetral Catambuco, Jongovito, C.A.M., Anganoy and University of Nariño – Torobajo plot of ground desing and the retirement home – San Ezequiel paving design” has to do with the fact of serving as an advisor in the formulation and making of decisions in the presentation of a preliminary proposal of the variant of the Panamericana way and the definitive proposal of the urban way already named with its respective design of paving.

The municipal Planning Secretary wants to present a proposal for the west variant design in the plot of ground that is between Catambuco and the University of Nariño – Torobajo it is necessary to take into account that the existing roads must be the guide for selecting the routes.

For the second part of the project the Planning Secretary and the Municipal Valorization Institute janed in order to carry out the paving design of the San Ezequiel – retirement home way, which is actually top off and without the design of intersections in the streets of the neighborhood.

In the future, this projects are going to improve the city by the way of its environmental, economical, technical, social, understructure and movility ways.

This work emphasizes the processes of design, research and treatments of the different alternatives for the geometrical design of the roads, as soon as the requirements and necessary activities for rigid paving designs and non semaphorized intersections.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el desarrollo de las comunidades se mide por la calidad de sus vías de comunicación. Calidad que se puede dividir en las diversas etapas de construcción de una vía, como son el proyecto, la investigación geológica, geotécnica, el diseño geométrico y la elección de la mejor alternativa en cuanto a costos y funcionamiento.

Hoy nuestras ciudades sufren de un mal difícil de solucionar, la mala calidad en la construcción de sus vías por deficiencias en su diseño y construcción, o en su defecto, por la mala calidad de los materiales utilizados, sin dejar atrás un factor muy importante como es el crecimiento demográfico que incrementa notablemente la demanda de una vía.

El desarrollo de este proyecto permite aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera para ayudar a plantear una alternativa optima que se ajuste a la normatividad que actualmente rige el diseño de vías, por otro lado permite determinar la factibilidad de una ruta seleccionada identificando las ventajas y desventajas que la vía presenta a su paso, haciendo las respectivas recomendaciones para que se ponga en marcha una alternativa definitiva.

Teniendo en cuenta estas consideraciones el objeto de este proyecto es presentar un estudio detallado en fase preliminar de la variante occidental que contiene en primer lugar un estudio de transito con el que se analiza la necesidad de proyectar la nueva vía, seguidamente la identificación de la ruta que tiene como parámetros la utilización de las vías existentes y el aislamiento de la ciudad con el sector rural, concluyendo con el diseño en planta y perfil de la vía ajustado a las especificaciones requeridas por este tipo de proyectos, las conclusiones y recomendaciones correspondientes al finalizar el estudio.

En el segundo proyecto se realiza el diseño definitivo del pavimento y las intersecciones de una vía urbana de pasto con sus respectivas especificaciones y actividades preliminares como son el levantamiento topográfico y el estudio de suelos para llegar a finalizar en la determinación del espesor de la losa y la elaboración de un presupuesto aproximado de la obra.

1. JUSTIFICACIÓN

Toda obra de ingeniería debe tener una supervisión y planificación calificada para alcanzar la excelencia, desde que se proyecta en el escritorio, se debe prever los alcances, beneficios, perjuicios y todos los factores que influyen en la toma de una decisión definitiva sobre el proyecto.

De esta forma el apoyo técnico al diseño vía perimetral occidental se convierte en una etapa fundamental de este proyecto, porque al llevar de la forma mas responsable y adecuada un estudio de Fase I se lograra llegar a una visión critica de la opción seleccionada por el departamento administrativo de planeación municipal, para poder tomar así las decisiones mas apropiadas en la ejecución e inversión definitiva teniendo en cuenta que en esta etapa los estudios y diseños realizados son muy confiables porque se han aplicado los diferentes conocimientos de la ingeniería y en particular del diseño geométrico de vías

La realización de este trabajo brinda a la ciudadanía de Pasto una alternativa, que puede ser tomada como ruta de un proyecto tan importante para la ciudad que con su realización elevaría el nivel social y la calidad de vida, además se consigue un diseño basado en criterios profesionales ajustados a la realidad y. brinda a los futuros ingenieros la posibilidad de acercamiento a la comunidad, para conocer la problemática generada alrededor de la infraestructura vial y la congestión vehicular.

El proyecto es de carácter importante en el municipio de San Juan de Pasto, la magnitud y el alcance del mismo lo sitúan como propuesta de interés para la población y los vehículos propios e impropios del municipio razón por la cual se debe llevar en la forma mas responsable haciendo los respectivos estudios del ciclo de un proyecto con el fin de determinar la posibilidad de llevar acabo el trazado vial, para ello se aplican criterios importantes de la ingeniería que permiten obtener una conclusión acertada y confiable, paralelamente a este proyecto el diseño del pavimento en la vía Ancianato – San Ezequiel permite el acercamiento y análisis de un tipo vía diferente al anterior por su característica urbana, complementándose así las bases teóricas con las determinaciones que se deben tomar en la vida laboral contribuyendo así al buen desarrollo de estos proyectos viales del municipio de pasto.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GENERALES

- Prestar apoyo técnico en la formulación, planteamiento y determinación de la factibilidad de una alternativa para el diseño de la vía Perimetral Occidental por la ruta seleccionada por el departamento administrativo de planeación municipal.
- Prestar apoyo técnico en el proyecto de pavimentación de la vía urbana comprendida entre los barrios San Ezequiel, Carlos Pizarro, ancianato

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.2.1 Vía Perimetral Occidental.

- ❖ Identificar los factores que determinan el tipo de vía que se va a construir y las necesidades por las que se plantea el proyecto
- ❖ Trazar las distintas líneas de ceros sobre la franja seleccionada y seleccionar la mejor opción
- ❖ Realizar un diseño preliminar de la vía en planta y en perfil
- ❖ Identificar predios afectados y hacer un estudio sobre el valor económico de los mismos
- ❖ Identificar obras de arte requeridas en el proyecto tales como alcantarillas y puentes.
- ❖ Prediseñar dimensionalmente las estructuras
- ❖ Identificar obras de protección ambiental
- ❖ Identificar y diseñar esquemáticamente los cruces viales
- ❖ Elaborar un presupuesto aproximado en lo que se refiere a compra de predios y movimiento de tierras

- ❖ Asesorar en la toma de decisiones respecto al proyecto, al Departamento Administrativo de Planeación Municipal

2.2.2 Vía Ancianato – San Ezequiel.

- ❖ Realizar el levantamiento topográfico de la vía afirmada
- ❖ Realizar estudio de Suelos
- ❖ Identificar las redes hidráulicas, sanitarias eléctricas y telefónicas existentes
- ❖ Diseñar el pavimento
- ❖ Identificar las obras de arte requeridas
- ❖ Realizar un presupuesto aproximado

3. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE PASTO

3.1 ASPECTO HISTÓRICO

La antigua Villaviciosa de la Concepción de Pasto, hoy San Juan de Pasto fue fundada en el año 1537 en la población actual de Yaquanquer, hecho que se atribuye a los españoles Sebastián de Belalcazar y Lorenzo de Aldana; sin existir hasta ahora una definición concreta ni precisa sobre el autor de su fundación.

San Juan de Pasto es una de las ciudades más antiguas de Colombia. En la época de la colonia permaneció aislada del resto del país, por lo cual los lazos comerciales y culturales se estrecharon hacia el sur; posteriormente, las luchas por la independencia le abrieron el camino para su vinculación con el centro y norte del país.

La ciudad de San Juan de Pasto es la capital oficial de Nariño desde el año 1904.

3.2 ASPECTO FÍSICO Y GEOGRÁFICO

3.2.1 Localización. La ciudad de san Juan de Pasto esta situada a 1° 13' de latitud norte y a 3° 12' de longitud oeste al Meridiano de Bogota. Figura 1.

Su altura sobre el nivel del mar es de 2490 m.s.n.m; clima de 14° centígrados; presión barométrica de 558 mm de mercurio y se encuentra a una distancia de 795 Km. de Santa Fe de Bogota.

Limita al norte con Chachagui y Buesaco, al sur con Tangua, al este con el departamento del Putumayo y al oeste con la Florida, Consacá y Yacuanquer.

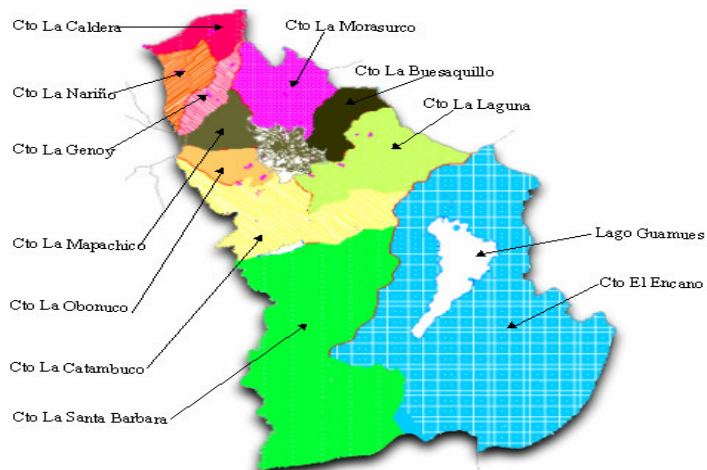
3.2.2 Extensión. El municipio de Pasto tiene una superficie aproximada de 1194 Km², está conformado por 12 corregimientos que son: Catambuco, Genoy, Mapachico, Cabrera, Obonuco, Santa Bárbara, La Laguna, Buesaquilo, Morasurco, El Encano, Gualmatan y La Caldera. El área de la ciudad de Pasto es aproximadamente 2368.17 Hectáreas, la ubicación en el departamento al igual que su territorio se muestra en los siguientes Figuras.

Figura 1. Ubicación en el departamento



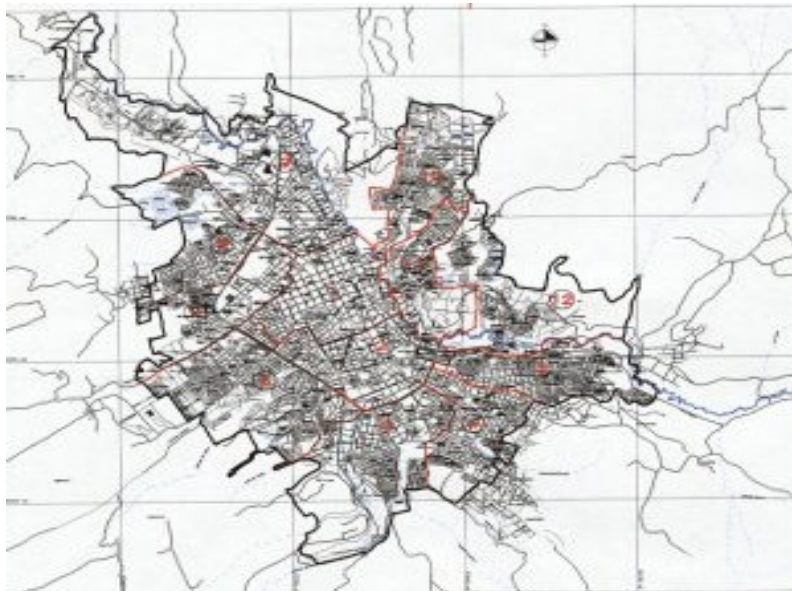
Fuente: Plan de Ordenamiento territorial, febrero 2003, Pasto.

Figura 2. Mapa general del municipio y división política administrativa



Fuente: Plan de Ordenamiento territorial, febrero 2003, Pasto.

Figura 3. Comunas y barrios



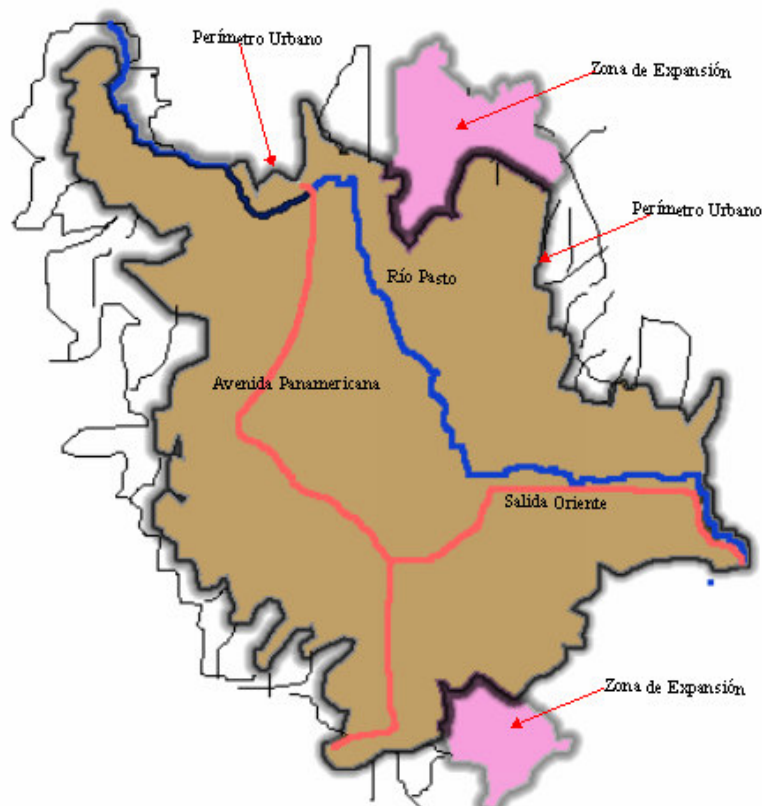
Fuente: Plan de Ordenamiento territorial, febrero 2003, Pasto.

3.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

3.3.1 Uso del suelo. La característica dominante en las actividades en San Juan de Pasto es la fuerte aglomeración de usos comerciales y de servicios en el centro de la ciudad, la vivienda como uso único de los predios tiende a desaparecer.

El área no urbanizada dentro del perímetro urbano representa alrededor del 16%. Es importante anotar que esos terrenos generan discontinuidad en las redes viales y de infraestructura; influyen de forma directa en el incremento de los costos de transportes y servicios y es causa de la expansión incontrolada. Las clases de uso de suelo que se presentan en el territorio del municipio de Pasto son el suelo urbano, rural y de expansión urbana; dentro de ellas, se establecen unas subcategorías que corresponden a suelo suburbano y de protección, los diferentes usos de suelo se muestran en la Figura 6.

Figura 4. Zonas de expansión



Fuente: Plan de Ordenamiento territorial, febrero 2003, Pasto.

3.4 POBLACIÓN

Según los datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, se infiere que la población actual de Pasto es de 424283 habitantes como aparece en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Población Municipio de Pasto proyección 1996 – 2005

SECTOR	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Urbano	308.158	316.172	324.234	332.396	340.474	348.650	356.867	365.121	373.405	381.712
Rural	44.325	44.970	45.595	40.185	40.626	41.055	41.466	41.855	42.224	42.571
TOTAL	352.483	361.142	369.829	372.581	381.100	389.705	398.333	406.976	415.629	424.283

Fuente: Estadísticas Demográficas. Departamento Administrativo Nacional de estadísticas.

3.5 INFRAESTRUCTURA VIAL

En una forma general se describen las vías del Departamento que cuenta con 6.518,8 Km. de redes viales, de los cuales 763,8 Km. (12%) se encuentran pavimentados en un 80% y están a cargo del Gobierno Nacional; 1.700 Km. – (26% del total) están a cargo de Departamento; y 2.500 Km. (38%) están a cargo de los municipios. Estos últimos muestran índices inferiores al 5% en pavimentación. Figura 7.

Figura 5. Red vial de Nariño



Fuente: Instituto Nacional de Vías. Regional Nariño.

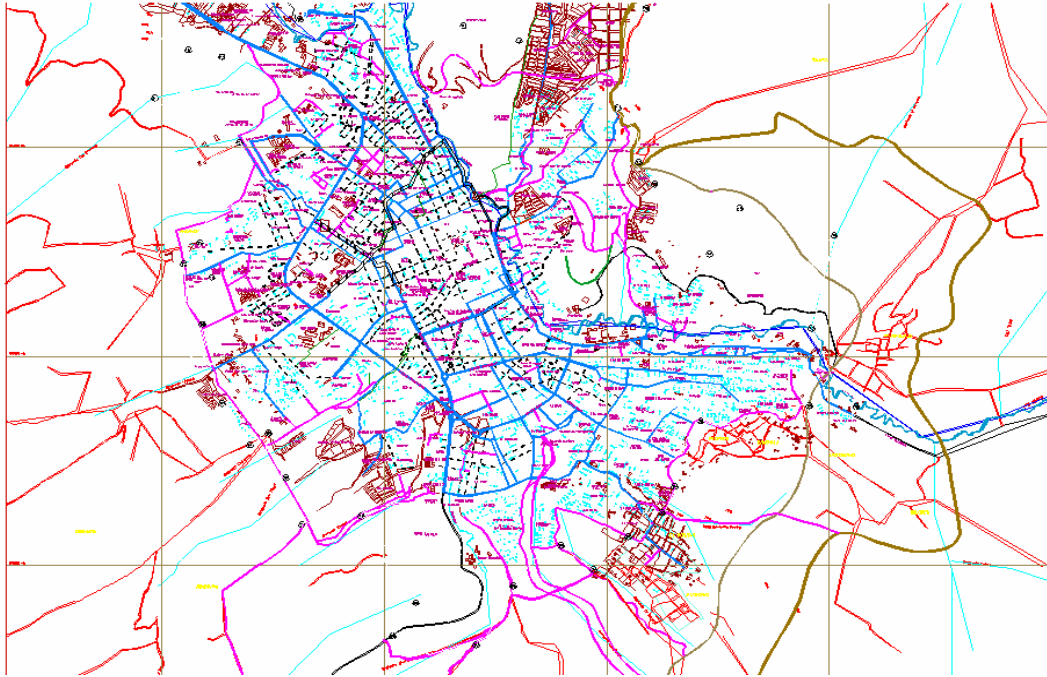
Las principales vías de acceso e interconexión del Departamento son las siguientes: Tumaco – Pasto como salida al mar para Nariño; Putumayo, Caquetá y Amazonas. El puerto de Tumaco moviliza 28 millones de toneladas anuales, de las cuales el 97% corresponde a exportación de crudo. Pasto – Ipiales como vía por excelencia para llegar a Ecuador. Es el eje comercial con los países de la Comunidad Andina. Pasto – Cali – Bogotá como enlace hacia el interior de Colombia a través de los departamentos de Cauca y Valle del Cauca.

La característica más relevante de la red vial de Pasto es su marcada discontinuidad; los diferentes recorridos presentan saturación en las pocas vías continuas situación agravada, por el deterioro estructural, y el deficiente mantenimiento de las mismas.

Adicionalmente al incremento en el número de vehículos y las bajas especificaciones del diseño vial, los problemas de tránsito son derivados de problemas administrativos por cuanto el Municipio apenas ha asumido el manejo,

control y planificación del transporte. El sistema vial de pasto esta constituido por las siguientes vías, Figura 8.

Figura 6. Red vial del Municipio



Fuente: Plan de ordenamiento Territorial, febrero 2003, Pasto.

Dentro del Municipio, la red de vías principales esta conformado por los siguientes tipos:

3.5.1 Red de vías principales. Conforman la red vial básica de la ciudad, facilita el movimiento de grandes volúmenes entre el municipio y su entorno y al interior del mismo.

3.5.1.1 Vías rápidas. Son vías bidireccionales divididas con control total de accesos, separación de flujos conflictivos y que no permiten la comunicación directa con propiedades colindantes. Unen a la ciudad con puntos cercanos y sus intersecciones son a distinto nivel.

3.5.1.2 Vía arteria mayor. Permiten la movilidad e integración entre las áreas urbanas y suburbanas todos los movimientos de transito de larga distancia deben canalizarse a través de estas vías, son divididas, bidireccionales, con control total o parcial de accesos. Esta red esta conformada por la Avenida Panamericana,

Chapal y Chile en la parte occidental y oriental conformada por las Avenidas Colombia, Santander, Oriental y los Estudiantes.

3.5.1.3 Vías arterias menores. Distribuyen el tránsito entre área urbana con uso claramente definido y libre de tránsito extraño. Su función es alimentar las vías arterias mayores y las colectoras. Con frecuencia se combinan entre si formando el sistema que mueve el tránsito.

3.5.1.4 Red de vías secundarias. Son las que ligan las calles arteriales con las calles locales, proporcionan movilidad y acceso a las propiedades colindantes. Son el vínculo entre las vías arterias menores y las vías locales.

La distribución y localización de las vías colectoras debe coincidir con los corredores de transporte público y pueden ser al mismo tiempo corredores barriales.

3.5.1.5 Red de vías locales. Estas vías proporcionan acceso directo a propiedades, facilitando el tránsito local y en ocasiones el transporte público. Debe garantizar la continuidad de la trama urbana, integrando los nuevos desarrollos a un sistema vial continuo. Se pueden clasificar en:

- Vías locales vehiculares: Son las vías de acceso principal a los barrios destinadas al tránsito vehicular a velocidades bajas, pueden ser usadas para el tránsito público o colectivo siempre y cuando se conectan directamente con las vías colectoras.
- Vías locales II: Son las vías internas de comunicación de urbanizaciones y barrios
- Vías semipeatonales: Son las vías donde predomina el uso peatonal permitiéndose solamente un carril.
- Vías peatonales: Están destinadas al uso peatonal y permiten la circulación restringida de vehículos automotores. En áreas exclusivamente residenciales o con tratamiento de conservación no deben tener longitudes mayores a 10 mts.
- Vías centro fundacional: son las calles de centro histórico trazadas en estructura ortogonal.
- Vías centro fundacional modificadas: Son las calles de centro histórico con ampliación de andenes y nuevos paramentos.

Las especificaciones principales del sistema vial jerarquizado son reglamentadas por el Departamento Administrativo de Planeación dentro de la parte urbana y en vías intermunicipales son fijadas por el INVIAS.

4. ETAPAS DEL PROYECTO

El proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno es lo que se conoce como diseño geométrico de la vía, en este intervienen principalmente las relaciones posibles entre la vía, el vehículo y el conductor que son los tres elementos que intervienen en la operación de transportar.

El diseño de una vía inicia con la concepción de la idea, en el momento en que se identifica el problema o necesidad por solucionar y termina en el momento en que se logra solucionar o satisfacer dicha necesidad alcanzando así los objetivos esperados por el proyecto.

Las diferentes etapas por las que debe pasar el proyecto es lo que se llama ciclo del proyecto. Estas etapas son: preinversión, inversión y operación. Figura 9.

4.1 ETAPA DE PREINVERSIÓN

En ella se realizan todos los estudios necesarios para tomar la decisión de realizar o no el proyecto. Tiene por objeto examinar la viabilidad del proyecto de carretera mediante la identificación del mismo, la preparación de su información técnica, financiera, económica y ambiental, el cálculo de cantidades de obra, de costos y beneficios, y la preparación de los bosquejos o anteproyectos que se requieran. Durante esta etapa, a partir de la idea del proyecto de carretera, se desarrollan los denominados estudios de preinversión, a saber:

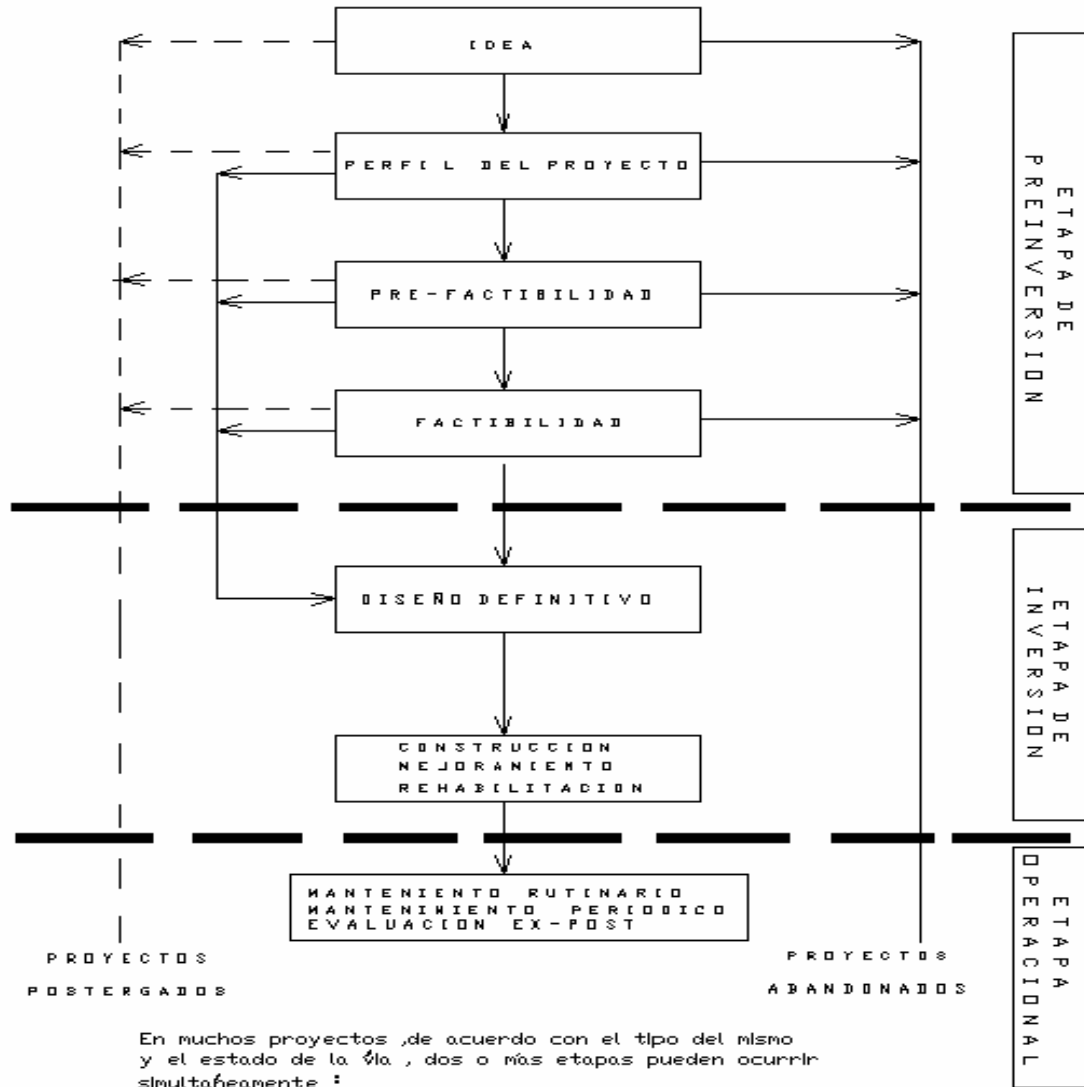
- Perfil del proyecto
- Estudio de prefactibilidad (fase I)
- Estudio de factibilidad (fase II)

En este caso, el estudio corresponde a la fase uno, donde se trata de determinar la viabilidad del proyecto, las necesidades que lo motivan y la influencia que tiene sobre el municipio.

La idea del proyecto que consiste en identificar de forma muy preliminar la necesidad o problema existente y las acciones mediante las cuales se podría solucionar, se deriva de planes generales de desarrollo económico y social, de políticas generales, de planes sectoriales (Plan del Sector Transporte, por ejemplo), de otros proyectos o estudios o porque puede parecer atractivo emprender el proyecto. La idea, adecuadamente presentada, servirá de base para decidir acerca de la conveniencia de emprender estudios adicionales.

Este proyecto nace con la idea de descongestionar la actual Avenida Panamericana que se ve afectada con la interacción de vehículos de paso y urbanos dentro de un mismo escenario provocando problemas de accidentalidad y movilidad vial.

Figura 7. Ciclo de un proyecto



Fuente: Manual de Diseño Geométrico del INVIAS.

De acuerdo con este problema, se debe reunir la información de origen secundario (proyectos similares, mercados, beneficiarios, aspectos ambientales, por ejemplo); verificar todas las alternativas del proyecto y estimar sus costos y beneficios de manera preliminar; descartar algunas (o todas) de las alternativas y plantear cuáles son susceptibles de estudios más detallados.

4.2 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Es un proceso de descarte de alternativas y estudio de una, dos, o más de las mismas. En una primera parte se establece un diagnóstico económico preliminar y se definen las grandes orientaciones de los estudios técnicos, financieros, económicos y ambientales del proyecto. Posteriormente, se seleccionan las soluciones por evaluar, coordinando aspectos técnicos, financieros, económicos y ambientales (los técnicos basados principalmente en información existente: fotografías aéreas, restituciones, mapas, carteras de tránsito, otros; y el mínimo necesario de actividades y trabajos de campo). Más tarde se estiman costos y beneficios de cada una de las soluciones, se comparan éstas entre sí y con "una solución de referencia" (Alternativa sin Proyecto), sobre la base de indicadores económicos (relación beneficio - costo, tasa interna de retorno), se eliminan las soluciones menos convenientes, para reducir el estudio a una, preferentemente, o dos, si así se justifica, en la etapa siguiente o de estudio de factibilidad.

En general, a todo proyecto de carretera se le debe adelantar el estudio de prefactibilidad, con el fin de tener la información que permita al nivel decisorio de la entidad dueña del proyecto adoptar cualquiera de los tres siguientes caminos: efectuar la evaluación final y decidir invertir en la carretera; es decir, pasar a la etapa de inversión; descartar el proyecto u ordenar la realización del estudio de factibilidad.

4.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Consiste en perfeccionar la alternativa recomendada en la prefactibilidad, tiene por objeto reducir al máximo la incertidumbre asociada con el proyecto de inversión en la carretera. En general, aquí se afinan los estudios de las soluciones, o se amplían los aspectos tanto técnicos como financieros, económicos y ambientales, con el fin de recomendar lo más conveniente y óptimo para la comunidad.

Siguiendo los puntos anteriormente descritos y teniendo en cuenta que la vía tiene su justificación se debe analizar si los gastos que ocasiona su construcción compensan los beneficios económicos y sociales que el proyecto produzca si se pone al servicio.

4.3.1 Descripción fase I. El objeto de esta fase es elegir dos o tres soluciones más apropiadas. Para el caso de este proyecto se toma una segunda opción, pues el diseño de la variante occidental se ha realizado previamente por una ruta diferente a la que se propone en este trabajo, esta ruta une los corregimientos de Catambuco, Obonuco, en su parte urbana y la parte rural del corregimiento de Mapachico, atravesando diferentes veredas entre ellas Jongovito, Anganoy, Briceño entre otras.

Figura 8. Corregimiento de Catambuco



Figura 9. Corregimiento de Obonuco



Figura 10. Barrio Anganoy



4.3.2 Estudio sobre documentos. Para iniciar el proyecto, se recolectó toda la información posible en cuanto a su ubicación y los puntos que va a unir así como también las condiciones socioeconómicas que justifican la necesidad de la vía. Sobre la información recolectada que corresponde a mapas y fotografías aéreas se realizó el trazado de la ruta a seguir teniendo en cuenta que esta ruta tome la mayor parte de caminos existentes y que pase por las cabeceras corregimentales de Catambuco, Obonuco, Jongovito y Anganoy; además, se debe tener en cuenta que los barrios periféricos queden por dentro de la vía, pues esta se proyecta como barrera para delimitar la expansión de la ciudad hacia el occidente. Sobre los corregimientos afectados por el proyecto se tienen las siguientes características generales, Cuadro 2.

Cuadro 2. Corregimientos afectados por el proyecto.

	LIMITES	VEREDAS
CATAMBUCO	Norte: Corregimiento de Gualmatan y perímetro Urbano. Sur: Corregimiento Santa Bárbara. Oriente: Corregimientos de la Laguna y el Encano. Occidente: Municipio de Tangua.	Catambuco Centro, El Campanero, Bellavista, La Merced, Botanilla, La Victoria, Botana, San Antonio, Guadalupe, San José de Casanare, San Antonio de Casanare, Chávez, Alto Casanare, San José de Catambuco, Cruz de Amarillo, Santa María, Cubijan Bajo, Cubijan Alto, Fray Ezequiel, san Isidro.
GUALMATAN	Norte: Corregimiento de Obonuco y perímetro Urbano. Sur: Corregimiento de Catambuco y municipio de Tangua. Oriente: Corregimiento de Catambuco y perímetro Urbano. Occidente: Municipio de Tangua.	Huertecilla, Nueva Betania, Vocacional, Gualmatan Alto, Gualmatan Bajo y Gualmatan Centro, Avenida Fátima.
OBONUCO	Norte: Corregimiento de Mapachico y perímetro Urbano. Sur: Corregimiento de Gualmatán. Oriente: Área urbana del municipio. Occidente: Municipio de Tangua y Yacuanquer.	Santander, San Felipe, San Antonio, Bellavista, Jongovito.
MAPACHICO	Norte: Corregimiento de Genoy y Morasurco. Sur: Corregimiento de Obonuco y Perímetro Urbano. Oriente: Área urbana del municipio y Corregimiento de Morasurco. Occidente: Municipios de Sandoná y Cosacá.	Villa María, El Rosal, Briceño, La Victoria, San Cayetano, San Francisco Briceño, Los Lirios, San Juan de Angonoy y Anganoy.

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial, febrero 2003, Pasto.

Figura 11. Esquema de la vía



4.3.3 Reconocimiento del terreno. Identificada claramente la ruta en documentos se procede a recorrerla para observar los puntos de paso obligado, la topografía del terreno, los puntos críticos, los predios afectados, los cursos de agua y todos aquellos factores que influyen en el proyecto positiva o negativamente.

4.3.4 Descripción general de la ruta del proyecto. Las Visitas de reconocimiento de la zona del proyecto son una de las labores más importantes en esta etapa, se procede a realizar una revisión y verificación de los elementos que conforman la vía existente, es decir, elaborar una descripción de la vía actual, que desde el punto de vista del diseño geométrico permita formar una idea clara de las condiciones reales de la vía (conocer la topografía, curvatura, pendientes y obras viales necesarias).

Con la realización del recorrido, se identificó que la topografía del terreno es bastante irregular y que pasa por todos los tipos de terreno especificados en el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS, identificando que predomina el terreno montañoso a lo largo de la franja seleccionada; por otro lado, se identificaron pequeños cursos de agua en grandes depresiones (cañones) correspondientes a

las quebradas Catambuco, Gualmatán, Mijitayo y El Cuscungo. Se puede hacer un análisis preliminar considerando los factores descritos, además de los usos del terreno y actividades económicas a las que se dedican los pobladores de la zona como son la agricultura y la ganadería, pues el desarrollo del proyecto en el futuro modificará estas actividades y el valor de los predios.

En este tramo se encuentra el Corregimiento de Obonuco, donde la vía pasa por la parte inferior del poblado siguiendo la pendiente del terreno. Como puntos importantes, se pueden citar el Estadio de la Pastusidad y la finca de Corpoica, hasta encontrar una pequeña depresión en la quebrada Mijitayo, en el cual también se debe proyectar el diseño de un puente. En el siguiente tramo, se observa que la tierras son menos productivas, dedicadas principalmente al cultivo de trigo, las cuales tienen pendientes suaves, hasta llegar a un punto ubicado sobre el Centro Administrativo Municipal, C.A.M, donde las pendientes empiezan a subir bruscamente. Adicionalmente se presenta un problema de tipo social pues la vía mencionada atraviesa el poblado de Anganoy, afectando, además de los predios, muchas de las construcciones que se encuentran habitadas, por lo cual se debe pensar en la reubicación en el momento en el que el proyecto se ponga en marcha.

En la secuencia fotográfica se muestran algunos puntos importantes del tercer tramo del proyecto ubicado entre el corregimiento de Obonuco y el barrio Anganoy.

Figura 12. Vias existentes corregimiento de Obonuco



Figuras 13. Sector Mijitayo-C.A.M



Figuras 14. Vías existentes Barrio Anganoy



5. CONTROLES DE DISEÑO

5.1 EL TRÁNSITO

Los datos sobre tránsito y las características de los vehículos que utilizan las vías son uno de los controles primordiales para el estudio y el diseño de carreteras pues definen las características básicas del proyecto.

Antes de empezar el diseño de una vía, es necesario establecer su clasificación, puesto que ella indicará el orden de magnitud de la mayoría de los factores que se utilizan en el diseño.

Los elementos que debe reunir un diseño funcional son, entre otros, la velocidad de los vehículos, el espacio, el tiempo, las características de los vehículos, alineamientos horizontales y todos los factores que justifiquen la inversión.

Una carretera importante no quedará bien diseñada, localizada, si no se posee la suficiente información sobre los siguientes aspectos:

5.1.1 El volumen y la composición del tránsito. Consiste en la identificación del número y tipo de vehículos que circulan o circularían en la vía a diseñar o mejorar.

Para la determinación de este parámetro se realizaron conteos en diferentes estaciones consideradas por su influencia directa en el diseño vial, dichas estaciones son:

1. Catambuco
2. Chimayoy
3. Sena
4. Briceño

Los dos primeros puntos tienen relación directa con el proyecto, pues son parte integrante de la vía Panamericana; los otros dos puntos se toman pues son estratégicos para identificar el tránsito proveniente de poblados y municipios que puede ser atraído por este proyecto.

Figura 15. Aforo vehicular



De igual manera se realizaron sondeos sobre la avenida Panamericana, para identificar el problema de congestión causado por movilidad urbana que interactúa tanto con los vehículos de paso como con los vehículos propios de la ciudad, generando dificultades en el acceso, accidentalidad, entre otros.

Los puntos específicos escogidos para el sondeo son:

1. Chapalito
2. Calle 15
3. Chapultepec

El primer y tercer punto corresponden a la entrada y la salida de la ciudad en cualquier sentido de la Avenida Panamericana, el segundo punto es ubicado en el centro de la ciudad para poder observar el tránsito de la Panamericana y el tránsito urbano.

Para realizar estos conteos, se utilizaron formatos proporcionados por el Instituto Nacional de Vías, INVIAS, donde se dividen los vehículos en 7 categorías dependiendo del número de ejes y capacidad de carga. Anexo A.

Se consideró para el estudio de tránsito una semana; identificando de esta manera los días de mas alto tránsito (Lunes y Viernes), y otros de menor flujo vehicular correspondientes a los demás días de la semana. Para los puntos secundarios, Briceño y SENA se tomó como día de mayor tránsito el Jueves y Lunes, porque son los días en que los habitantes de los municipios cercanos llegan a la ciudad para realizar diferentes actividades. Con el conocimiento de datos sobre volumen de tránsito, se realizó un estudio origen – destino, tomando una muestra

significativa de la población vehicular. El objetivo del estudio es determinar la cantidad y tipo de vehículos que en un futuro utilizarían la vía, proyectando dichos datos y analizando las condiciones socio – económicas que motivan los diferentes viajes. Anexo B.

Para conocer el porcentaje muestral a encuestar se utilizó la siguiente fórmula tomada de la Secretaría de Tránsito y Transporte Municipal:

$$n = \frac{Z * \left(\frac{\alpha}{Z}\right)^2 * \frac{P * Q}{\epsilon^2}}{1 + \left(Z * \left(\frac{\alpha}{Z}\right)^2 * \frac{P * Q}{\epsilon^2}\right) * \frac{1}{N}}$$

Donde,

n = Porcentaje muestral

Z = 1.96

$\frac{\alpha}{Z}$ = Tendencia Central

1 - α = 95%

α = 5%

P = Vehículos de paso (Proporción) = 0.5

Q = Vehículos que llegan a la ciudad (Proporción) = 0.5

ϵ^2 = Porcentaje de error = 5%

N = Número de vehículos contados.

Con la aplicación de esta formula se obtiene un 5% como muestra que se debe encuestar, así se obtiene el numero de vehículos de cada categoría que se debe encuestar. Tabla 3.

El estudio origen – destino se realizó con la colaboración de la Secretaría de Tránsito y Transporte y La Secretaría de Planeación en conjunto con La Guardia de Tránsito Municipal.

Cuadro 3. Porcentaje de vehículos a encuestar

EST. No.	SECTOR	FECHA	No. VEH.	PORCENTAJE MUESTRAL ¹ %	Total Enc. ²	No. DE ENCUESTAS REALIZADAS
1	Catambuco	19/08/2004	6010	2,6	154	381
		23/08/2004	6503	2,6	166	
2	Chimayoy	04/08/2004	4084	2,6	105	298
		09/08/2004	3588	2,6	92	
3	Sena	17/08/2004	3037	2,5	78	186
		18/08/2004	2669	2,6	69	
4	Briceño	02/08/2004	2052	2,5	53	172
		12/08/2004	1707	2,6	44	

¹ Por seguridad se toma un porcentaje muestral a encuestar equivalente al 5%

² Para realizar las encuestas, solo se tiene en cuenta el día pico

Figura 16. Estudio origen - destino Chimayoy



Con el procesamiento de datos, se obtiene el Tránsito Promedio Diario (TPD), que representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido entre el periodo en estudio, es decir el volumen de tránsito por día. Este valor se confronta con la serie histórica y composición de Tránsito Promedio Diario Semanal para el departamento de Nariño; datos encontrados en INVIAS, Cuadro 4.

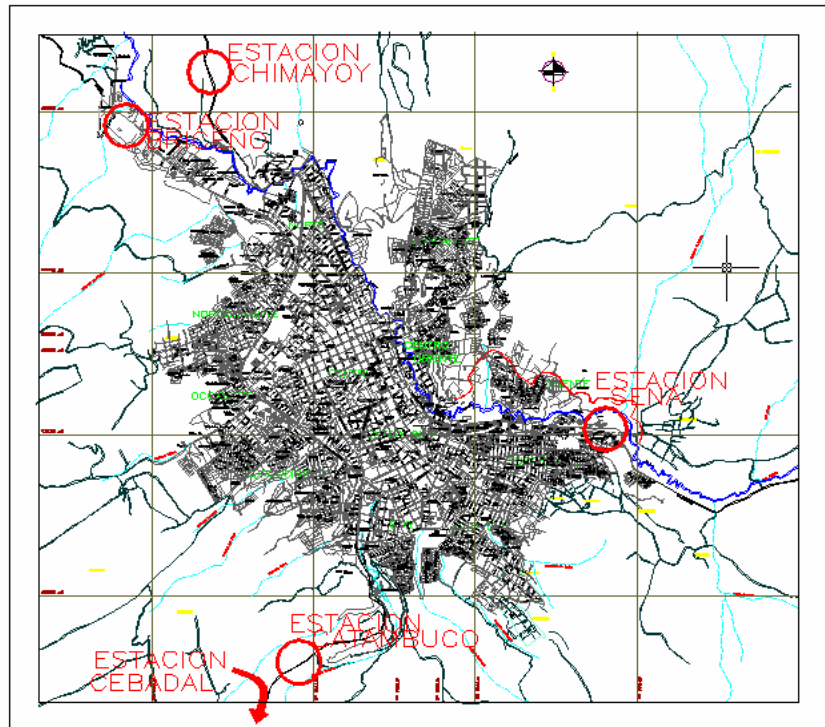
Cuadro 4. Serie histórica y composición del tránsito

SERIE HISTÓRICA Y COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL ESTACIÓN CEBADAL											
TPDS	2980	3221	3591	5311	5111	4800	5146	4637	4426	4596	5809
AÑOS	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002

Fuente: Instituto Nacional de Vías, Regional Nariño.

La ubicación de la estación mencionada dentro de la zona le da la importancia suficiente para poder determinar la rata de crecimiento de los vehículos que transitan en esta dirección, afirmando así que se trata de un dato bastante aproximado, Figura 18.

Figura 17. Localización estación Cebadal



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial, febrero 2003, Pasto.

Además se obtiene el volumen de tránsito de horas pico, que representa el volumen de tránsito que circula por la carretera en la hora de tránsito más intenso, la distribución direccional que representa el tránsito que circula en cada dirección de la carretera.

Con estos datos se hace la proyección del tránsito, dado que las carreteras nuevas o que se van a mejorar se deben diseñar con base en el tránsito que se espera utilizar la nueva vía, suponiendo que el valor esperado en cada año es mayor que el anterior. La determinación del tránsito futuro se llama Proyección de Tránsito. Finalmente se escoge el vehículo tipo, que es aquel vehículo para el cual se diseña la vía teniendo en cuenta sus dimensiones, por debajo de las cuales los demás vehículos circularían normalmente, todos estos factores determinarán las características propias de la vía y las especificaciones mínimas requeridas para el diseño.

En este caso se toma como vehículo de diseño el tipo 3 correspondiente a un Camión Chevrolet – 70, con sus respectivas dimensiones, ya que se tiene un porcentaje significativo de estos vehículos dentro del aforo vehicular. Cuadro 5.

Cuadro 5. Vehículo tipo

	MARCA Y TIPO	A m	b m	d m	e m	L m
1	BUS CHEVROLET 580	5.75	2.00	3.07	2.45	7.75
2	BUS CHEVROLET B-60	5.54	0.78	2.57	2.40	6.32
3	CAMION CHEVROLET C-70	4.80	0.82	2.03	2.40	5.62
4	VOLQUETA CHEVROLET C-70	3.78	0.82	1.21	2.40	4.60

Fuente: Manual de Diseño Geométrico INVIAS.

Para el procesamiento de datos, se llevó a cabo el trabajo de oficina que se resume en los anexos, posteriormente se hizo un análisis detallado graficando y haciendo los cálculos correspondientes para obtener conclusiones que conlleven a determinar las características del proyecto vial.

5.1.2 Análisis de datos. Con los datos obtenidos se procede a calcular los parámetros antes descritos y las gráficas estadísticas que representan diferentes circunstancias de utilización de la vía; estos son: la frecuencia de viajes, medida en viajes por día, mes, o año que se realizan por la vía Panamericana además a partir del análisis de los diferentes orígenes y destinos se puede cuantificar los vehículos de paso y los que se desplazan de diversos lugares hasta la ciudad.

La composición de tránsito en la vía Panamericana de acuerdo al aforo vehicular presenta los siguientes porcentajes según la categoría de vehículos en las dos estaciones principales. Cuadros 6 y 7.

Cuadro 6. Resultados aforo vehicular estación Chimayoy

RESULTADO CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN CHIMAYOY								
DIA	CATEGORÍA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	TOTAL DIA
1	2625	501	193	280	43	43	88	3774
2	2690	488	208	266	50	41	95	3836
3	2845	538	211	299	48	46	97	4083
4	2767	513	209	282	49	43	96	3960
5	3087	578	200	273	46	42	91	3805
6	2896	486	238	255	63	38	108	4084
7	2483	490	177	277	37	43	81	3588
TPDS	2770	513	205	276	48	42	94	3876
%	71,48	13,25	5,30	7,12	1,24	1,09	2,41	100

Cuadro 7. Resultado aforo vehicular estación Catambuco

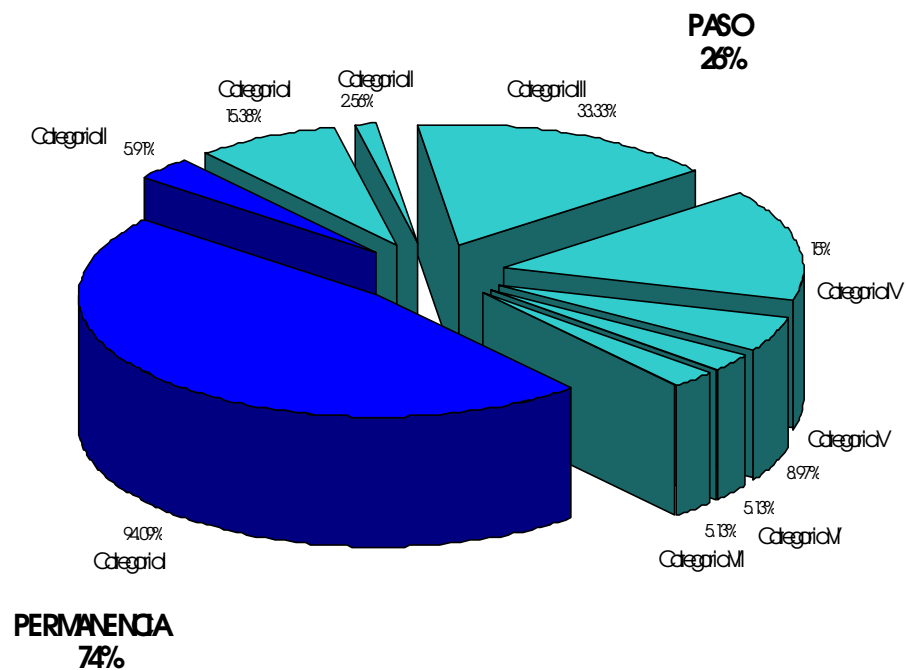
RESULTADO CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN CATAMBUCO								
DIA	CATEGORÍA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	TOTAL DIA
1	4645	797	394	575	115	54	89	6662
2	4361	754	376	526	107	49	85	6257
3	4893	834	411	608	122	59	92	7018
4	4627	794	393	573	114	54	88	6637
5	5236	895	385	550	111	51	87	6459
6	4187	746	380	472	100	39	86	6010
7	4535	762	371	580	114	58	83	6503
TPDS	4641	797	387	555	112	52	87	6507
%	71,32	12,26	5,95	8,53	1,72	0,80	1,34	100

5.1.3 Conclusiones del estudio de tránsito. Tomando como referencia puntos estratégicos que influyen en el tránsito de la vía Panamericana, se tienen los siguientes resultados.

- ❖ Se puede observar que las horas de mayor tránsito son: de 7 a 8 AM, 12 a 2 PM y de 6 a 7 PM. Anexo C.

- ❖ En la Avenida Panamericana el aumento de flujo vehicular en el centro de la ciudad durante el transcurrir del día es bastante alto en comparación con las salidas Norte y Sur. Anexo D.
- ❖ Con la aplicación de criterios estadísticos, se obtiene una muestra del 5% del conteo total, pudiendo afirmar que es una muestra representativa y que los resultados que se obtienen de la aplicación de encuestas son en un 95% confiables, de acuerdo con los cálculos. Cuadro 8.
- ❖ En las estaciones Catambuco y Chimayoy, de una muestra del 5% del conteo total de 12 horas, los vehículos de paso son el 32% y 26% respectivamente; tránsito que en el futuro, se debe desviar para descongestionar el centro de la ciudad. Figuras 18 y 19.

Figura 18. Frecuencia relativa Estación Chimayoy



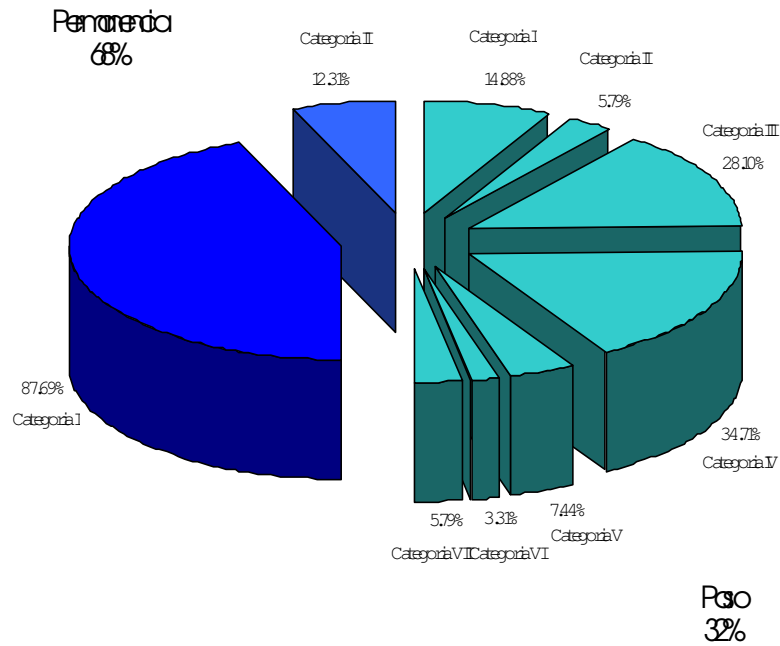
Cuadro 8. Confiabilidad de la muestra

EST. No.	SECTOR	DESTINO	No. VEH.	TOTAL VEHICULOS	DES. EST. S	MEDIA ARITMETICA \bar{x}	ERROR ESTANDAR MEDIA	ERROR ESTANDAR Asumido	TAMAÑO MUESTRA ³ n	No. DE ENCUESTAS REALIZADAS ⁴
1	Catambuco	Paso	121	381	3,32	215,9	0,17	0,20	275	381
		Permanencia	260							
2	Chimayoy	Paso	78	298	3,62	182,8	0,21	0,25	209	298
		Permanencia	220							
3	Sena	Paso	24	186	3,39	144,2	0,25	0,30	128	186
		Permanencia	162							
4	Briceño	Paso	28	192	3,46	144,2	0,25	0,30	133	172
		Permanencia	164							

³ Las encuestas realizadas tienen una distribución normal, con una confianza de 95% y un error de 1%

⁴ El número de encuestas realizadas es mayor al número calculado teóricamente

Figura 19. Frecuencia relativa Estación Catambuco



Se debe tener en cuenta el tránsito generado por los viajes que, actualmente se realizan de extremo a extremo de la ciudad uniendo centros poblados de los alrededores; para esto, se consideró que Briceño y la salida al Oriente son puntos que tiene relación directa con esta variable, en el procesamiento de datos de la encuesta, se obtuvo que un 15% de la muestra tomada como referencia, son vehículos de paso en Briceño, mientras que en la estación SENA se tiene el 13 %. Se puede establecer entonces que, aproximadamente, el 10% del aforo vehicular transitarían la nueva vía. Y que corresponderían, principalmente, a viajes que se realizan por trabajo desde poblados situados en los extremos de la ciudad, además de los viajes de los municipios al mercado Potrerillo o al Terminal de transporte. Figuras 20 y 21.

Figura 20. Frecuencia relativa Estación Briceño

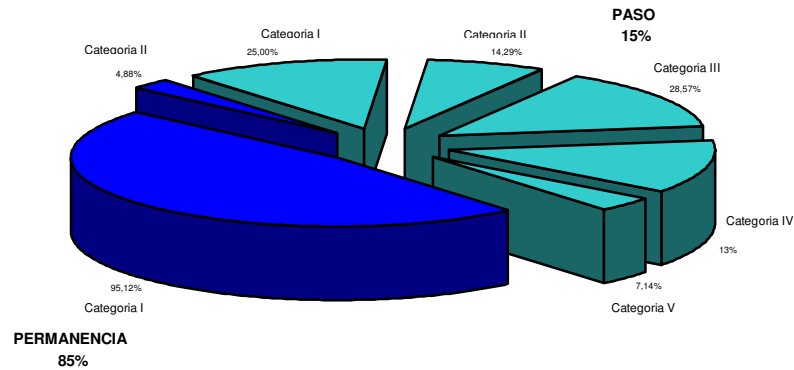
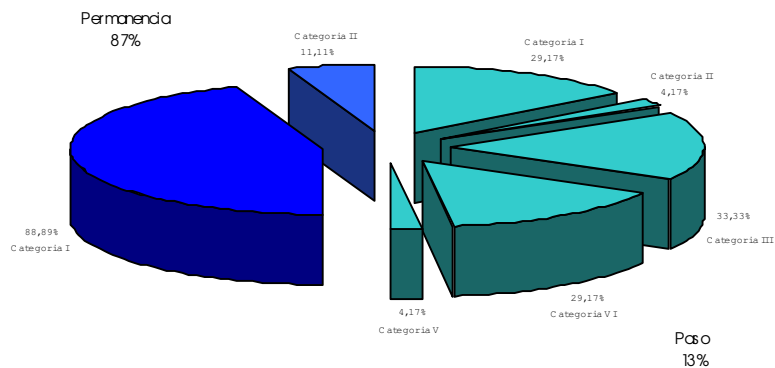


Figura 21. Frecuencia relativa Estación SENA



- ❖ Analizando las condiciones socioeconómicas de la zona establecidas en algunos parámetros de la encuesta, se tiene que el principal propósito de los viajes es el trabajo, razón por la cual, se realizan a diario y tienen una influencia directa en el tránsito de la vía Panamericana y por consiguiente en la ciudad. En las estaciones de conteo vehicular ubicadas en Chimayoy y

Briceño, se obtuvo que la mayoría de vehículos que utilizan esta vía se desplazan por motivos de trabajo en las direcciones correspondientes de cada vía, la segunda necesidad de viaje en orden descendente es el hogar. Figuras 22 y 23.

- ❖ Si se analiza la frecuencia de los viajes realizados se puede observar que la mayoría de vehículos utilizan la vía diaria y semanalmente en las estaciones Chimayoy y Briceño, los viajes mensuales tienen una frecuencia baja, mientras que los anuales tienden a ser despreciables.
- ❖ Tomando en cuenta que para determinar los porcentajes del propósito de viaje son: Hogar, trabajo, estudios, negocios, compras, recreación y otros, se observa que en la estación de conteo vehicular ubicada en Catambuco, al igual que en las otras estaciones el principal propósito de viaje es el trabajo, pero también toman importancia motivos como el hogar, negocios y otros. En la estación SENA, el trabajo sigue siendo la justificación más importante de viaje, pero las compras y otros desplazan la importancia del hogar. Figuras 24 y 25.
- ❖ En la estación Catambuco, son importantes los viajes que se hacen diaria y semanalmente y no despreciable los viajes mensuales, mientras que los viajes anuales no tienen gran influencia. En el caso de la estación SENA, la mayoría de viajes ocurren diariamente. Figuras 26 y 27.
- ❖ En forma general, podemos decir que la vía Panamericana tiene un gran flujo vehicular, representado en viajes que realizados diariamente por motivos de trabajo en todas las direcciones. Los automóviles que llegan a Pasto desde la vía a Nariño y la vía al Putumayo, aportan un porcentaje importante de vehículos de tránsito diario.

Figura 22. Propósitos del viaje estación Chimayoy

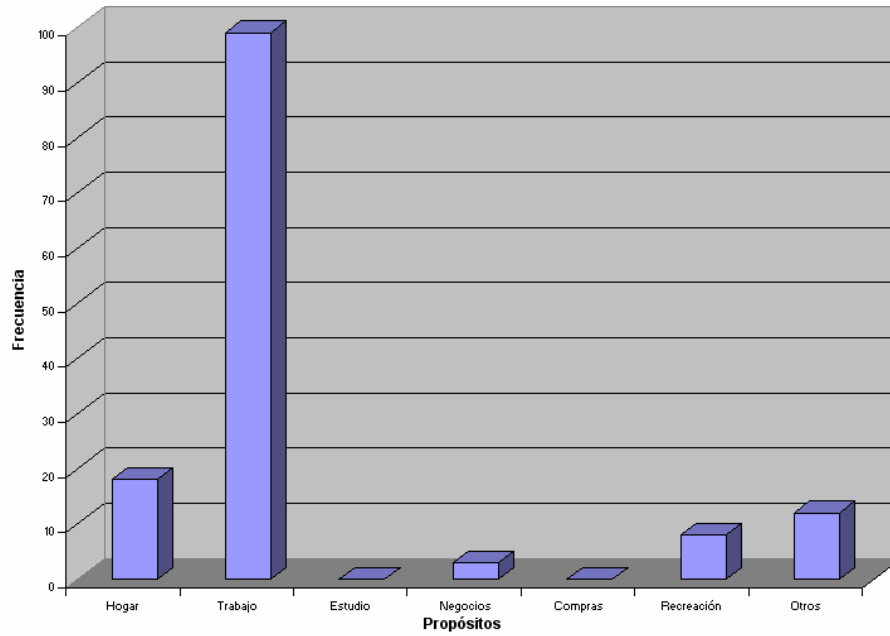


Figura 23. Propósitos del viaje estación Briceño

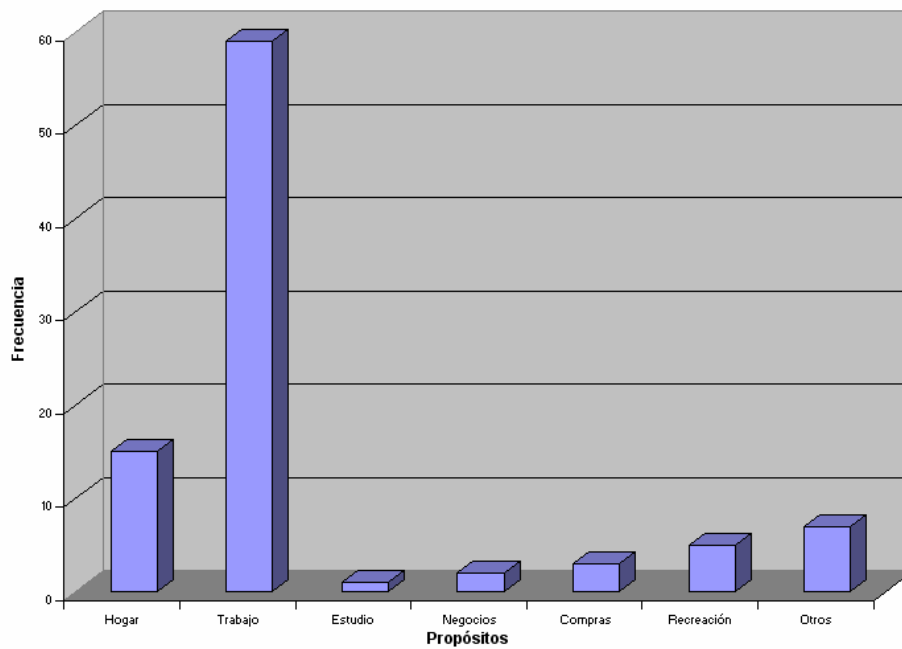


Figura 24. Frecuencia de viajes Chimayoy

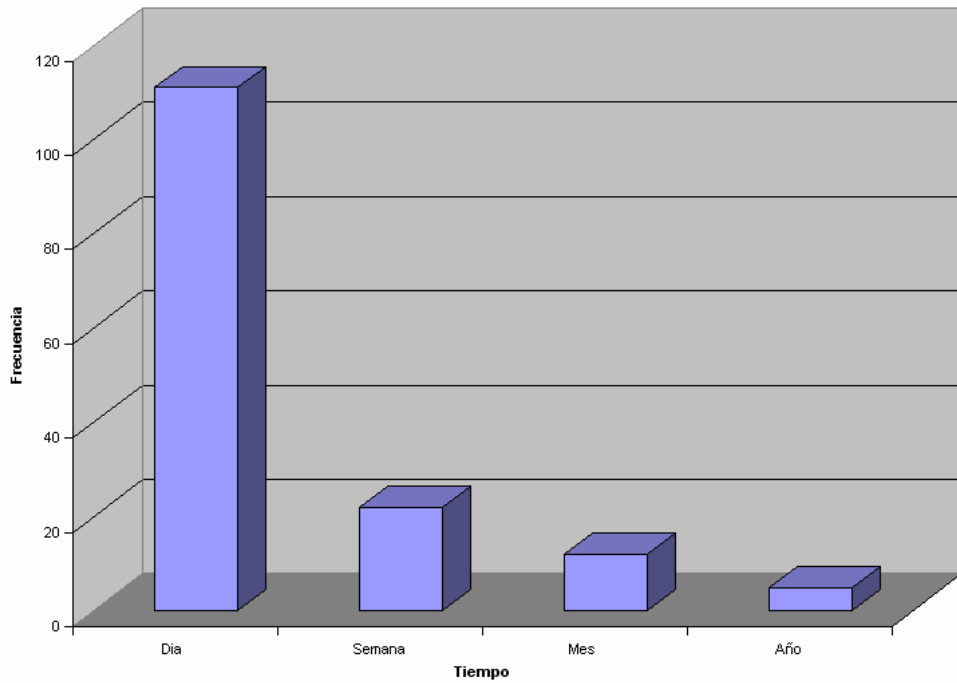


Figura 25. Frecuencia de viaje estación Briceño

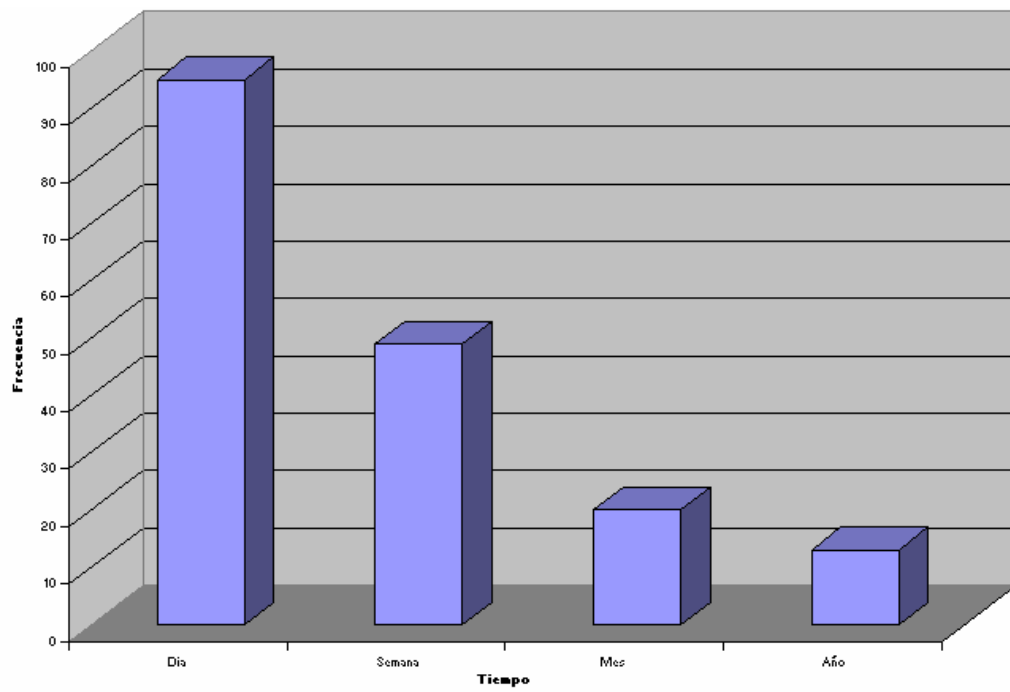


Figura 26. Propósitos del viaje estación Catambuco

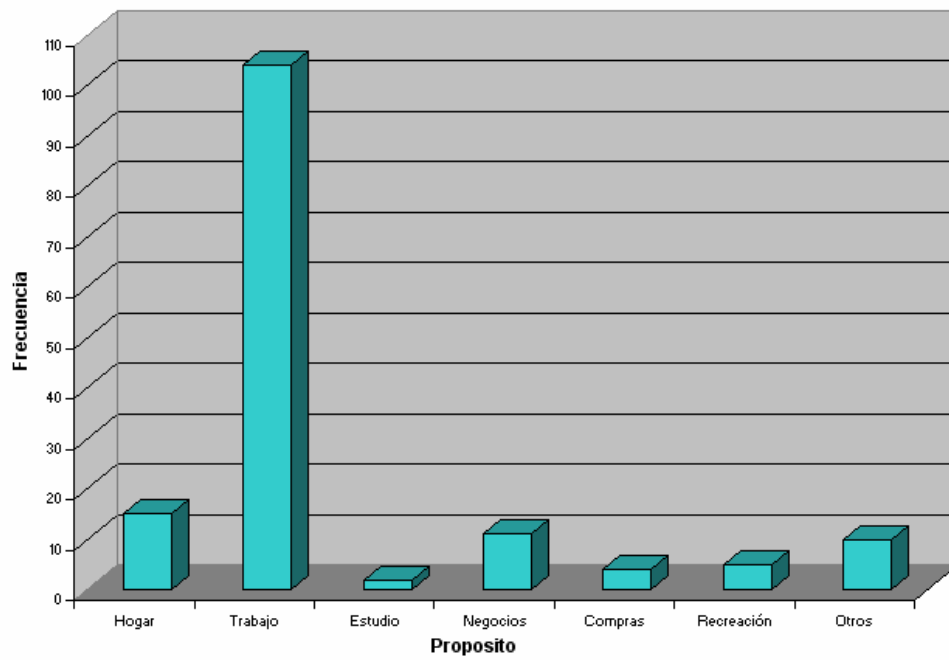


Figura 27. Propósitos del viaje estación SENA

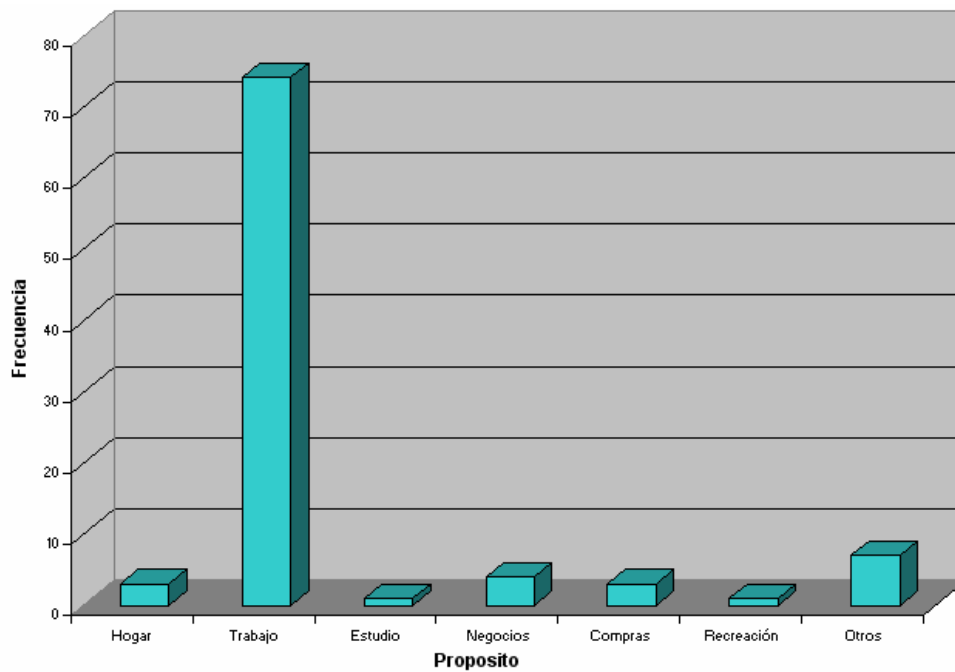


Figura 28. Frecuencia de viaje estación Catambuco

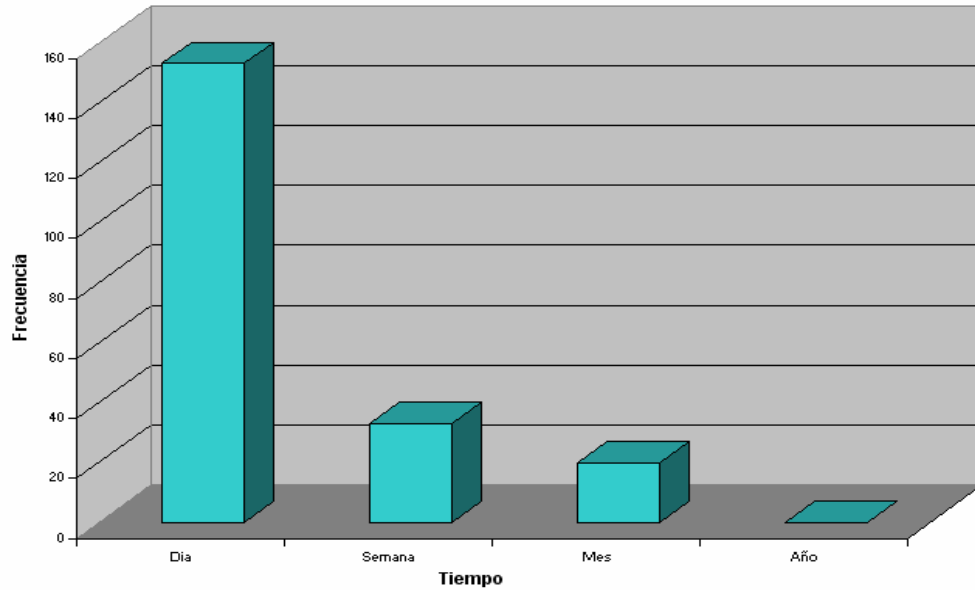
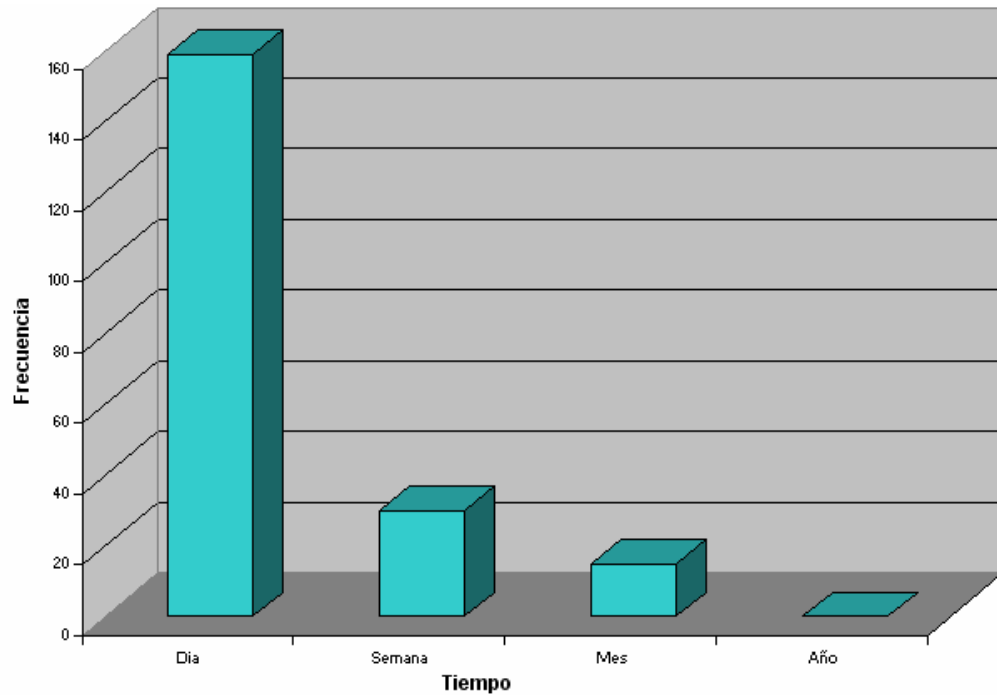


Figura 29. Frecuencia de viaje estación SENA

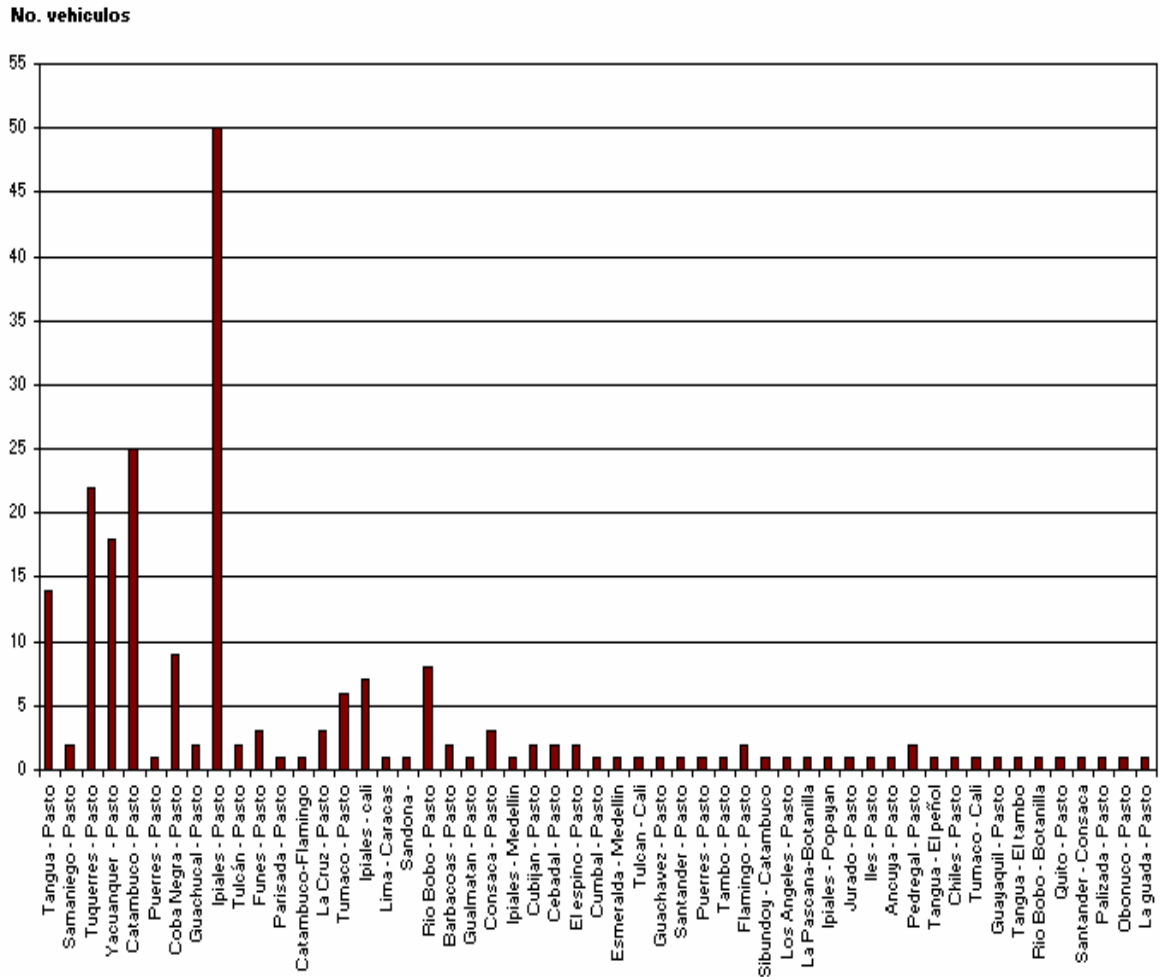


- ❖ Analizando los orígenes y destinos en las diferentes estaciones de conteo, se tiene las siguiente gráficas que representan el número de viajes realizados a

diferentes lugares. En la estación Chimayoy, se observa que el mayor flujo vehicular se presenta en el recorrido, Pasto – Chachagui y en dirección contraria, seguido de los viajes realizados entre Pasto – Daza, Pasto - Buesaco, Pasto – Cali en ambos sentidos.

- ❖ En el caso de la Estación Briceño, los orígenes y destinos son muy variables, se puede identificar que el mayor número de viajes se presenta desde los municipios de Nariño, La Florida, Tambo y Sandoná, además del corregimiento de Genio, Los cuales tienen el mismo comportamiento en ambos sentidos del viaje.
- ❖ Los orígenes y destinos encontrados en la estación Catambuco. Se puede observar que la mayoría de viajes se realizan entre Ipiales y Pasto, seguidos de otros lugares como son: Tangua, Yacuanquer, Túquerres, Pilcuán y Tumaco.
- ❖ En la estación de conteo ubicada en el SENA, se observa que los sitios de orígenes más importantes son: Buesaquillo, San Fernando, Encano, La Laguna y Sibundoy. Se presenta también un movimiento importante entre Pasto y el Barrio Popular en ambos sentidos.
- ❖ Al observar los distintos lugares que tienen como punto de llegada y punto de partida la ciudad de Pasto, se identifica una gran diversidad de municipios, corregimientos y veredas cercanas que a diario utilizan la vía Panamericana y que, en el momento de construir la variante serían atraídas por comodidad, cercanía y eficiencia ofrecería el proyecto vial.

Figura 30. Orígenes y destinos estación Catambuco

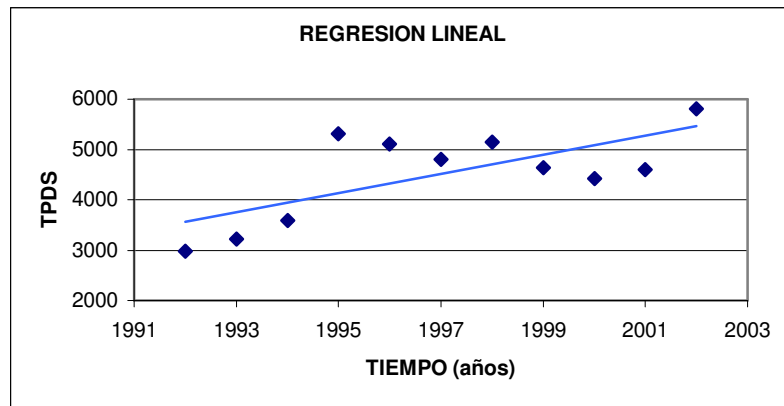


5.1.4 Proyección del Tránsito Analizados los datos del aforo vehicular y el estudio origen-destino, se procede a realizar la proyección del tránsito que consiste en determinar el tránsito futuro que se espera en el último año de vida útil de la vía; para esto se toman los datos de conteo vehicular, de la serie histórica del tránsito proporcionada por el INVIAS, aplicando diferentes regresiones se obtiene la tasa de crecimiento observando que la regresión que mas se ajusta a estos datos es la regresión lineal. Cuadro 9.

Cuadro 9. Diferentes regresiones aplicadas a la serie histórica

REGRESIÓN LINEAL											
Y = A + Bx											
		A				r		0.70			
		-373775									
		B						189			
TPDS	5634	5823	6012	6202	6391	6581	6770	6960	7149	7338	7528
AÑOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
TPDS	7717	7907	8096	8286	8475	8664	8854	9043	9233	9422	9611
AÑOS	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
TPDS	9801	9990	10180	10369	10559	10748					
AÑOS	2025	2026	2027	2028	2029	2030					

Figura 31. Gráfica regresión lineal



La tasa de crecimiento tiene un valor de 0.7, analizando el aforo vehicular consideramos la estación Catambuco como el punto más representativo para hacer la proyección. Teniendo en cuenta que el estudio de tránsito indica que un porcentaje del 32% son vehículos de paso que utilizarían la vía mencionada, el tránsito de desarrollo se toma como el 5% del tránsito promedio diario y el tránsito generado de acuerdo a las encuestas aplicadas en Briceño y SENA, corresponden a un 10%.

$$TPDf = 6507(0.32 + 0.10 + 0.05 + 0.7)$$

$$TPDf = 7613 \text{vehículos}$$

El factor del proyecto se obtiene al dividir el tránsito futuro entre el tránsito actual.

$$FP = \frac{7613}{6507} = 1.2$$

6. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

Los elementos a considerar principalmente son: Curvatura en planta y perfil; pendiente longitudinal; pendiente transversal del terreno y de la vía, ancho de banca, ancho de superficie de rodadura, la ubicación de puentes y pontones dentro del diseño geométrico, áreas de incidencia directa como cultivos, zonas de inundación o sectores de conflicto social, por ejemplo, intersecciones de la vía actual con vías de importancia, ubicación de sitios de alta accidentalidad, costos de materiales o insumos que se puedan presentar en el proyecto, costos de las diferentes alternativas de mejoramiento, análisis integral de todas las áreas que conforman el diseño completo de la vía (aspectos geológicos, hidrológicos, hidráulicos, geotécnicos y ambientales) para proponer las alternativas más convenientes.

6.1 PARÁMETROS PRELIMINARES DE DISEÑO

6.1.1 Velocidad. En general el término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido por un vehículo y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Esto es, para un vehículo representa su relación de movimiento, usualmente expresada en kilómetros por hora (Km. / h).

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde:

V = velocidad constante, (Km. / h)

d = distancia, (Km.)

t = tiempo, (h)

Para el caso de una velocidad constante, ésta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, y es uno de los factores esenciales en cualquier forma de transporte; depende, en primer lugar, de la capacidad del conductor y del vehículo además de otras condiciones como son:

- ❖ Características de la carretera.
- ❖ Condiciones de tiempo.
- ❖ Presencia de otros vehículos.
- ❖ Limitaciones legales y de control.

Al diseñar una carretera se debe tratar de satisfacer las demandas de servicio del público en la forma más segura y económica dependiendo si las condiciones del terreno permiten una velocidad determinada.

La velocidad de diseño de una carretera es la velocidad de referencia que permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad.

Se define como la máxima velocidad segura que puede ser mantenida en una sección determinada cuando las características geométricas de la vía sean favorables.

Todos aquellos elementos geométricos de los alineamientos horizontales, de perfil y transversal, tales como radios mínimos, pendientes máximas, distancias de visibilidad, peraltes, anchos de carriles y bermas, anchuras y alturas libres, etc., dependen de la velocidad de diseño y varían con un cambio de ella.

Al proyectar un tramo de carretera, hay que mantener un valor constante para la velocidad de diseño. Sin embargo, los cambios drásticos y sus limitaciones mismas, pueden obligar a usar diferentes velocidades de diseño para distintos tramos.

La selección de la velocidad de diseño depende de la importancia o categoría de la futura carretera, de los volúmenes de tránsito que va a mover, de la configuración topográfica del terreno, de los usos de la tierra, del servicio que se requiere ofrecer, de las consideraciones ambientales, de la homogeneidad en el largo de la carretera, de las facilidades de acceso (control de accesos), de la disponibilidad de recursos económicos y de las facilidades de financiamiento. Teniendo en cuenta el TPD y el tipo de terreno predominante en todo el proyecto (montañoso), se escoge como velocidad de diseño 60 kilómetros por hora de acuerdo con la normatividad vigente en Colombia, como se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Velocidad de Diseño según tipo de Carretera, TPD y Terreno

TERRENO	TPD		
	HASTA 500	500 A 2000	MAS DE 2000
	VELOCIDAD DE DISEÑO Km/H		
ESCARPADO	40	40	-
MONTAÑOSO	50	60	60-80
ONDULADO	60	80	80-100
PLANO	70	100	100-120

Fuente: Pedro Choconta, Diseño geométrico de vías

6.1.2 Seguridad. Las carreteras se deben diseñar para proporcionar viajes seguros eficientes y cómodos.

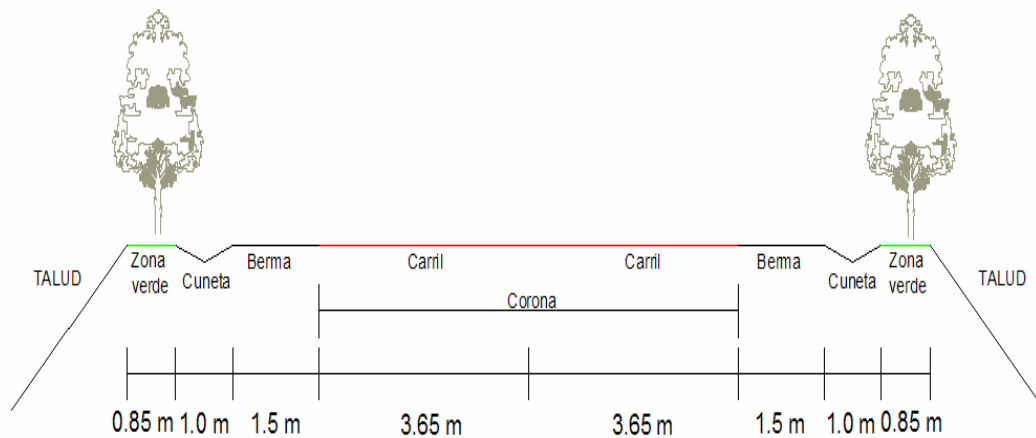
Para lograr que la operación sea segura, se deben aplicar las mejores técnicas de la ingeniería, utilizando las especificaciones pertinentes que, por lo general, deben ser altas para reducir el número de accidentes; bajo este criterio se observa que,

en el desarrollo de este proyecto, por la heterogeneidad del terreno se pueden lograr velocidades más altas que la de diseño, lo cual no tiene ninguna implicación en los usuarios de la vía que podrán transitar sin problema, pero se debe tener cuidado en la señalización de aquellos tramos donde la velocidad sea menor que la de diseño.

6.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Una vez terminado el estudio de tránsito y sus resultados, teniendo en cuenta la topografía del terreno y la velocidad de diseño, se encuentra las especificaciones de la vía de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico para vías, se obtiene además la sección transversal de la vía. Figura 32.

Figura 32. Esquema general de la vía



Las demás especificaciones se resumen en el cuadro 11.

Cuadro 11. Especificaciones de la vía

ESPECIFICACIONES DE LA VÍA				M.D.G.I.
A. TIPO DE TERRENO:	Montañoso			
B. TIPO DE CARRETERA:	Carretera principal de una calzada			Tabla 1.2
C. VELOCIDAD DE DISEÑO (k/h):	60			
D. ANCHO DE CALZADA:	7.3	m		Tabla 3.5.3
E. ANCHO DE BERMA:	1,8	m		Tabla 3.5.4
F. PENDIENTE LONGITUDINAL	Máxima	8	%	Tabla 3.4.1
	Mínima	0.5	%	
G. PERALTE MÁXIMO		8	%	Numeral 3.3.2.2
H. ANCHO DE ZONAS MÍNIMO	24 - 30	m		Tabla 3.5.1
I. FACTOR DE FRICCIÓN MÁXIMA		0.157		Tabla 3.3.2
J. FACTOR(e + ft)		0.237		Tabla 3.3.3
K. VALORES DE RADIO MÍNIMO CALCULADO	119.61	m		Tabla 3.3.3
REDONDEADO	120	m		
L. VELOCIDAD DE OPERACIÓN	54	km/h		Tabla 3.1.2
M. BOMBEO DE LA CALZADA	2	%		Tabla 3.5.2
N. PENDIENTE TRANSVERSAL DE LA BERMA	4	%		
O. DISTANCIA DE FRENADO	75	m		Tabla 3.2.2
P. ANCHO DE CUNETAS	1	m		

M.D.G.I.: Manual de Diseño Geométrico para carreteras. Instituto Nacional de Vías.

M.D.G.: Manual de Diseño Geométrico

Fuente: Manual de Diseño Geométrico para carreteras. INVIAS.

Pedro Choconta. Manual de Diseño Geométrico.

6.2.1 Trazado Antepreliminar. Esta actividad consiste en establecer una poligonal que se asemeje al eje de la vía sobre la ruta de la cual se está haciendo el estudio, en ésta, se proyectan los alineamientos tentativos comprobando principalmente que las pendientes sean aceptables.

En el plano topográfico se traza similarmente la línea de ceros o línea de pendiente que pasa por los puntos de paso obligado y conserva una pendiente constante. Con un compás se trazan rectas consecutivas cuyos extremos quedan sobre las curvas de nivel y cuyas longitudes se han calculado para que la pendiente sea la prevista, se utiliza la siguiente fórmula de cálculo.

$$Pendiente = Tangente \alpha = \frac{h}{l}$$

Donde:

l: es la longitud de la pendiente

h: la diferencia de altura entre dos curvas de nivel

p: es la pendiente utilizada.

Dibujando en planta y perfil la alternativa se pueden obtener los datos suficientes para calcular los respectivos movimientos de tierra, estructuras necesarias, zona necesaria que permita calcular un costo determinado.

6.2.2 Alineamiento horizontal. El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje real de la carretera dicho eje esta constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes enlazados entre si por curvas.

Se pueden utilizar curvas circulares simples que son arcos de circunferencia de un solo radio que constituyen la proyección horizontal de las curvas empleadas al unir dos tangentes, también pueden ser compuestas, formadas por dos o mas curvas simples que se pueden emplear en terrenos montañosos.

6.2.3 Curva de transición. Las curvas de transición son ventajosas pues como ya se dijo anteriormente proporcionan una transición o cambio gradual de curvatura en la vía, desde un tramo recto hasta un grado de curvatura determinado o viceversa se utilizan en carreteras de alta velocidad por que mejoran la operación de vehículos y la comodidad de los pasajeros.

Concretamente sus ventajas son las siguientes:

- Hace mas cómoda la operación de vehículos al hacer que la fuerza centrífuga varié desde cero hasta su valor máximo lentamente.
- Permite un desarrollo gradual del peralte.
- Reduce la tendencia de los vehículos a desviarse de su carril.

Existen tres formas principales de transición las cuales son:

- La clotoide, radioide a los arcos o espiral de Euler (o simplemente espiral)
- La lemniscata de Bernoulli o radioide a las cuerdas.
- La curva elástica o radioide a las abscisas.

El diseño en planta se hizo teniendo en cuenta la espiral clotoide con sus diferentes tipos de empalme, las ecuaciones y elementos geométricos se muestran a continuación Figura 33.

TE: Punto de empalme entre la recta y la espiral

EC: Punto de empalme entre la espiral y el círculo

CE: Punto de empalme entre el círculo y la espiral

ET: Punto de empalme entre la espiral y la recta

PSC: Punto sobre la curva circular

PSE: Punto sobre la curva espiral

POT: Punto sobre la recta

Δ : Ángulo de deflexión entre las tangentes

Δ_c : Ángulo de deflexión de la curva circular

τ : Ángulo de deflexión de la espiral

Φ : Ángulo de la cuerda larga de la espiral

Te: Longitud de la tangente del sistema de empalme

X,Y: Coordenadas de la espiral en los puntos EC y CE

x,y: Coordenadas de la espiral en cualquier punto

ΔR : Desplazamiento de arco circular con respecto a la tangente de empalme

Se denomina Disloque de la espiral

XM: Distancia de la tangente entre el TE y el punto donde se produce el Disloque

TL: Longitud de la tangente larga

TC: Longitud de la tangente corta

T: Longitud de la tangente del sector circular

LE: Longitud de la curva espiral

LC: Longitud de la curva circular

E: Externa de la espiral o bisectriz

CL: Cuerda larga de la espiral

- El desarrollo del peralte se hace en forma progresiva, con lo que se consigue que la pendiente transversal de la calzada sea, en cada punto, la que corresponde al respectivo radio de curvatura.

- La flexibilidad de la clotoide y las muchas combinaciones del radio con la longitud, permiten la adaptación a la topografía, y en la mayoría de los casos la disminución del movimiento de tierras, para obtener trazados más económicos.

Con el empleo de las espirales en autopistas y carreteras, se mejora considerablemente la apariencia en relación con curvas circulares únicamente. En efecto, mediante la aplicación de espirales se suprimen las discontinuidades notorias al comienzo y al final de la curva circular (téngase en cuenta que sólo se utiliza la parte inicial de la espiral), la cual se distorsiona por el desarrollo del peralte, lo que es de gran ventaja también en el mejoramiento de carreteras existentes.

Ecuaciones paramétricas

La clotoide se puede definir como una curva tal que su radio es inversamente proporcional a su longitud. Su ecuación intrínseca es:

$$LR = A^2, \text{ entonces } L = \frac{A^2}{R}$$

Donde:

L: Longitud desde el origen a los puntos indicados, (m)

R: Radios en los puntos indicados, (m)

A: Parámetro de la clotoide, (m)

- Las clotoides de parámetro (A) grande, aumentan lentamente su curvatura y, por consiguiente, son aptas para la marcha rápida de los vehículos. Las espirales de parámetro (A) pequeño aumentan rápidamente su curvatura y, por consiguiente, se utilizan para velocidades de marcha reducida;

- El parámetro (A), al fijar el tamaño de la clotoide, fija la relación entre R (radio), L (longitud) y q (ángulo central de la espiral).

Los radios utilizados en las curvas son tomados de acuerdo a la velocidad de diseño según las especificaciones.

6.2.5 Peralte. El peralte es la inclinación transversal, en relación con la horizontal, que se da a la calzada hacia el interior de la curva, para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo que transita por un alineamiento en curva. Dicha acción está contrarrestada también por el rozamiento entre ruedas y pavimento.

La sección transversal de la calzada sobre un alineamiento recto tiene una inclinación comúnmente llamado bombeo que sirve para facilitar el drenaje o escurrimiento de las aguas lluvias, depende de el tipo de superficie, para nuestro caso se asume por la importancia de la vía, sea de concreto hidráulico o asfáltico, además se considera una pluviosidad media en la zona tomando un valor de 2%.

Así mismo la sección transversal de la calzada sobre las curvas tiene una inclinación asociada al peralte cuyo fin es facilitar el desplazamiento seguro de vehículos sin peligro de deslizamientos.

Para pasar de una sección transversal con bombeo normal a otra con peralte se necesita realizar un cambio de inclinación en la calzada el cual no puede realizarse bruscamente sino gradualmente a lo largo de la vía entre este par de secciones. A este tramo de la vía se le llama Transición de Peralte. Como el diseño de curvas horizontales se ha hecho por medio de espirales de transición, la transición del peralte se efectúa conjuntamente con la curvatura, cuando los empalmes son Espiral - Espiral la totalidad del peralte se aplica en un valor equivalente al tercio de la longitud de la curva y cuando se tienen empalmes Espiral - Circulo - Espiral se aplica la totalidad del peralte en la parte circular de la curva.

Los valores máximos de peralte están en función de la velocidad de diseño y el radio de acuerdo a el cuadro Tabla 12 del Manual del Diseño Geométrico.

El análisis de las fuerzas que actúan sobre el vehículo cuando este se mueve alrededor de una curva de radio constante, indica que el peralte máximo está dado por la ecuación:

$$e+ft = v^2 / (127R)$$

Donde:

e: Peralte en metros por metro
ft: Coeficiente de fricción lateral
V: Velocidad del vehículo, (km / h)
R: Radio de la curva, (m)

El Coeficiente de fricción lateral está determinado por numerosos factores, como estado de las superficies en contacto, velocidad del vehículo, presión de inflado etc. Sobre la determinación de valores prácticos para diseño se han realizado innumerables pruebas por parte de diferentes organizaciones, las cuales han llegado a algunas conclusiones:

- El coeficiente de fricción es bajo para velocidades altas.

- Se adoptan los coeficientes de fricción lateral, y además se pueden obtener los coeficientes de fricción para cada velocidad de diseño.

Según el Manual de Diseño Geométrico de INVIAS, numeral 3.3.2.2 para este tipo de vía se fija como peralte máximo un valor de 0.08, el cual permite mantener aceptables velocidades específicas y no incomodar a vehículos que viajan a velocidades menores.

Los radios mínimos absolutos para esta velocidad de diseño, calculados con el criterio de seguridad ante el deslizamiento, están dados por la expresión:

$$R_m = \frac{V^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

Donde:

R_m: Radio mínimo absoluto, (m)

V: Velocidad específica, (km / h)

e máx: Peralte máximo asociado a V, en tanto por uno

f máx: Coeficiente de fricción lateral máximo, asociado a V.

Estos valores se toman del manual de diseño geométrico del INVIAS

Normalmente resultan justificados radios superiores al mínimo, con peraltes inferiores al máximo, que resultan más cómodos tanto para los vehículos lentos (disminuyendo la incidencia de ft negativos), como para vehículos rápidos (que necesitan menores ft). Si se decide emplear radios mayores que el mínimo, habrá que elegir el peralte en forma tal que la circulación sea cómoda, tanto para los vehículos lentos como para los rápidos.

Cuadro 12. Radios y peraltes mínimos según velocidad de diseño

Velocidad específica (km/h)	Peralte recomendado (e máx) %	Fricción lateral (f_l máx)	Factor $e + f_l$	Radio mínimo	
				Calculado (m)	Redondeado (m)
30	8.0	0.180	0.260	27.26	30.00
40	8.0	0.172	0.2522	49.95	50.00
50	8.0	0.164	0.244	80.68	80.00
60	8.0	0.157	0.237	119.61	120.00
70	8.0	0.149	0.229	168.48	170.00
80	7.5	0.141	0.216	233.30	235.00
90	7.0	0.133	0.203	314.18	315.00
100	6.5	0.126	0.191	413.25	415.00
110	6.0	0.118	0.178	535.26	535.00
120	5.5	0.110	0.170	687.19	690.00
130	5.0	0.100	0.150	887.14	890.00
140	4.5	0.094	0.139	1110.29	1100.00
150	4.0	0.087	0.127	1395.00	1400.00

Fuente: Manual de Diseño Geometrico INVIAS.

6.4 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

Sobre la línea de ceros se traza la poligonal del proyecto tratando de lograr alineamientos rectos lo mas largos posibles, así se obtuvo una serie de alineamientos rectos cuyas longitudes, deflexiones y coordenadas se muestran en el cuadro 13. Los alineamientos corresponden a los situados entre los PI 16 y 22 respectivamente.

Cuadro 13. Alineamientos, longitud, deflexiones

Estación	Abscisa		Distancia	Deflexión			Azimut			Coordenadas	
				o	'	"	o	'	"	N	E
Punto Ini.	K0+	0	633.899	7	45	46.9	352	14	13.0	20001.67	74659.43
PI # 1	K0 +	633.9	362.933	44	4	36.0 d	36	18	49.0	20629.76	74573.81
PI # 2	K0+	997	248.432	50	24	39.0 i	345	54	10.0	20922.2	74788.75
PI # 3	K1+	245	208.720	89	14	19.7 i	256	39	50.3	21163.15	74728.24
PI # 4	K1+	454	163.209	88	53	20.5 d	345	33	10.9	21115	74525.15
PI # 5	K1+	617	376.760	88	8	57.4 d	73	42	8.4	21273.05	74484.44
PI # 6	K1+	994	325.058	18	53	35.6 i	54	48	32.7	21378.78	74846.06
PI # 7	K2+	319	643.368	61	47	42.6 i	353	0	50.0	21566.11	75111.71
PI # 8	K2+	962	280.011	61	20	35.5 i	291	40	14.5	22204.7	75033.45
PI # 9	K3+	242	136.952	44	38	0.0 i	247	2	14.4	22308.1	74773.23
PI # 10	K3+	379	75.894	75	0	5.4 d	322	2	19.9	22254.67	74647.13
PI # 11	K3+	455	134.889	65	40	39.8 d	27	42	59.7	22314.51	74600.45
PI # 12	K3+	590	168.404	19	54	18.4 d	47	37	18.1	22433.92	74663.19
PI # 13	K3+	759	197.566	48	51	13.9 i	358	46	4.1	22547.43	74787.59
PI # 14	K3+	956	325.965	49	35	45.5 d	48	21	49.7	22744.95	74783.34
PI # 15	K4+	282	251.001	43	22	25.8 i	4	59	23.9	22961.52	75026.96
PI # 16	K4+	533	275.777	43	23	20.9 d	48	22	44.8	23211.57	75048.79
PI # 17	K4+	809	663.485	75	17	19.9 i	333	5	24.9	23394.74	75254.95
PI # 18	K5+	472	416.479	22	34	46.3 d	355	40	11.2	23986.38	74954.66
	K5+	889								24401.67	74923.21

PI # 19			301.819	32 55 57.0 i	322 44 14.2		
PI # 20	K6+	191	1157.068	50 9 10.8 d	12 53 25.0	24641.88	74740.47
PI # 21	K7+	348	298.416	34 58 32.1 i	337 54 52.8	25769.79	74998.59
PI # 22	K7+	646	407.555	78 46 6.8 d	56 40 59.6	26046.31	74886.39
PI # 23	K8+	54	835.492	68 1 12.9 i	348 39 46.6	26270.17	75226.96
PI # 24	K8+	889	841.091	49 53 51.4 i	298 45 55.2	27089.36	75062.72
PI # 25	K9+	730	670.919	159 19 54.0 d	98 5 49.3	27494.11	74325.42
PI # 26	K10+	401	162.007	24 19 19.1 d	122 25 8.4	27399.61	74989.65
PI # 27	K10+	563	419.230	52 12 45.0 i	70 12 23.4	27312.76	75126.41
PI # 28	K10+	982	566.149	41 9 36.2 i	29 2 47.1	27454.73	75520.87
Punto fin.						27949.67	75795.75

Dentro de la poligonal planteada se proyectan las curvas de transición para lograr un cambio gradual de curvatura. Se trató de empalmar todas las curvas en cero y se realizó la transición del peralte a lo largo de la espiral.

Cuando se trata de curvas en distinto sentido el Instituto Nacional de Vías aclara que se puede prescindir de entretangencia cuando se utiliza curvas de transición, en el caso de curvas del mismo sentido se considerará indeseable por seguridad y estética

Los tipos de empalme utilizados en el proyecto son:

- ❖ Espiral Círculo Espiral Simétrica
- ❖ Espiral Círculo Espiral Asimétrica
- ❖ Espiral Espiral Simétrica
- ❖ Espiral Espiral Asimétrica

Esta clase de curvas hace que el diseño sea mas preciso y exacto ya que ofrece mas comodidad y seguridad en todo el recorrido, Los radios utilizados en las curvas son tomados de acuerdo a la velocidad de diseño según las especificaciones, Como ya se dijo anteriormente la topografía es bastante irregular

hecho que se traduce en el empleo de diferentes radios, es importante resaltar que en los tramos de vía situados en los cañones, se utiliza radios inferiores al mínimo. Problema que influye en la velocidad de diseño que se debe reducir. En el tramo en estudio la utilización de radios superiores al mínimo lo convierten en un tramo cómodo en cuanto a curvas amplias no presentan ningún problema pues los conductores circularan normalmente por la vía pudiendo utilizar velocidades mayores.

El calculo de las curvas, con sus elementos, deflexiones y coordenadas se realizan con base en las siguientes formulas:

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CLOTOIDE

$$A^2 = R * L$$

$$Le = 2 * R * \tau_{e_{rad}} = \pi * R * \tau^o / 90 = A (2\tau^o \pi / 180)^{0.5}$$

$$R = C / 2 / \text{Sen}(G/2)$$

$$R = \frac{90 * Le}{\pi * \tau^o} = \frac{Le}{2\tau_{e_{rad}}} = \frac{A}{(2\tau_{e_{rad}})^{0.5}} = A(90 / \pi / \tau^o)^{0.5}$$

$$G = 2 * \text{ASN}(c / s / R)$$

$$G = \frac{180 * a}{\pi * R}$$

$$\tau_{e_{red}} = \frac{Le}{2R} = \frac{A^2}{2R^2} = \frac{Le^2}{2A^2}$$

$$X = Le \left[1 - \frac{\tau_{e_{red}}^2}{10} + \frac{\tau_{e_{red}}^4}{216} - \frac{\tau_{e_{red}}^6}{9360} \right] \quad \tau_{e_{red}}$$

$$Y = Le \left[\frac{\tau_{e_{red}}}{3} - \frac{\tau_{e_{red}}^4}{42} + \frac{\tau_{e_{red}}^5}{1320} - \frac{\tau_{e_{red}}^7}{75600} \right] \quad \tau_{e_{red}}$$

$$\tau^o = \frac{180 * \tau_{e_{red}}}{\pi}$$

$$\Delta R = Y - R(1 - \text{Cos}\tau^\circ)$$

$$X_6 * X - \text{Sen}\tau^\circ$$

$$TL = X - \frac{Y}{\text{Tan}\tau^\circ}$$

$$TC = \frac{Y}{\text{Sen}\tau^\circ}$$

$$CL = (X^2 + Y^2)^{0.5}$$

$$\sigma^\circ = \text{ATN}\left(\frac{X}{Y}\right)$$

$$\beta^\circ = \tau^\circ - \sigma^\circ$$

$$Lc = \Delta c * \frac{c}{G} = \frac{\pi * R * \Delta c}{180}$$

$$F = \frac{Y}{\text{Cos}\tau^\circ}$$

$$\tau_{rad} = \frac{L^2}{2 * R * Le} = \frac{L^2}{2A^2}$$

SEGÚN TIPO DE EMPALME

ECE(S): $\Delta c^\circ = \Delta^\circ - 2\tau^\circ$

$$Te = Xo + Yo * \text{Tan}\left(\frac{\Delta^\circ}{2}\right)$$

$$E = \left[\frac{Yo}{\text{Cos}\left(\frac{\Delta^\circ}{2}\right)} \right] - R$$

$$\mathbf{EE(S):} \quad \tau^0 = \frac{\Delta^o}{2}$$

$$Te = X + Y * \text{Tan} \tau^o$$

$$E = \left[\frac{Y}{\text{Cos} \tau^o} \right]$$

$$\mathbf{EE(A):} \quad \Delta^o = \tau^0 1 + \tau^0 2$$

$$T1 = TL1 + (TC1 + TC2) * \frac{\text{Sen} \tau^o 2}{\text{Sen} \Delta^o}$$

$$T1 = TL2 + (TC1 + TC2) * \frac{\text{Sen} \tau^o 1}{\text{Sen} \Delta^o}$$

$$\mathbf{EE(S):} \quad \Delta c = \Delta^o - \tau 1 - \tau 2$$

$$T1 = R * \left| \text{Tan} \frac{\Delta^o}{2} \right| + \frac{\Delta R 2}{\text{Sen} |\Delta^o|} - \frac{\Delta R 1}{\text{Tan} |\Delta^o|} + Xo 1$$

$$T1 = R * \left| \text{Tan} \frac{\Delta^o}{2} \right| + \frac{\Delta R 1}{\text{Sen} |\Delta^o|} - \frac{\Delta R 2}{\text{Tan} |\Delta^o|} + Xo 2$$

COORDENADAS Y DEFLEXIONES

$$L = \frac{Le}{A}$$

$$x = A \left(L - \frac{L^5}{40} + \frac{L^9}{3456} - \frac{L^{13}}{599040} \right)$$

$$y = A \left(\frac{L^3}{6} - \frac{L^7}{336} + \frac{L^{11}}{42240} - \frac{L^{15}}{9676800} \right)$$

$$\sigma^o = ATAN\left(\frac{y}{x}\right)$$

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\delta = \frac{G}{2c} * lc = \left(\frac{90}{\pi R}\right) * lc$$

VALORES APROXIMADOS

$$\sigma^o \cong \left\{ \left(\frac{30}{\pi R Le} \right) \right\} * L^2$$

$$\sigma^o \text{ corregido} \cong \sigma^o - \frac{(0.0837\sigma^{o3} + 5.589 \times 10^{-6} \sigma^{o5})}{3600}$$

$$Le \cong \{(24R + 6\Delta R)\Delta R\}^{0.5}$$

$$Xo \cong \{(6R - \Delta R)\Delta R\}^{0.5}$$

Ubicadas las espirales en la poligonal se obtuvo una longitud total de 10126 mts. este tramo en particular con una longitud de 3012 mts las curvas se resumen en las carteras de localización en base al siguiente formato, Cuadro 14. Las carteras de localización y transición de peraltado de la totalidad del tramo se encuentra en los anexos.

Las carteras de localización del proyecto se encuentran en los Anexos E.
La transición de peraltado del proyecto se encuentra en el Anexo F.

Cuadro 14. Cartera de localización

CARTERA DE TRÁNSITO PI # 2. Abscisa k0 + 996.83 Tipo de empalme: Espiral Espiral Asimétrica														
ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA	AZIMUT			COORDENADAS			
	X	Y	ρ	Deflexiones				o	'	"	NORTE	ESTE		
				o	'	"								
ET	1079.41	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00							
	1070	9.41	0.01	9.41	0	4	0.39	Abscisa PI	996.83	345	54	10.07	21029.61	74761.78
	1060	19.41	0.10	19.41	0	17	2.53	Coordenadas PI		345	58	10.46	21020.48	74764.06
	1050	29.41	0.33	29.41	0	39	7.31	Norte	20922.20	346	11	12.59	21010.76	74766.41
	1040	39.40	0.81	39.41	0	39	7.31	Este	74788.75	346	33	17.38	21001.00	74768.62
	1030	49.37	1.59	49.39	1	10	14.69			347	4	24.75	20991.20	74770.59
	1020	49.37	1.59	49.39	1	50	24.46	Δ	50.41	347	44	34.53	20981.34	74772.26
	1020	59.30	2.75	59.36	2	39	36.24	R	119.61	348	33	46.31	20971.42	74773.55
	1010	69.16	4.39	69.30	3	37	49.32	Le	105.58	349	31	59.39	20961.46	74774.37
	1000	78.92	6.56	79.19	4	45	2.53	A	112.56	350	39	12.59	20951.46	74774.64
	990	88.53	9.34	89.02	6	1	14.05	τ _E Rad	0.44	351	55	24.12	20941.47	74774.28
	980	97.91	12.78	98.74	7	26	21.25	τ _E GRADOS	25.21	353	20	31.32	20931.53	74773.23
EE	973.83	103.56	15.27	104.67	8	23	16.71	X	103.56	354	17	26.78	20925.45	74772.19
EE	973.83	103.56	15.27	104.67	8	23	16.71	Y	15.27	27	55	32.36	20925.45	74772.19
	970	100.06	13.69	101.00	7	47	30.73	ΔR	3.84	28	31	18.35	20921.70	74771.39
	960	90.74	10.08	91.30	6	20	18.92	X _o	52.45	29	58	30.16	20912.05	74768.78
	950	81.18	7.15	81.50	5	2	2.03	Y _o	123.84	31	16	47.05	20902.61	74765.48
	940	71.45	4.84	71.62	3	52	42.92	TL	71.11	32	26	6.16	20893.41	74761.58
	930	61.61	3.09	61.69	2	52	23.58	TC	35.86	33	26	25.50	20884.44	74757.16
	920	51.69	1.82	51.72	2	1	5.31	CLe	104.67	34	17	43.77	20875.70	74752.31
	910	41.73	0.96	41.74	1	18	48.91	σ _e °	8.40	35	0	0.16	20867.16	74747.11
	900	31.74	0.42	31.75	0	45	34.85	F	16.88	35	33	14.23	20858.79	74741.63
	890	21.75	0.14	21.75	0	21	23.34	β°	16.80	35	57	25.73	20850.57	74735.94
	880	11.75	0.02	11.75	0	6	14.48	G	4.81	36	12	34.60	20842.44	74730.11
	870	1.75	0.00	1.75	0	0	8.29	Te	110.74	36	18	40.79	20834.37	74724.20
TE	868.25	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	Ee	16.88	36	18	49.08	20832.97	74723.17
								Cuerda	10.00					

7. DISEÑO EN PERFIL

7.1 CONCEPTOS GENERALES

El alineamiento vertical o diseño geométrico en perfil, es la proyección del eje real de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Dicha proyección mostrara la longitud real del eje de la vía el cual se denomina también rasante o subrasante.

En el estudio sobre alineamiento horizontal de carreteras se precisó que la velocidad de diseño es norma de control para los peraltes y las distancias de visibilidad que determinan la seguridad en el tránsito, y que esa velocidad, por razones de economía en la explotación, debe ser la mas uniforme y alta que permitan las condiciones topográficas de la zona escogida y el costo de la construcción.

En el diseño en perfil la influencia de las pendientes es notable en la regulación de las velocidades que puedan desarrollar los vehículos, particularmente los de mayor peso. De hay la importancia de establecer las relaciones entre unas y otras para ser concordantes las normas de diseño en planta y perfil, para determinar así las pendientes máximas y la longitud máxima aceptable para tales pendientes.

El alineamiento vertical está formado por la rasante, constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes. La inclinación de la rasante depende principalmente de la topografía de la zona que atraviesa, del alineamiento horizontal, de la visibilidad, de la velocidad del proyecto, de los costos de construcción, de los costos de operación, del porcentaje de vehículos pesados y de su rendimiento en rampas.

Tan importante como para el alineamiento horizontal, es determinante en el alineamiento vertical el relieve del terreno, con el objeto de no encarecer los costos de construcción y operación. Por tal razón:

-En terreno plano, el alineamiento sigue la topografía, exigiendo especial énfasis en el drenaje; donde se deben lograr pendientes adecuadas en las cunetas para evacuar que puedan evacuar las aguas lluvias a las alcantarillas.

-En terreno ondulado, en general las rasantes son onduladas;

-En terreno montañoso, el alineamiento está condicionado por las restricciones y condiciones topográficas;

-En los terrenos escarpados, el alineamiento vertical está definido, por las divisorias de aguas.

El alineamiento vertical y el alineamiento horizontal deben ser consistentes y balanceados, en forma tal que los parámetros del primero correspondan y sean congruentes con los del alineamiento horizontal. Lo ideal es la obtención de rasantes largas con un ajuste óptimo de curvas verticales y curvas horizontales a las condiciones del tránsito y a las características del terreno.

7.2 PENDIENTES

Las pendientes del eje de la carretera pueden producir variaciones en la velocidad de operación de los vehículos. Si la pendiente es cero, es decir si el tramo es horizontal no afecta la velocidad; si es negativa o sea que baja en el sentido del abscisado, los conductores tendrán que reducir la velocidad por razones de seguridad; y si es positiva, o sea que sube en el sentido considerado, la componente del peso del vehículo paralela a la superficie de la vía se opone a la fuerza de tracción, lo cual hace especialmente que los vehículos pesados (camiones) reduzcan su velocidad y que esa reducción sea tanto más rápida cuanto mayor sea la pendiente de la carretera; Las pendientes recomendadas por el Instituto Nacional de Vías se encuentran en el cuadro 15. Se toma como pendiente máxima el 8%, de acuerdo al tipo de terreno (Montañoso) y la velocidad de diseño de 60 km/h.

Cuadro 15. Pendiente máxima según velocidad de diseño

Tipo de Carretera	Tipo de Terreno	VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carretera Principal de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	4	3	3	3
	Ondulado	-	-	-	-	-	5	5	4	4	4
	Montañoso	-	-	-	-	-	6	6	5	5	5
	Escarpado	-	-	-	-	-	7	6	6	6	-
Carretera Principal de una calzada	Plano	-	-	-	-	5	4	4	3	-	-
	Ondulado	-	-	-	6	6	5	5	4	-	-
	Montañoso	-	-	-	8	7	7	6	-	-	-
	Escarpado	-	-	-	8	8	7	-	-	-	-
Carretera Secundaria	Plano	-	-	7	7	7	6	-	-	-	-
	Ondulado	-	11	10	10	9	8	-	-	-	-
	Montañoso	-	12	11	11	10	-	-	-	-	-
	Escarpado	15	14	13	12	-	-	-	-	-	-
Carretera Terciaria	Plano	-	7	7	7	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	11	11	10	10	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	14	13	13	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	16	15	14	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Manual de diseño Geométrico INVIAS.

7.2.1 Longitud crítica de pendiente. Es la máxima longitud en subida sobre la cual un camión cargado puede operar sin ver reducida su velocidad por debajo de un límite fijado.

Estos valores se establecen de acuerdo con la capacidad y potencia de un camión tipo considerado como vehículo de diseño.

El Ministerio de Obras Públicas de Colombia recomienda adoptar como longitud crítica de una pendiente, la pendiente horizontal necesaria medida desde el comienzo de esta pendiente para que un vehículo en ascenso, alcance una altura de 15 mts de la pendiente dada. Estos datos se calcularon y se consignan en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Longitud crítica de pendiente

LONGITUD CRITICA DE PENDIENTES						
Pendiente de Subida %	3	4.29	6.00	7.50	8.82	10.00
Longitud Crítica de Pendiente (mts)	500	350	250	200	170	150

Se debe tener en cuenta que, en los terrenos planos el alineamiento vertical puede ceñirse a la topografía para reducir el movimiento de tierra. Es aconsejable adoptar una pendiente mínima para la evacuación de agua por las cunetas, estas pendientes son:

Pendiente mínima para terrenos planos 0.3% y para terrenos montañosos 0.5%. Teóricamente la pendiente más económica es aquella que permita al vehículo subir en alta velocidad a la velocidad más eficiente con el menor consumo de combustible.

Desde este punto de vista las pendientes entre 3 y 5 % resultarían más económicas y eficientes; sin embargo, difíciles de lograr en terrenos con topografía variable como en este caso.

7.3 CURVAS VERTICALES

Se utilizan para empalmar dos tramos de pendientes constantes determinadas para suavizar la transición de una pendiente a otra en el movimiento vertical de los vehículos, también ayudan en la seguridad, comodidad y apariencia de la vía, las más utilizadas son los arcos parabólicos que producen un cambio constante de pendiente. En el proyecto, se utilizan curvas simétricas respecto al PIV, sus medidas como en todos los trabajos topográficos se hacen horizontal y verticalmente.

El punto común de una tangente y una curva vertical en el origen de ésta, se representa como PCV y como PTV el punto común de la tangente y la curva al final de ésta. Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le denomina PIV, y a la diferencia algebraica de pendientes en ese punto se le representa por la letra A. Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas.

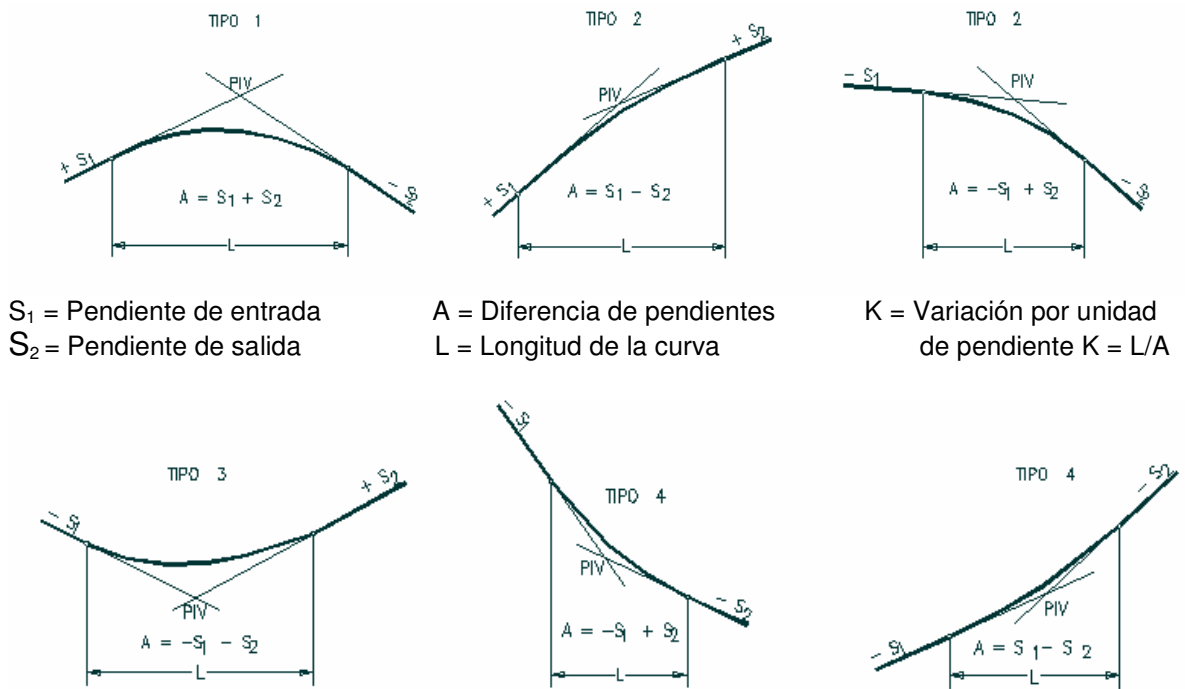
Para una operación segura de los vehículos al circular sobre curvas verticales, especialmente si son convexas, deben obtenerse distancias de visibilidad adecuadas, como mínimo iguales a la de parada.

Debido a los efectos dinámicos, para que exista comodidad es necesario que la variación de pendiente sea gradual, situación que resulta más crítica en las curvas cóncavas, por actuar las fuerzas de gravedad y centrífuga en la misma dirección.

Debe también tenerse en cuenta el aspecto estético, puesto que las curvas demasiado cortas pueden llegar a dar la sensación de quiebre repentino, hecho que produce cierta incomodidad. Figura 34.

Figura 34. Tipos de curvas verticales

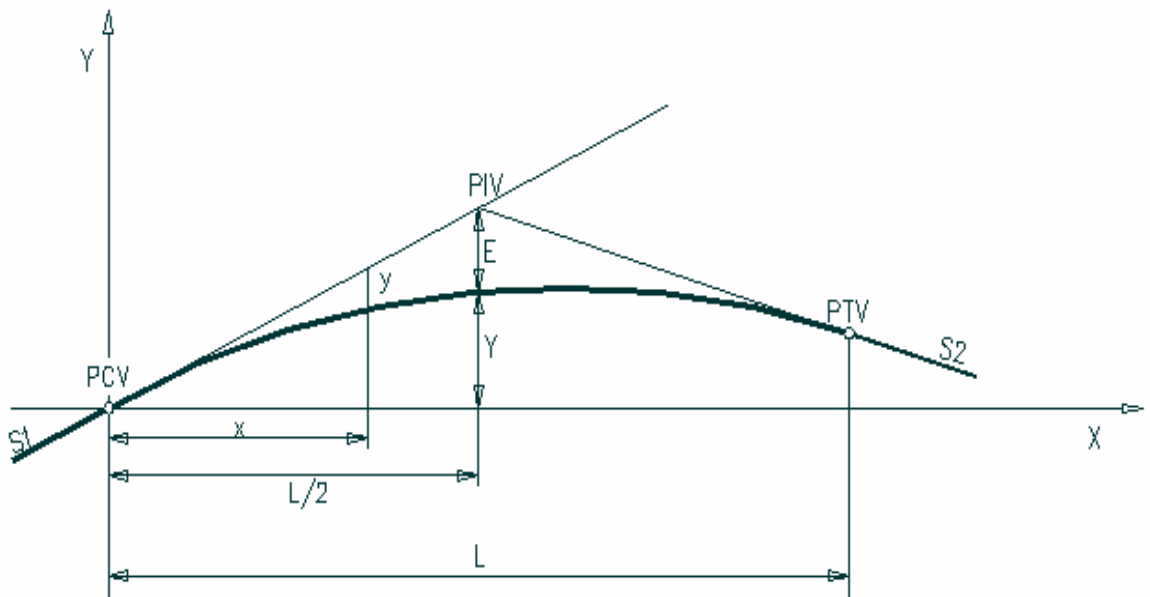
CURVAS VERTICALES CONVEXAS



CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS

La curva vertical recomendada es la parábola cuadrática, cuyos elementos principales y expresiones matemáticas se incluyen a continuación, tal como se aprecia en la Figura 35.

Figura 35. Elementos de la curva vertical



L = Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, (m).

S1 = Pendiente de la tangente de entrada, (%).

S2 = Pendiente de la tangente de salida, (%).

A = Diferencia algebraica de pendientes, o sea

$$A = |S_1 - S_2|$$

E = Externa: Ordenada vertical desde el PIV a la curva, que se determinará así:

$$E = \frac{A}{200L} \left(\frac{L}{2}\right)^2$$

X = Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o PTV, (m)

Y = Ordenada vertical en cualquier punto (m) y, se calcula mediante la expresión:

$$Y = \frac{A}{200L} (X)^2$$

Esta ordenada se le resta a las cotas de las tangentes en las curvas verticales tipo 1 y 2 y se le suma en las tipos 3 y 4

PCV = Principio de la curva vertical.

PIV = Punto de intersección de las tangentes verticales.

PTV = Terminación de la curva vertical.

Para determinar la longitud de las curvas verticales se debe tener en cuenta:

- a. Criterios de comodidad. Se aplica al diseño de curvas verticales cóncavas, en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección, se suma al peso propio del vehículo. Generalmente queda englobado siempre por el criterio de seguridad.
- b. Criterios de operación. Se aplica al diseño de curvas verticales con visibilidad completa, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.
- c. Criterios de drenaje. Se aplica al diseño de curvas verticales convexas o cóncavas, cuando están alojadas en corte. Para advertir al diseñador la necesidad de modificar las pendientes longitudinales de las cunetas.
- d. Criterio de seguridad. Se aplica a curvas cóncavas y convexas. La longitud de la curva debe ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada. En algunos casos, el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de adelantamiento.

En el diseño vertical de la variante occidental, se puede identificar que los cortes son mayores que los rellenos por las irregularidades en el terreno donde se plantea la vía y bajo las condiciones que se plantean por la administración. En la mayoría de tramos de la vía se utilizan pendientes manejables a longitudes menores que la longitud crítica sin ningún problema, exceptuando los cortes, que como ya se dijo son inevitables por la topografía y donde lo único que se puede hacer es disminuirlos.

Los cálculos y elementos de las curvas verticales se resumen en la cartera. Cuadro 17 y el total en los anexos G.

Cuadro 17. Cartera de Curvas verticales

CARTERA DE NIVEL					
PIV #10 Abscisa K2 + 924.19					
PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	2874.19				
	2874.19	2865.23	0.00	2865.23	P entrada 2.88
	2884.19	2865.52	0.05	2865.47	P salida -7.13
	2894.19	2865.81	0.20	2865.61	A -0.10
	2904.19	2866.10	0.45	2865.65	L 50.00
PIV	2914.19	2866.39	0.80	2865.59	Cota PIV 2866.68
	2924.19	2866.68	1.25	2865.42	Abscisa PIV 2924.19
	2934.19	2865.96	0.80	2865.16	R -0.002
	2944.19	2865.25	0.45	2864.80	cuerda 10.00
	2954.19	2864.54	0.20	2864.34	
PTV	2964.19	2863.82	0.05	2863.77	
	2974.19	2863.11	0.00	2863.11	
	2974.19				

8. CUBICACIÓN

Cubicar es el proceso de medir el volumen de un cuerpo con la capacidad de un hueco para apreciarlos en unidades cúbicas; en este caso, consiste en cuantificar el volumen en corte y terraplén que se tienen a lo largo del proyecto.

Los cortes y rellenos surgen a partir de la asignación de las pendientes especificadas para el diseño de curvas verticales obteniendo así una cota de trabajo que se representa con el signo “+” si se trata de corte y con el signo “-” si se trata de relleno.

En un proyecto se debe buscar el equilibrio entre los volúmenes de corte y terraplén para que los primeros se construyan con los segundos. Muchas veces esta compensación es difícil de lograr pues la naturaleza del terreno o la calidad de materiales impide la compensación y utilización de materiales.

8.1 TALUDES

Se denominan taludes los planos laterales que limitan las excavaciones en corte y los volúmenes en terraplén en la construcción de vías.

Los taludes se miden por el ángulo que forman tales planos con la vertical en cada sección recta de la vía; medida determinada en tanto por uno en el que la unidad tiene sentido vertical, así en los cortes se utilizó taludes de $\frac{1}{2}$ por 1, en terraplén se utilizó taludes de 1 por 1 y 1.5 por 1. Estos valores se adoptaron superando los estipulados en la tabla 3.5.5 del Manual de diseño Geométrico del INVIAS, por seguridad en el prediseño, de acuerdo a la magnitud del movimiento de tierra, Es necesario aclarar que el estudio de suelos para la etapa de diseño final es indispensable para determinar estos valores.

8.4 ESTACAS DE CHAFLÁN Y DE CEROS

Las estacas de chaflán se colocan en el terreno en los puntos donde los taludes de corte o terraplén cortan la superficie del terreno. Existen dos procedimientos para la localización de esas estacas: uno es de ejecución directa en el terreno en cada punto abscisado del eje de la vía y otro en el levantamiento del perfil transversal. Para obtener las secciones transversales de este proyecto se utilizó el mismo procedimiento teórico que se lleva a cabo en el campo tomando las formulas según el caso.

Ubicado en el plano el eje del proyecto se encuentra la pendiente natural del terreno midiendo una distancia y la diferencia de cotas entre los extremos; de

acuerdo con esto, se asume una distancia “d” que con la pendiente del terreno permite encontrar una altura “h”. Seguidamente se calcula la distancia “d” y se compara con la asumida hasta que sean iguales, punto en el cual se ubica en el chaflán los cálculos y procedimientos que se indican en el cuadro 18. y Anexo H. Chaflanes

8.2.1 Estacas de ceros. Son los puntos en los cuales se pasa de corte a terraplén o viceversa, es decir, donde ambos valen cero. Los puntos de cero pueden estar sobre una sección transversal o a lo largo del eje, del borde de la banca o de cualquier otra línea longitudinal.

La ubicación de estos puntos indican la aparición de secciones mixtas en el proyecto.

Después de determinar la totalidad de puntos de chaflán cada veinte metros se obtuvieron 508 secciones representadas en el plano correspondiente.

Posteriormente, se calculan las áreas de dichas secciones gráficamente mediante la utilización del programa Auto CAD. En el transcurso del proyecto, se obtuvieron grandes volúmenes de corte presentes principalmente en las depresiones de los cursos de agua de las Quebradas Catambuco, Gualmatán, Mijitayo y el Cuscungo que no se compensan con los rellenos, aclarando que en el diseño en perfil las pendientes utilizadas se adaptaban a las vías existentes por lo cual se generaron estos cortes, se plantea entonces una nueva alternativa que siguiendo la ruta escogida por la Secretaria de Planeación, lleve las pendientes en dirección contraria a la primera alternativa, lo que implica la utilización de puentes con mayor longitud y mayores volúmenes de relleno que se deben analizar y comparar en lo que se refiere a costos.

Cuadro 18. Cartera de Chaflanes

CARTERA DE CHAFLANES																	
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	Talud	Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES						AREA		VOLUMEN			
				PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno					
KO +	0.00	2893	2892.15	1.68	Corte 1:1/2	Relleno 1 1/2:1	2	2	1.95	0.85	0.00	-1.20	15.08	0.25	198.89	18.73	
									7.98		6.20	8.73					
	20.00	2892.4	2892.67		Corte 1:1/2	Relleno 1 1/2:1	2	2	1.55	-0.27	-0.27		5.58	1.88	77.72	72.75	
									7.78		7.41						
	40.00	2892.3	2892.66		Corte 1:1/2	Relleno 1 1/2:1	2	2	1.42	-0.36	-0.58		2.41	5.74	5.74	194.70	
									7.71		7.86						
	60.00	2891.8	2892.93		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	-0.32	-1.13	-1.66			14.37		434.42	
									7.48		9.49						
	80.00	2891.6	2893.19		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	-1.87	-1.59	-0.36			29.07		628.28	
									9.81		7.56						
	100.00	2891.6	2893.46		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	-1.86	-1.86	-4.00			33.76		630.47	
									9.79		13.00						
	120.00	2891.9	2893.72		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	-1.33	-1.82	-3.10			29.29		692.04	
									9.00		11.62						
	140.00	2891.6	2893.98		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	-2.11	-2.38	-3.02			39.92		802.82	
									10.17		11.53						
	160.00	2891.8	2894.24		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	-2.17	-2.44	-2.75			40.36		740.99	
									10.26		11.23						
	180.00	2892.7	2894.50		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	-1.81	-1.80	-3.48			33.73		643.51	
									9.72		12.18						
	200.00	2892.9	2894.77		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	-0.95	-1.87	-3.56			30.62		618.29	
									8.43		12.34						
	220.00	2893.2	2895.03		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	-1.12	-1.83	-4.46			31.21		624.32	
									8.68		13.72						
	240.00	2893.5	2895.29		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	-1.30	-1.79	-3.46			31.22		644.37	
									8.95		12.16						
	260.00	2893.8	2895.55		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	-1.50	-1.75	-3.42			33.22		545.14	
									9.25		12.16						
	280.00	2894.3	2895.81		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	-1.05	-1.51	-1.78			21.30		310.34	
									8.58		9.49						
	300.00	2895.3	2896.08		Relleno 1 1/2:1	Relleno 1 1/2:1	2	2	-0.37	-0.78	-1.55			9.74	11.27	64.92	
									7.56		9.40						
	320.00	2896.4	2896.32		Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2	2	0.90	0.08	-0.09		5.80	60.40	178.51		
									7.45		7.05						
	340.00	2897.3	2896.52	Corte 1:1/2	Corte 1:1/2	2	2	0.99	0.78	0		12.05		339.98			
								7.50		9.5							

8.3 DETERMINACIÓN DE VOLÚMENES

El volumen de material que se debe cortar y el que se debe colocar para formar rellenos en la construcción de una carretera se calculan sumando los cortes o los rellenos parciales que se hallan entre secciones transversales consecutivas distantes entre sí 20 metros, sin embargo, el volumen no se puede calcular con gran exactitud pues, el cuerpo geométrico al cual se trata de asimilar tiene como una de sus caras la superficie del terreno que es más o menos irregular. Se utilizan entonces fórmulas que dan valores aproximados a los posibles valores reales; la exactitud depende de la cantidad de datos que se utilicen.

El caso más sencillo es el de encontrar secciones homogéneas en corte o terraplén; aquí se puede utilizar fórmulas sencillas de figuras prismoidales. El volumen del prismoide se calcula según la expresión:

$$V = \frac{L}{6} * (A1 + A2 + 4Am)$$

Donde:

V volumen del prismoide (m³)

A1: Área de la sección transversal extrema inicial (m²)

A2: Área de la sección transversal extrema final (m²)

L: Distancia entre las secciones transversales (m)

AM: Área de la sección media (m²). Es aquella sección situada exactamente a L/2

En el caso de secciones compuestas los volúmenes se calculan de la siguiente forma.

$$Volumendecorte = troncodepiramoide = \frac{L}{3} * (A1 + A2 + \sqrt{(A1 * A2)})$$

$$VolumenTerraplen = A * \frac{L}{3}$$

El volumen en curvas tienen un tratamiento especial por cuanto se debe considerar la excentricidad de las secciones y los volúmenes deben tener una corrección, pues se deberían calcular geoméricamente como sólidos de revolución de acuerdo con el teorema de Pappus; sin embargo, el sistema usual en Colombia para este cálculo es el denominado de las áreas medias que se aplica para volúmenes tanto en tangentes como en curvas sin hacer ningún tipo de corrección por excentricidad. Este sistema es aceptado bajo el criterio de que no es posible la aplicación de cálculos, dadas las irregularidades del terreno y los errores alternantes pueden compensarse y no acumularse en un solo sentido. Además se debe tener en cuenta que no existe información sobre el material presente, por lo cual no se puede llegar a una conclusión exacta.

8.4 DIAGRAMA DE MASAS

El proyecto de alineamiento vertical o de diseño de la subrasante en el perfil debe realizarse bajo un doble punto de vista: la aplicación de especificaciones sobre el diseño geométrico tanto en pendientes y distancias de visibilidad y de economía en el costo de movimiento de tierras.

Cuando se diseña el perfil longitudinal de una vía se trata de lograr que el volumen de corte y terraplén sean aproximadamente iguales, para hacer un análisis de esta situación se hace una grafica continua que representa el volumen acumulado neto del material, desde una estación inicial dada tomando los cortes positivos y los rellenos negativos se dibuja el perfil para comparar los movimientos de tierra y su compensación; como ya se dijo anteriormente el proyecto presenta un volumen de corte mucho mayor que el terraplén razón por la cual se debe analizar las posibilidades de transporte de material y en el caso de continuar en la siguiente fase del proyecto se debe identificar el tipo de material para determinar si se puede o no utilizar. Por otro lado también se debe obtener un coeficiente de expansión de suelo presente para sustituir el teórico.

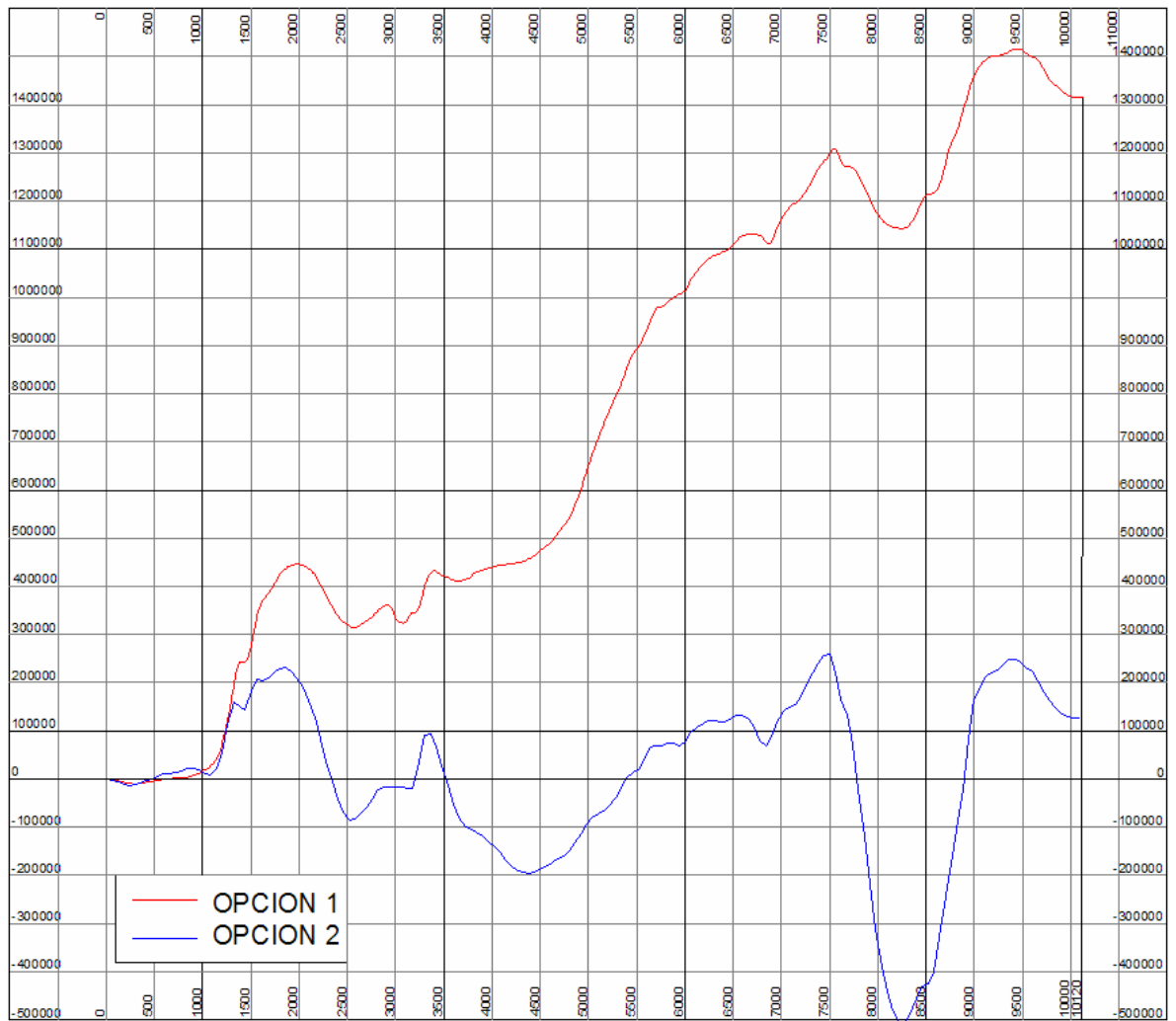
La cartera de masas muestra la gran diferencia entre cortes y rellenos, por obvias razones el volumen acumulado es de 1416130.97 m^3 con signo positivo lo que indica que todo este material se debe cortar, esto es causado por las irregularidades del terreno que se deben adecuar para tratar de conseguir las especificaciones del proyecto, que en uno de los tramos mas críticos no se pudieron lograr, viéndose la necesidad de utilizar pendientes mayores para terminar el diseño de la vía por esta ruta.

Del diagrama de masas que representa este volumen acumulado se observa que existe una leve compensación, el diagrama de masas se hace en base a una cartera obtenida de los volúmenes de corte y relleno que se van acumulando a lo largo de las abscisas. Para nuestro cálculo se adopto valores de variación de volúmenes para corte y relleno de 0.75, valores que cuando no se cuenta con el estudio de suelos se pueden adoptar y están aceptados por el Ministerio de Obras

públicas para un prediseño. El diagrama de masas presentado es a título informativo y no se debe tomar para un diseño definitivo. Anexo I. Cartera de masas.

En una segunda opción de diseño se puede observar una compensación entre relleno y corte aceptable, que implica utilizar un mayor volumen de relleno en varios tramos de la vía, enfrentándose así a bases de gran magnitud para conformar el talud. Lo cual traería incomodidad en los sectores poblados y mayor cuidado en la construcción de terraplenes, se debe analizar también al igual que en la primera opción la posibilidad de utilizar el material de corte, las opciones del diagrama se muestran en la figura 36

Figura 36. Diagrama de masas



9. COSTO APROXIMADO DE PREDIOS AFECTADOS

Para la valoración económica de los predios afectados se dividió la longitud total del proyecto en zonas homogéneas de acuerdo a la productividad, actividades económicas y la topografía, factores que pueden incrementar o disminuir el valor del metro cuadrado o hectárea de terreno.

Bajo estas consideraciones se pueden distinguir las siguientes zonas:

- ❖ Zona 1: ubicada entre la vía Panamericana y Catambuco, por tratarse de haciendas dedicadas a la ganadería tienen un mayor valor por hectárea
- ❖ Zona 2: corresponde a zonas de mayor pendiente y menor fertilidad donde la actividad agrícola no es muy importante (Cañón Quebrada Catambuco).
- ❖ Zona 3: son tierras relativamente planas dedicadas al cultivo de trigo
- ❖ Zona 4: similar a la zona 2 (Quebrada Gualmatán)
- ❖ Zona 5: son tierras con las mismas características iguales a la zona 3
- ❖ Zona 6: corresponde a una zona de problemática social pues la vía afecta algunas construcciones y al valor del predio se adiciona el valor de las construcciones que en este caso no son muy valiosas por sus materiales y antigüedad
- ❖ Zona 7: se presentan cultivos de trigo en tierras de fertilidad media se presenta gran cantidad de rocas volcánicas
- ❖ Zona 8: es una zona de problemática social, en este caso la vía atraviesa la vereda Anganoy en un sector casi urbano, razón por la cual un gran número de viviendas se ve afectado, se debe tener en cuenta el valor del terreno y de la construcción, además en el futuro la problemática que se generaría con la reubicación.
- ❖ Zona 9: son tierras muy productivas dedicadas al cultivo de hortalizas y la ganadería, a diferencia de los predios de Catambuco además de haciendas se encuentran pequeñas parcelas que en algunos casos se deberían comprar en su totalidad.
- ❖ Zona 10: Cañón del Cuscungo es una zona bastante escarpada y rocosa de poco valor, sin embargo, se debe tener en cuenta el aspecto ambiental pues se trata de una reserva de agua
- ❖ Zona 11: es un sector que forma parte del perímetro urbano por lo cual tiene un valor económico mayor. Figura 36 y 37.

Figura 37. Valoración económica de predios afectados

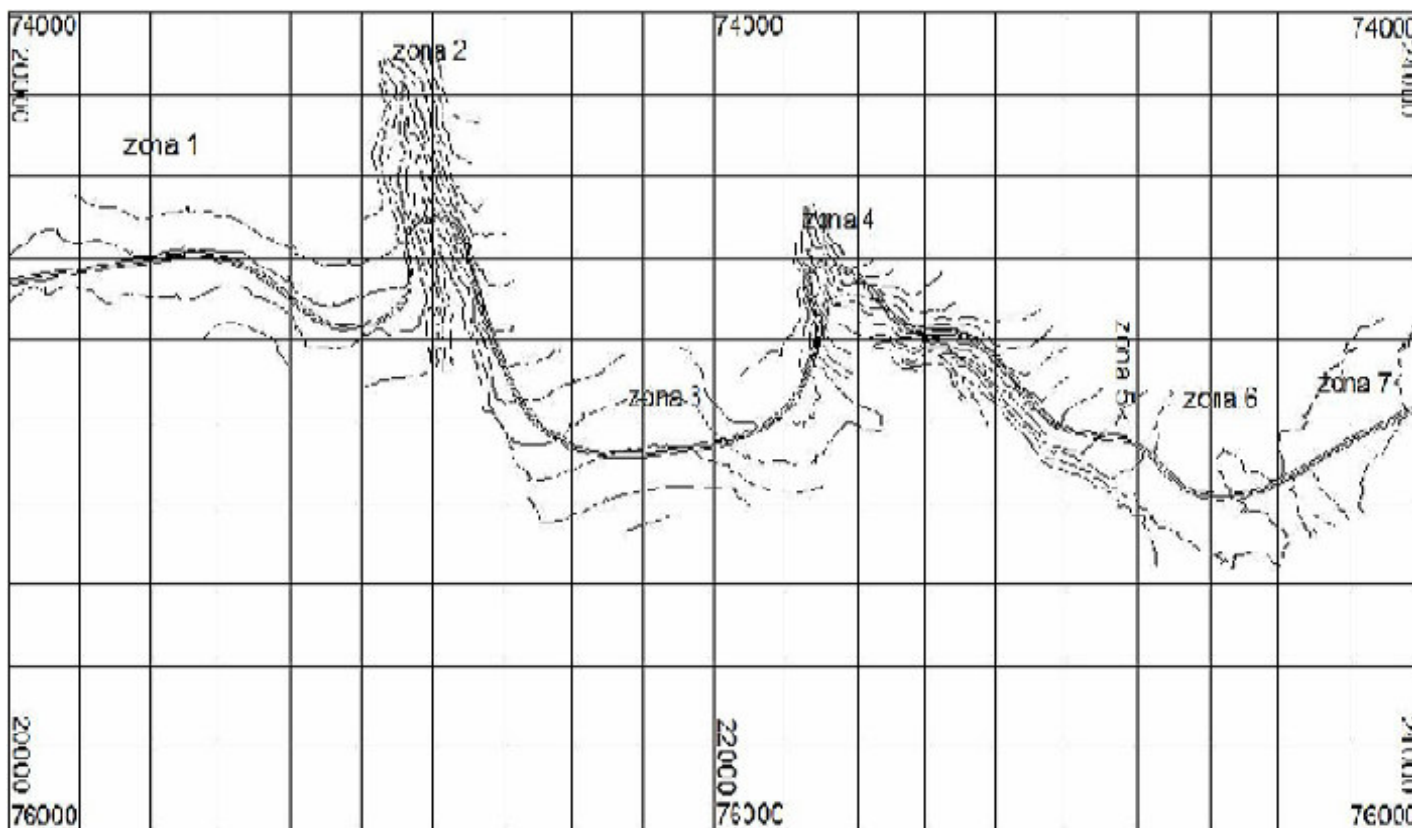
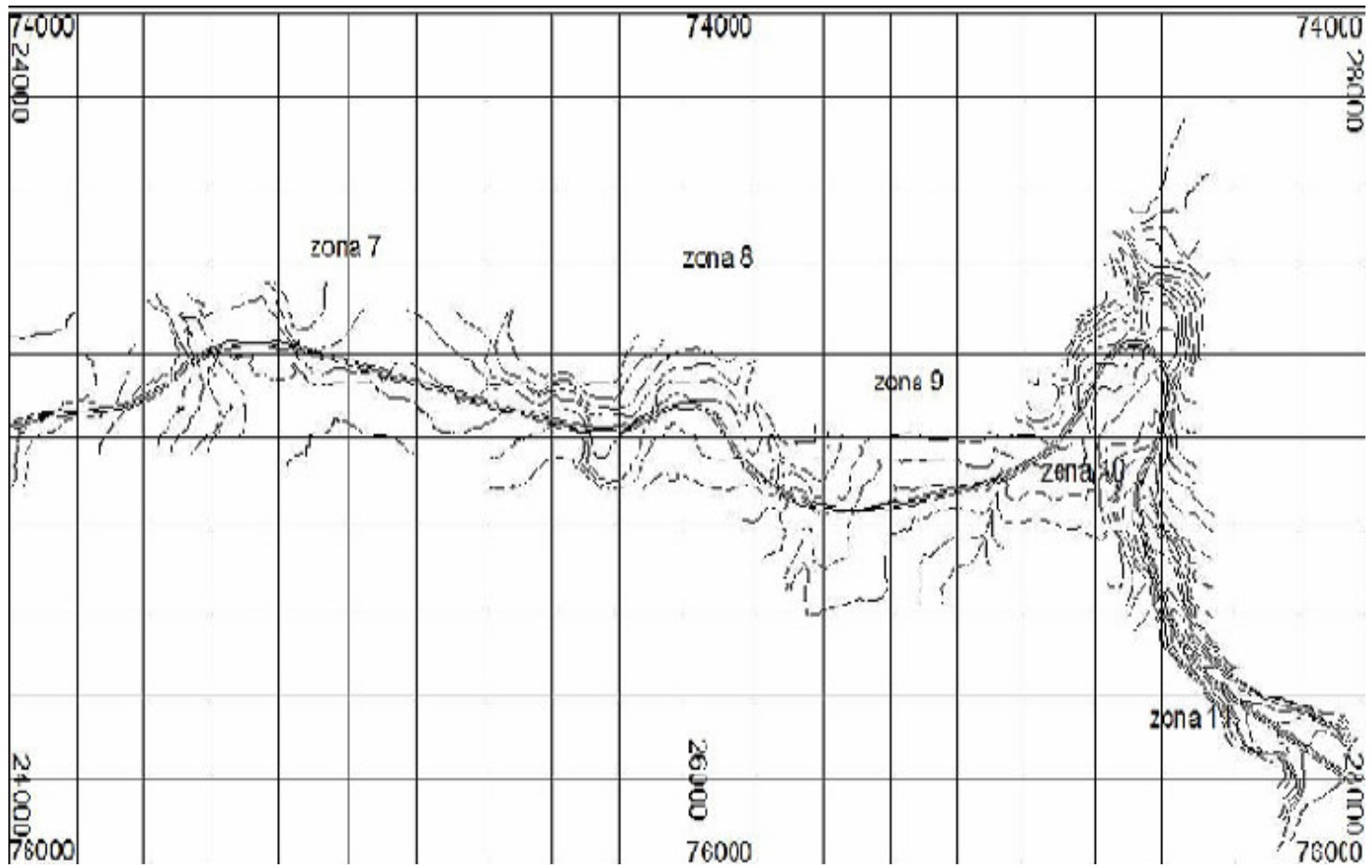


Figura 38. Valoración económica de predios afectados



El valor del metro cuadrado o hectárea de terreno en las diferentes zonas, y la longitud de las mismas se presentan en el cuadro 19.

El costo aproximado para la compra de predios a lo largo de todo el proyecto es de 3298032000 pesos, para estimar este valor se midió los metros cuadrados de terreno utilizados por la vía; en el caso de lotes construidos se tomo un 50 % como valor base para metro cuadrado de construcción.

Cuadro 19. Valor aproximado de predios

VALOR APROXIMADO DE PREDIOS AFECTADOS VIA VARIANTE OCCIDENTAL				AREA AFECTADA		
ZONAS	LONGITUD D	LONGITUD HASTA	VALOR	valor en m ²	m ²	Costo Aprox. de terreno
1	0	1050	45-60 Millones/Ha	5250	25200	132300000
2	1050	1900	3 Millones/Ha	300	17000	5100000
3	1900	2580	15-20 Millones/Ha	1750	13800	23800000
4	2580	4080	2-3 Millones/Ha	250	29800	7400000
5	4080	4280	15-20 Millones/Ha	1750	4000	7000000
6	4280	4600	50000-80000 m ² Terreno y	65000	4800	312000000
			60000 m ² de Construcción	60000		144000000
7	4600	6800	15-20 Millones/Ha	1750	46000	80500000
8	6800	7700	50000-80000 m ² de Terreno y	65000	18000	1170000000
			60000 m ² de Construcción	60000		540000000
9	7700	8600	15000-20000 m ² de Terreno	17500	18000	315000000
10	8600	9730	2-3 Millones/Ha	250	22800	5650000
11	9730	10126,63	60000-80000 m ² de Terreno	70000	7932,6	555282000
TOTAL				348800	206732,6	3298032000

10. DISEÑO DE DRENAJES

El drenaje es una variable fundamental que determina la durabilidad de la vía, pues previene los daños que el agua pueda causar en la estructura, disminuyendo la resistencia al corte de los suelos provocando fallas en taludes, terraplenes y superficies de rodamiento.

Para este caso consideramos el drenaje superficial que se clasifica en drenaje longitudinal que corresponde a las cunetas, sumideros, contracunetas, entre otros.

Las cunetas son canales situados al lado de la banca de la vía en corte y tiene como función, interceptar el agua que escurre de la corona del talud, para llevarla a zonas que no afecten la vía. El diseño de cunetas se hace con la fórmula de Manning.

El drenaje transversal tiene por objeto dar paso al agua que cruza de un lado a otro de la vía, corresponden principalmente a las alcantarillas, los puentes y la pendiente transversal de la vía. Para el diseño de alcantarillas se utilizó el Método Racional, que tiene por objeto estimar el caudal máximo de aguas lluvias que llega a una estructura; este caudal es proporcional a:

- El área desaguada afectada por un coeficiente de reducción llamado de Escorrentía.
- La intensidad promedio de lluvia caída en un periodo de tiempo llamado Periodo de Concentración.

La fórmula se expresa de la siguiente manera

$$Q = 2.78 * C * I * A$$

Donde:

Q = Caudal máximo de aguas lluvias, expresado en L/s.

A = Área tributaria de drenaje, en Ha.

I = Intensidad promedio de la lluvia en mm/h.

C = Coeficiente de escorrentía.

La ubicación de alcantarillas se hizo con base en la topografía ubicando las zonas bajas del terreno donde el agua llega por escorrentía. Se estimó el área tributaria alrededor de estos puntos de manera que todas las curvas de nivel sean más altas para garantizar el escurrimiento.

El coeficiente de escorrentía se tomó de acuerdo a la norma RAS que indica que para pendientes moderadas en laderas sin vegetación **C = 0.6**. el periodo de retorno para este tipo de estructuras es 5 años, con este valor se obtiene la intensidad de las curvas Intensidad – Frecuencia – Duración de la estación de Obonuco. Con esto se hace el cálculo hidráulico teniendo en cuenta que el tubo no trabaje más del 85% y que conserve las pendientes y velocidades recomendadas.

En los puentes el agua drena por la cuneta y cae directamente a los cursos de agua. Los cálculos se resumen en el cuadro 20.

Cuadro 20 . CALCULO ALCANTARILLAS VIA PERIMETRAL OCCIDENTAL

AB0818A	Tramo	Área tributaria (Ha)		Coeficien de escorren	Tiempo de concentración (min)			Periodo de retorno de lluvias		DISEÑO										Condiclon			
										C	Entrada	Recorrid	Total	Intensidad (l/s/ Ha)	Qdiseño (l/s)	Longitud (m)	Ø (plg)		Material	n	Pendiente (%)	Condiciones a tubo lleno	
		Nomin	Real	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	F. Tractiva (Kg/m2)	q/Q	v/V	Y/D														
		Tramo	Acumul																				
K0 + 381.71	A1	13,3110	13,31	0,60	5,00	0,05	5,05	5,00	159,72	1.275,59	14,00	36	36	Concreto	0,013	4,00%	3.777,2	5,75	9,14	0,34	0,756	0,5%	4,35
K1 + 0.35	A2	18,0000	18,00	0,60	5,00	0,05	5,05	5,00	159,74	1.725,15	14,00	36	36	Concreto	0,013	3,50%	3.533,2	5,38	8,00	0,49	0,845	0,6%	4,55
K1 + 418.16	A3	12,0000	12,00	0,60	8,24	0,25	8,50	5,00	135,59	976,25	59,00	36	36	Concreto	0,013	3,50%	3.533,2	5,38	8,00	0,28	0,717	0,4%	3,86
K2 + 480	A4	30,0000	30,00	0,60	5,00	0,05	5,05	5,00	159,77	2.875,89	14,00	40	40	Concreto	0,013	3,00%	4.332,3	5,34	7,62	0,66	0,927	0,7%	4,95
K3 + 200	A5	7,0000	7,00	0,60	7,66	0,19	7,85	5,00	139,50	585,88	51,00	PUENTE											
K3 + 620	A6	6,0000	6,00	0,60	5,00	0,07	5,07	5,00	159,60	574,56	14,00	36	36	Concreto	0,013	4,00%	3.777,17	5,75	9,14	0,15	0,600	0,3%	3,45
K4 + 000	A7	7,0000	7,00	0,60	5,00	0,07	5,07	5,00	159,58	670,22	14,00	36	36	Concreto	0,013	3,00%	3.271,12	4,98	6,86	0,20	0,665	0,4%	3,31
K4 + 620	A8	15,0000	15,00	0,60	5,00	0,05	5,05	5,00	159,73	1.437,57	14,00	36	36	Concreto	0,013	4,00%	3.777,17	5,75	9,14	0,38	0,780	0,5%	4,49
K5 + 700	A9	20,0000	20,00	0,60	5,00	0,05	5,05	5,00	159,76	1.917,12	14,00	40	40	Concreto	0,013	4,00%	5.002,49	6,17	10,16	0,38	0,780	0,5%	4,81
K5 + 780	A10	6,0000	6,00	0,60	5,00	0,07	5,07	5,00	159,55	574,38	14,00	36	36	Concreto	0,013	3,00%	3.271,12	4,98	6,86	0,18	0,638	0,3%	3,18
K6 + 285	A11	14,0000	14,00	0,60	5,00	0,06	5,06	5,00	159,70	1.341,48	14,00	36	36	Concreto	0,013	3,50%	3.533,22	5,38	8,00	0,38	0,780	0,5%	4,20
K6 + 870	A12	5,5000	5,50	0,60	5,00	0,08	5,08	5,00	159,53	526,43	14,00	36	36	Concreto	0,013	3,00%	3.271,12	4,98	6,86	0,16	0,613	0,3%	3,05
K6 + 950	A13	5,0000	5,00	0,60	5,00	0,07	5,07	5,00	159,58	478,74	14,00	36	36	Concreto	0,013	4,00%	3.777,17	5,75	9,14	0,13	0,580	0,2%	3,34
K7 + 620	A14	11,0000	11,00	0,60	5,00	0,06	5,06	5,00	159,69	1.053,97	14,00	36	36	Concreto	0,013	4,00%	3.777,17	5,75	9,14	0,28	0,717	0,4%	4,12
K7 + 925	A15	10,6000	10,60	0,60	5,00	0,06	5,06	5,00	159,66	1.015,46	14,00	36	36	Concreto	0,013	3,50%	3.533,22	5,38	8,00	0,29	0,723	0,4%	3,89
K8 + 520	A16	7,2000	7,20	0,60	5,00	0,07	5,07	5,00	159,61	689,53	14,00	36	36	Concreto	0,013	3,50%	3.533,22	5,38	8,00	0,20	0,657	0,4%	3,53
K9 + 250	A17	8,0000	8,00	0,60	5,00	0,07	5,07	5,00	159,59	766,03	14,00	36	36	Concreto	0,013	3,00%	3.271,12	4,98	6,86	0,23	0,681	0,4%	3,39
K9 + 800	A18	8,5000	8,50	0,60	5,00	0,07	5,07	5,00	159,60	813,97	14,00	36	36	Concreto	0,013	3,00%	3.271,12	4,98	6,86	0,25	0,697	0,4%	3,47

11. MEDIDAS AMBIENTALES

La construcción de una nueva vía implica un gran impacto ambiental y social en la zona, en primer lugar se debe tener en cuenta la movilización de la maquinaria y los materiales requeridos para el proyecto.

Se debe establecer también las vías de acceso, y mantenerlas constantes durante la ejecución del proyecto; para este caso la utilización de vías existentes es un factor que influye positivamente dentro del daño que se pueda provocar en la zona, es así como se lograran mantener las condiciones originales y reducir riesgos de accidentalidad lo mismo que molestias en la comunidad.

Se debe tener cuidado especial con la ubicación de especies vegetales afectadas por el proyecto y con la remoción y descapote, actividades en las cuales se debe buscar una zona para llevar el material que no se pueda utilizar, posteriormente se debe llevar a cabo un plan de revegetalización de taludes con el fin de disminuir derrumbes y erosiones en los mismos.

Otro aspecto a tener en cuenta en este tipo de proyectos son los daños a estructuras, servicios públicos, cultivos o propiedades. Cuya intervención esta prevista en el plano general de la vía, se debe pensar entonces en la reubicación y manejo adecuado de la demolición cuando esta sea necesaria.

Se deberá además identificar las obras de drenaje requerida para proporcionar una adecuada evacuación de lluvias y el manejo de los cursos de agua presentes a lo largo de la vía.

En lo que se refiere a movimientos de tierra, los cortes y terraplenes deben ser ejecutados cumpliendo estrictamente los parámetros de diseño, conociendo previamente los tipos de suelo manejado y los problemas que la excavación puede traer.

12. PROYECTO DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO VIA SAN EZEQUIEL – ANCIANATO ASPECTOS GENERALES

12.3 ENTIDAD ENCARGADA

La solicitud de Pavimentación de los barrios ubicados en la salida al norte: SAN EZEQUIEL, CARLOS PIZARRO y sector ANCIANATO realizada por la junta de acción comunal y el comité de obras del barrio, fue atendida por la entidad competente: El Instituto de valorización Municipal. Este proyecto hace parte del plan de obras de interés publico y social denominado “OBRA POR TU CIUDAD“ que busca brindar a dichos barrios una mejor calidad de vida al contar con la vía que cumple con los requerimientos básicos de las vías urbanas.

12.4 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El estado actual de la vía SAN EZEQUIEL – ANCIANATO afecta las distintas actividades socio-económicas que se desarrollan en estos sectores, debidas a la limitación en la movilidad vehicular y peatonal, provocando un impacto ambiental perjudicial para el bienestar social y urbanístico, situación que afecta la prestación del servicio de transporte urbano, puesto que las condiciones de la vía, tanto en superficie de rodadura como en geometría, no permiten que el transporte se haga de forma rápida y eficiente desde este sector hacia otros puntos de la ciudad.

12.5 LOCALIZACIÓN

El proyecto esta localizado en el sector Sur - Oriental, de la ciudad entre la calle 29 A y Cra. 18 Barrio San Ezequiel Moreno y Calle 26 entre Barrio San Diego Norte y Ancianato sobre la Cra 4.

Figura 39. Localización del proyecto barrios San Ezequiel – Ancianato



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial, febrero 2003, Pasto

12.6 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto inicia haciendo el reconocimiento del sector, realizando una inspección ocular de las vías existentes, redes eléctricas, redes hidráulicas, y telefónicas, tipo de construcciones, el perfil del terreno entre otras.

El Levantamiento topográfico se realiza sobre el eje de la vía destapada, detallando las obras existentes, y posteriormente se realiza el diseño geométrico en planta y en perfil.

Después se realizan los apiques ubicados en zonas homogéneas y se hacen los ensayos correspondientes para diseñar la estructura del pavimento rígido y elaborar el presupuesto de obra.

12.7 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto tiene una longitud de 794 mts. El ancho de calzada utilizado es de 7 metros, con andén a cada lado de 1.5 mts y zona verde de 1 mt.

12.6 VISITA AL SITIO DE LA OBRA

Se realizó una visita al sector para informarse de las condiciones topográficas, geológicas, características de los lotes, localización general, normatividad de planeación municipal (esquema básico, líneas paraméntales, etc.), Identificando la necesidad de ampliar algunas curvas y adquirir algunos lotes para lograr las especificaciones del proyecto.

Se puede identificar dos zonas dentro del proyecto, la primera corresponde a un sector totalmente urbanizado donde se manejan curvas de noventa grados, en la segunda parte, las curvas son espirales que se adaptan a la topografía y se puede prever la necesidad de un muro de contención. La superficie de la vía se encuentra en recebo, el cual se encuentra deteriorado en algunos sectores.

Figura 40. Visita al sector Barrio San Ezequiel.



Figura 41. Visita al sector Carlos Pizarro.



12.7 DIAGNÓSTICO DE REDES EXISTENTES

Se realizaron visitas a las diferentes empresas prestadoras de servicios públicos para obtener información sobre el estado actual de las redes de servicios públicos que se encuentran en estos sectores. La información se maneja internamente entre entidades estatales, por lo cual el Instituto de Valorización Municipal revisará el diseño de redes.

Además, se hace una solicitud al Departamento Administrativo de Planeación Municipal para determinar las especificaciones mínimas requeridas para el diseño, como es el ancho de carril, andenes, etc. Información que maneja éste departamento de acuerdo a la normatividad establecida en el Plan de Ordenamiento Territorial.

13. TOPOGRAFÍA Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

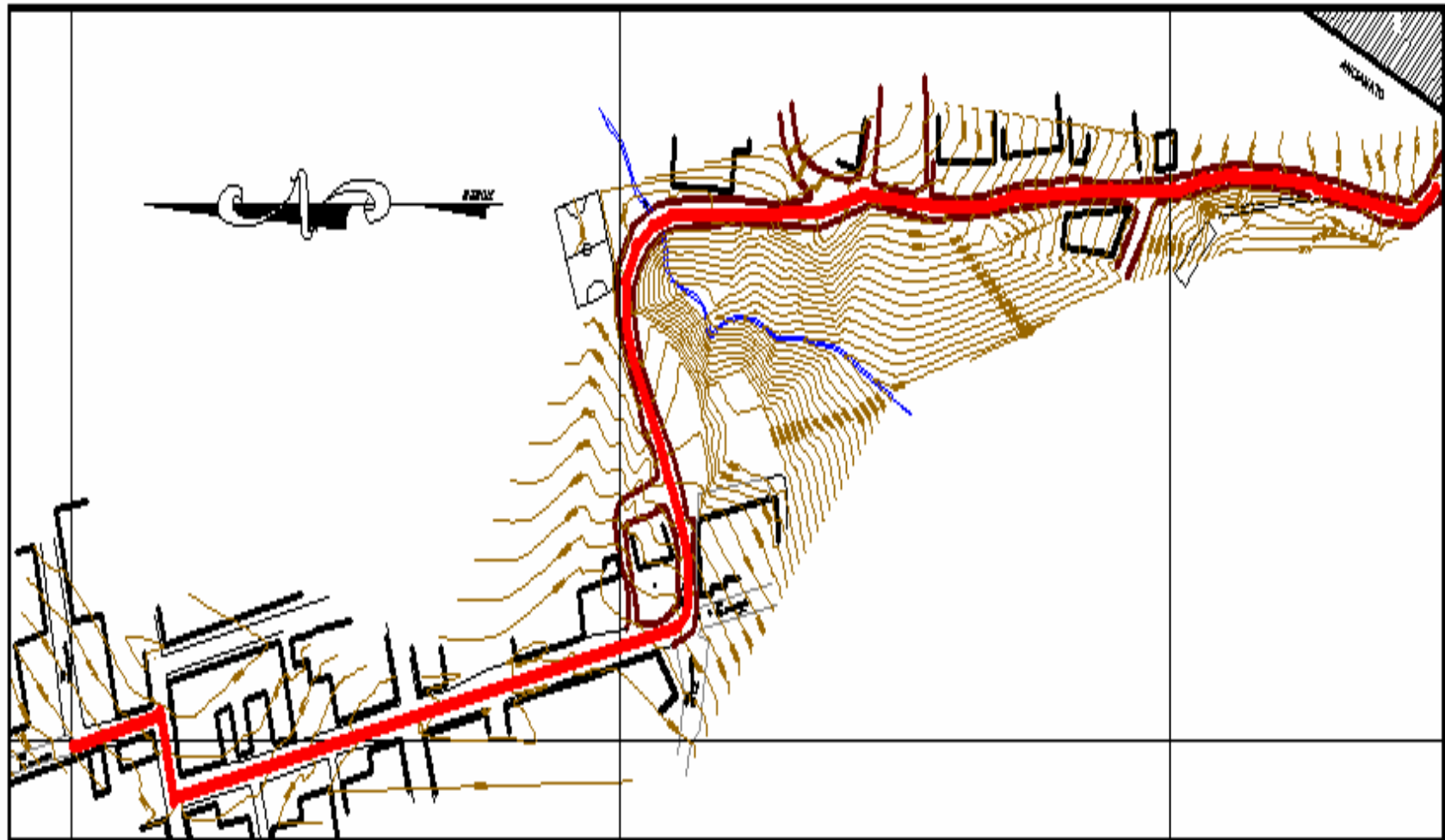
13.1 TOPOGRAFÍA (ALTIMETRÍA Y PLANIMETRÍA)

El levantamiento topográfico, se realizó con una estación total, equipo de alta tecnología muy exacto, necesario para el desarrollo de un proyecto de esta importancia. Figura 42. Dentro del levantamiento quedaron registrados: el eje de la vía, lotes y predios cercanos al eje, variables que son determinantes en el diseño geométrico y el diseño planimétrico. El manejo del equipo y la dirección del levantamiento, se realizaron bajo la dirección del Ingeniero Civil y profesional en Topografía, Simón Gómez. En la figura 43 se detalla el plano que se obtuvo del levantamiento topográfico.

Figura 42. Levantamiento Topográfico



Figura 43. Plano topográfico



13.2 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL

El diseño de la vía en planta se debe adecuar a la vía destapada, lo mismo que el diseño en perfil, ya que debe seguir las pendientes de la vía para no cambiar su geometría, lo cual se debe ajustar a la vía existente, por ser un sector habitado, teniendo gran variedad de construcciones, que no se deben ser afectadas: eje: andenes, paramentos, redes existentes, muros de contención y polideportivo, entre otros.

Figura 44. Diseño en Planta Proyecto de pavimentación “San Ezequiel – Ancianato”

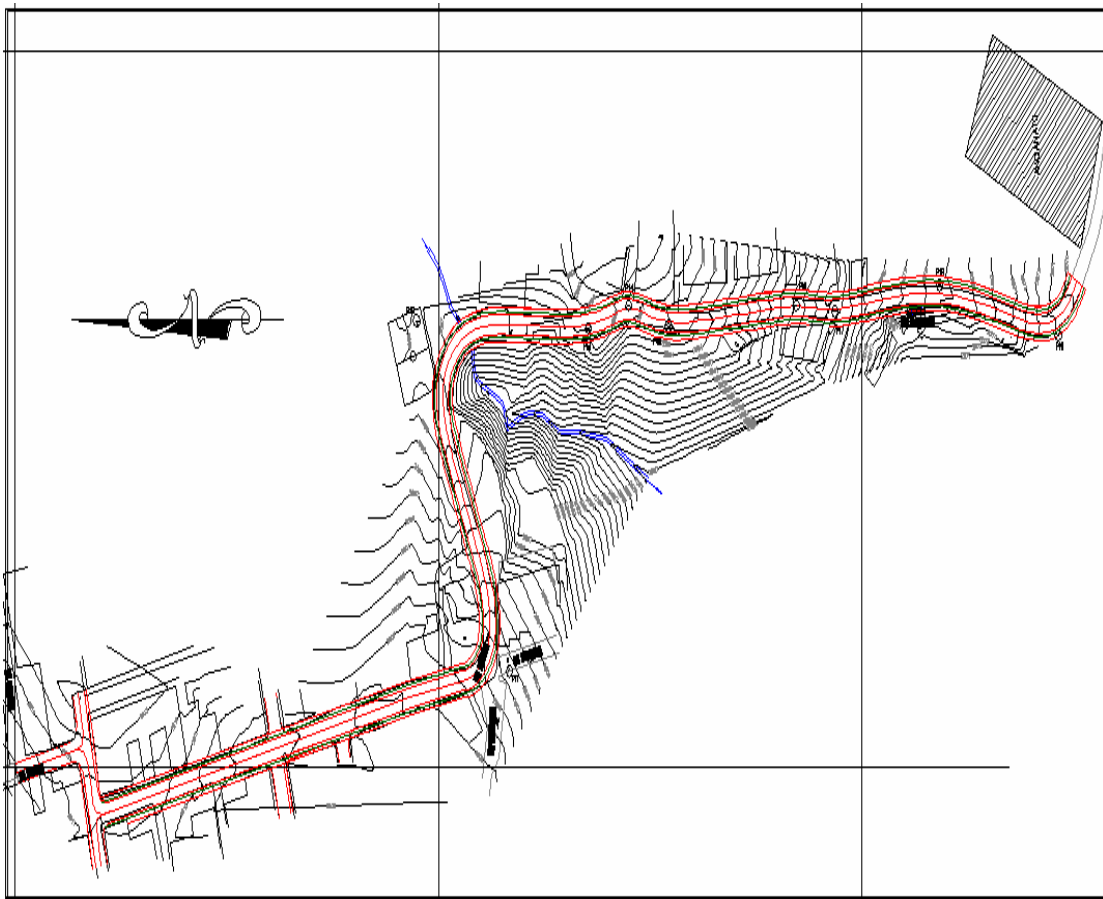
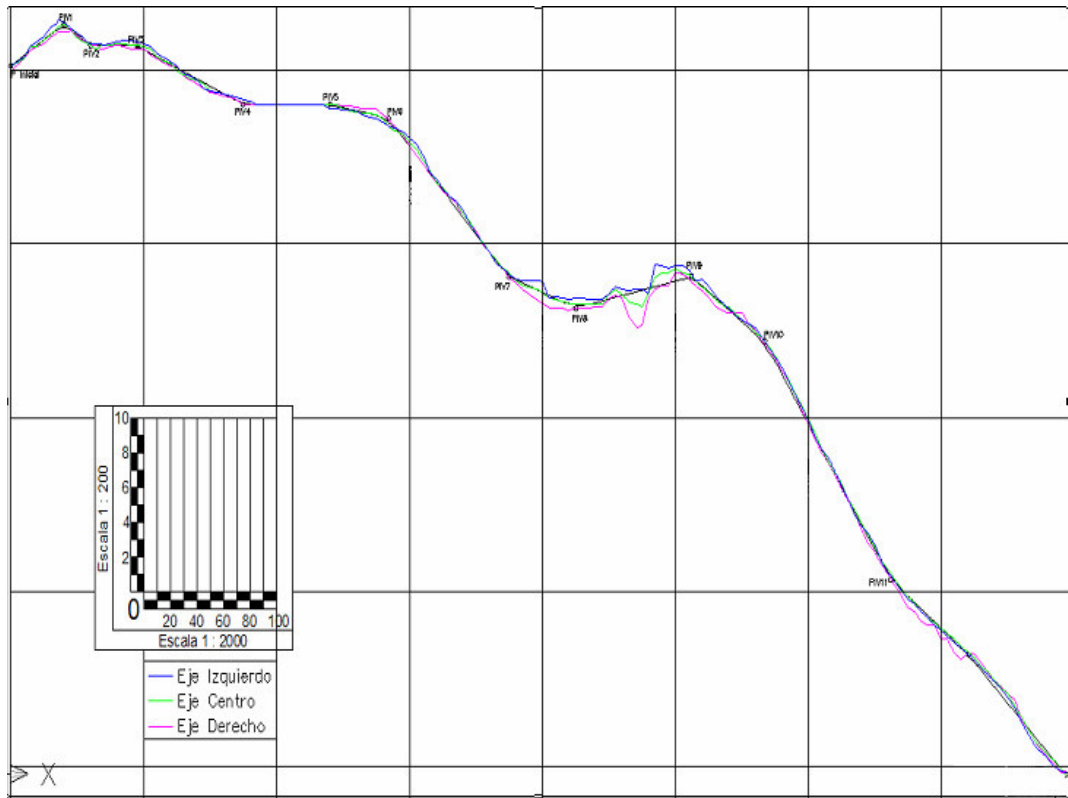


Figura 45. Diseño en perfil proyecto de pavimentación “San Ezequiel - Ancianato



Para el diseño de Intersecciones, se utilizan las Especificaciones para Vías Urbanas del Ingeniero Germán Arboleda Vélez. Cuadro 21.

- Velocidad de diseño = 50 Km/h
- Radio Mínimo de Intersecciones = 10 metros

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial el Departamento de Planeación Municipal recomienda las siguientes especificaciones, en cuanto a dimensiones mínimas:

- Ancho de Calzada = 7.00 metros
- Zona verde = 1 metro a cada lado
- Anden = 1.5 metros a cada lado

Se debe anotar que, en los barrios San Diego y San Ezequiel, es imposible utilizar el radio especificado por la existencia de construcciones nuevas que impiden radios amplios y que, por sugerencia del Instituto de Valorización, se debe tratar de evitar al máximo los daños en estas construcciones. Otro problema presentado

Cuadro 21. Especificaciones para vías urbanas

DESCRIPCIÓN		UNID.	000	000	00	00	00	00	00
1. Espaldar de concreto armado			000	100	1000	000	000	000	000
2. Borde de fondo		CPA	00	00	00	00	00	00	00
3. Borde en concreto armado	de perfil	M	100	00	00	00	00	00	00
	de alineamiento	M	200	200	200	200	200	200	200
4. Pavimento	asfalto	X	0	0	0	0	0	0	0
	concreto	X	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Curbas verticales	Con alineamiento	M/PC							
	Con la parte constructiva	M/PC	10	10	10	0	0	0	0
6. Pistas	Banda para una pista de	1 en 34-40	M	400	300	300	100	100	100
		1 en 14-20	M	200	100	100	100	100	100
	Banda para pista de	1 en 34-40	M	200	100	100	00	00	00
		1 en 14-20	M	200	100	100	00	00	00
	para	X	0	0	0	0	0	0	
	Dist. de Pistas verticales a curvas de	X	1	1	1	1	1	1	
7. Bases de concreto armado para		M	1000	1000	1000	000	000	000	000
8. Borde en concreto armado para		M	1000	000	000	000	000	000	000
9. Borde de concreto armado para		M	10	10	10				
10. Bases de	Pistas de concreto armado	23,0 mts	M	0,0	0,0	0,0	0,40	0,40	0,0
		00,0 mts	M	0,0	0,0	0,0	0,40	0,40	0,0
	Pistas de concreto armado	23,0 mts	M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		00,0 mts	M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pistas de concreto armado	23,0 mts	M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		00,0 mts	M	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0
11. Bases para el pavimento		M							
12. Bases	Bases	M	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
		M	0	0	0	0	1,0	0,0	0
	Bases de concreto armado	M	0	0	0	0	1,0	0,0	0,0
		M	0,0						
	Bases de concreto armado	M	0						
		M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13. Bases para el pavimento		M	100	00	00	00	00	00	00
14. Bases para el pavimento		M	200	200	200	100	100	00	100
15. Bases para el pavimento	Bases para el pavimento	M	10	10	10	10	10	0	0
		M/PC					0,0		
	Bases para el pavimento	M	0	0	0	0	0		
		M	100	100	100	00	00		
	Bases para el pavimento	M	00	00	00	00	00	00	00
M		100	00	00	00	00	00	00	
16. Bases para el pavimento	Bases para el pavimento	M							
		M							
17. Bases para el pavimento	Bases para el pavimento	M							
		M							
	Bases para el pavimento	M							
		M							
	Bases para el pavimento	M							
		M							
	Bases para el pavimento	M							
		M							
	Bases para el pavimento	M							
		M							
18. Bases para el pavimento		M							
19. Bases para el pavimento		M							
20. Bases para el pavimento		M							
21. Bases para el pavimento		M							
22. Bases para el pavimento		M							
23. Bases para el pavimento		M							
24. Bases para el pavimento		M							
25. Bases para el pavimento		M							
26. Bases para el pavimento		M							
27. Bases para el pavimento		M							
28. Bases para el pavimento		M							
29. Bases para el pavimento		M							
30. Bases para el pavimento		M							
31. Bases para el pavimento		M							
32. Bases para el pavimento		M							
33. Bases para el pavimento		M							
34. Bases para el pavimento		M							
35. Bases para el pavimento		M							
36. Bases para el pavimento		M							
37. Bases para el pavimento		M							
38. Bases para el pavimento		M							
39. Bases para el pavimento		M							
40. Bases para el pavimento		M							
41. Bases para el pavimento		M							
42. Bases para el pavimento		M							
43. Bases para el pavimento		M							
44. Bases para el pavimento		M							
45. Bases para el pavimento		M							
46. Bases para el pavimento		M							
47. Bases para el pavimento		M							
48. Bases para el pavimento		M							
49. Bases para el pavimento		M							
50. Bases para el pavimento		M							
51. Bases para el pavimento		M							
52. Bases para el pavimento		M							
53. Bases para el pavimento		M							
54. Bases para el pavimento		M							
55. Bases para el pavimento		M							
56. Bases para el pavimento		M							
57. Bases para el pavimento		M							
58. Bases para el pavimento		M							
59. Bases para el pavimento		M							
60. Bases para el pavimento		M							
61. Bases para el pavimento		M							
62. Bases para el pavimento		M							
63. Bases para el pavimento		M							
64. Bases para el pavimento		M							
65. Bases para el pavimento		M							
66. Bases para el pavimento		M							
67. Bases para el pavimento		M							
68. Bases para el pavimento		M							
69. Bases para el pavimento		M							
70. Bases para el pavimento		M							
71. Bases para el pavimento		M							
72. Bases para el pavimento		M							
73. Bases para el pavimento		M							
74. Bases para el pavimento		M							
75. Bases para el pavimento		M							
76. Bases para el pavimento		M							
77. Bases para el pavimento		M							
78. Bases para el pavimento		M							
79. Bases para el pavimento		M							
80. Bases para el pavimento		M							
81. Bases para el pavimento		M							
82. Bases para el pavimento		M							
83. Bases para el pavimento		M							
84. Bases para el pavimento		M							
85. Bases para el pavimento		M							
86. Bases para el pavimento		M							
87. Bases para el pavimento		M							
88. Bases para el pavimento		M							
89. Bases para el pavimento		M							
90. Bases para el pavimento		M							
91. Bases para el pavimento		M							
92. Bases para el pavimento		M							
93. Bases para el pavimento		M							
94. Bases para el pavimento		M							
95. Bases para el pavimento		M							
96. Bases para el pavimento		M							
97. Bases para el pavimento		M							
98. Bases para el pavimento		M							
99. Bases para el pavimento		M							
100. Bases para el pavimento		M							

en el diseño es que, en el mismo sector no se pudo cumplir con las especificaciones del Departamento de Planeación porque el ancho de la vía se ve reducido por las cercanías de las construcciones a los dos lados del eje de la vía, se ubicó el ancho total de calzada y se redujo la zona verde y en algunos casos el andén.

Para las intersecciones se utilizan curvas circulares cuyos elementos y coordenadas se encuentran en el cuadro 22.

En la segunda parte del proyecto se utilizan curvas espirales con radios más grandes, las carteras de localización se muestran en el Anexo J.

Cuadro 22. Cartera de tránsito, curva circular simple

CARTERA DE TRANSITO											
PI #1 Abscisa K0 + 41,35											
CURVA CIRCULAR SIMPLE											
ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			Deflexiones			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS		COORDENADAS		
	X	Y	p	o	'	"	Δ	90,00	NORTE	ESTE	
PT 51,9	0,17	10,00	10,00	45	0	0	R	5,00	2042,63	2002,216	
50	2,00	9,58	9,79	39	31	25	Cuerda	5,00	2042,33	2003,122	
45	4,94	5,79	7,61	25	2	46	G	28,96	2040,79	2005,09	
40	3,33	1,27	3,57	10	34	7	T	5,00	2038,49	2006,065	
PC 36	0,00	0,00	0,00	0	0	0	L	15,54	2036,66	2005,997	

CARTERA DE TRANSITO											
PI #2 Abscisa K0 + 66,5											
CURVA CIRCULAR SIMPLE											
ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			Deflexiones			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS		COORDENADAS		
	X	Y	p	o	'	"	Δ	90,00	NORTE	ESTE	
PT 77,0	0,2	10,0	10,0	45	0	0	R	5,00	2051,93	1983,15	
75	2,14	9,52	9,76	39	5	21	Cuerda	5,00	2050,91	1983,53	
70	4,96	5,64	7,51	24	36	42	G	28,96	2048,48	1984,12	
65	3,22	1,18	3,43	10	8	3	T	5,00	2046,64	1985,81	
PC 61,50	0,00	0,00	0,00	0	0	0	L	15,54	2045,95	1987,43	

14. ESTUDIO DE SUELOS

Para el diseño de un pavimento, se debe considerar el suelo como una unidad fundamental ya que, de su estabilidad y capacidad portante, dependen las variaciones en el espesor de cada una de sus capas, y la vida útil que pueda tener la estructura. Por esta razón, se deben realizar los estudios de suelos en este tipo de obras y en cualquier obra civil.

Un estudio de suelos tiene como objetivo determinar las características del suelo a través de los ensayos de humedad, límites de consistencia y granulometría entre otros. Obteniendo de esta manera las recomendaciones para el diseño estructural del pavimento.

Los estudios de suelos fueron solicitados por el Instituto de Valorización Municipal (INVAP) y realizados por los laboratorios de suelos de la Ingeniera Hilda Maigual Botina.

14.1 PERFIL DE APIQUES

Se hicieron dos apiques a cielo abierto sobre las abscisas K0 + 320 Y K0 + 540 con profundidad de 1.50 metros, para determinar los diferentes estratos del suelo obteniendo el siguiente:

Figura 46. Detalle Apique 1.



Figura 47. Perfil Apique 1.

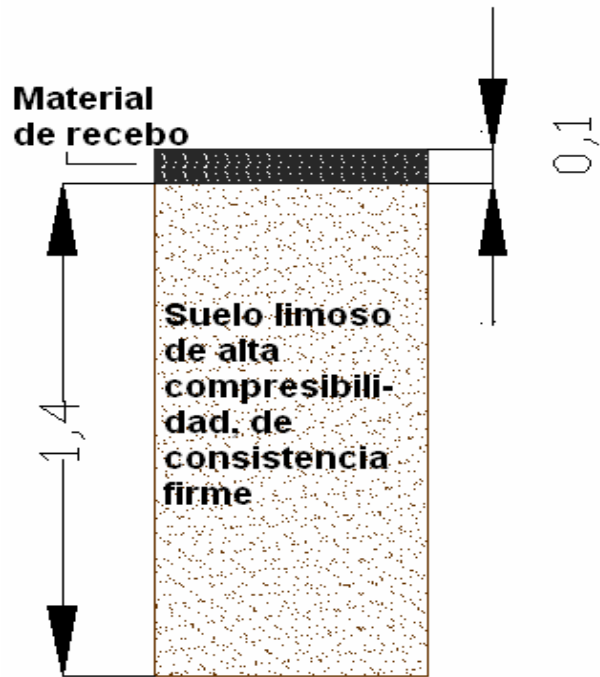
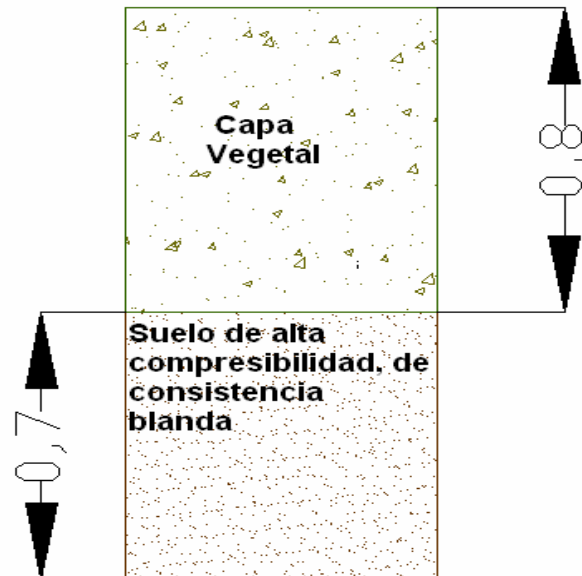


Figura 48. Detalle Apique 2.



Figura 49. Perfil Apique 2



En el primer apique se encontró un primer estrato de 0.1 metros de espesor constituido por material de recebo, desde esta capa hasta 1.5 mts. de profundidad se encuentra un suelo limoso de alta compresibilidad, de consistencia muy firme, con un color negro con betas café grisáceo.

El segundo apique tiene un primer estrato de 0.8 metros constituido por capa vegetal, desde esta capa hasta 1.5 mts de profundidad se encuentra un suelo limoso de alta compresibilidad, de consistencia blanda, con un color negro con betas café grisáceo similar al primer apique.

Las características del suelo encontradas en cada uno de los apiques son las siguientes:

	APIQUE 1	APIQUE2
• Humedad natural	28.79%	47.5%
• Límite líquido	60%	62%
• Límite plástico	29.04%	30.69%
• Índice de plasticidad	30.96%	31.31%
• C.B.R	70%	7.5%
• Peso específico (γ) gr./cm ³	1.75	1.75

14.2 CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Se realiza mediante dos métodos:

14.2.1 AASTHO. Este sistema utiliza un índice de grupo para comparar diferentes suelos. De acuerdo al estudio, la clasificación del suelo en ambos apiques A-7-5.

14.2.2 SUSC. El Sistema Unificado de Suelos tiene en cuenta en la clasificación el tipo de suelo y sus características. De esta forma se clasifica la muestra del apique 1 como MH; es decir, suelo limoso de alta plasticidad, consistencia firme. La muestra del segundo apique se clasifica también como MH; Suelo limoso de alta plasticidad, consistencia blanda.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los resultados obtenidos con el Estudio de Suelos.

Cuadro 23. Resumen clasificación suelo y valores de CBR.


















APIQUE	MUESTRA	CLASIFICACION		CBR	PROFUNDIDAD Mts.
		AASHTO	SUCS		
1	1	A - 7 - 5	MH	7.5	1.5
2	1	A-7-5	MH	70	1.5

Se anexan los resultados del estudio de Suelos y la gráfica con la cual se determinó los valores de C.B.R. en el laboratorio. Anexo K.

15. ANÁLISIS DEL TRÁNSITO

Una variable indispensable para tener en cuenta en el diseño de un pavimento es el tránsito. Una mala valoración de esta variable puede conllevar a equivocaciones en el establecimiento de la vida útil de un pavimento. La nomenclatura empleada para el análisis se muestra en la Figura 50.

Figura 50. Clasificación de vehículos

VEHÍCULOS COMERCIALES (SE TIENEN EN CUENTA PARA EL DISEÑO)	A	AUTOMÓVIL	
		CAMPERO	
		PICK UP - CAMIONETA	 
		MICROBUS	
	B	BUSETA	
		BUS	
		BUS METROPOLITANO	
	C ₂	CAMION C ₂ PEQUEÑO F-300	
		CAMION C ₂ GRANDE F-600	
	C ₃	CAMION C ₃	
TRACTO - CAMION C ₃ - S ₂			
C ₄	CAMION C ₄		
	TRACTO - CAMION C ₃ - S		
	TRACTO - CAMION C ₃ - S ₂		
C ₅	TRACTO - CAMION C ₃ - S ₂		
	TRACTO - CAMION C ₃ - S ₃		

15.1 OBTENCIÓN TPD

A continuación, se presenta el procedimiento empleado en la determinación del tránsito de diseño del pavimento rígido, donde se obtiene el número de repeticiones de carga por eje que circularán en el carril de diseño durante el período de diseño para los diferentes tipos de ejes: simple, tándem y trídem. El pavimento rígido se adopta por encontrarse la vía en una zona urbana muy transitada, por tanto, esta zona no es viable para reparaciones y mantenimiento continuo como se requiere en el pavimento asfáltico.

Para este efecto se toma como referencia los conteos realizados por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja dentro del Estudio “Caracterización de la Movilidad Urbana del Municipio de Pasto”

15.1.1 Descripción aforos. La Universidad de Tunja realizó diferentes aforos en la ciudad de Pasto, ubicados en sitios estratégicos, por su flujo vehicular

Para el Diseño del Pavimento se utilizó el tránsito de una vía cercana con características similares; el aforo tomado como referencia es el número 3 ubicado entre la carrera 24 con calle 28, Barrio Corazón de Jesús. Figuras 65 y 66.

En este punto se toman para el diseño los movimientos Norte y Sur considerando que los vehículos que circulan en estas direcciones utilizarán la vía mejorada.

Figura 51. Ubicación de la estación de conteo No. 3.

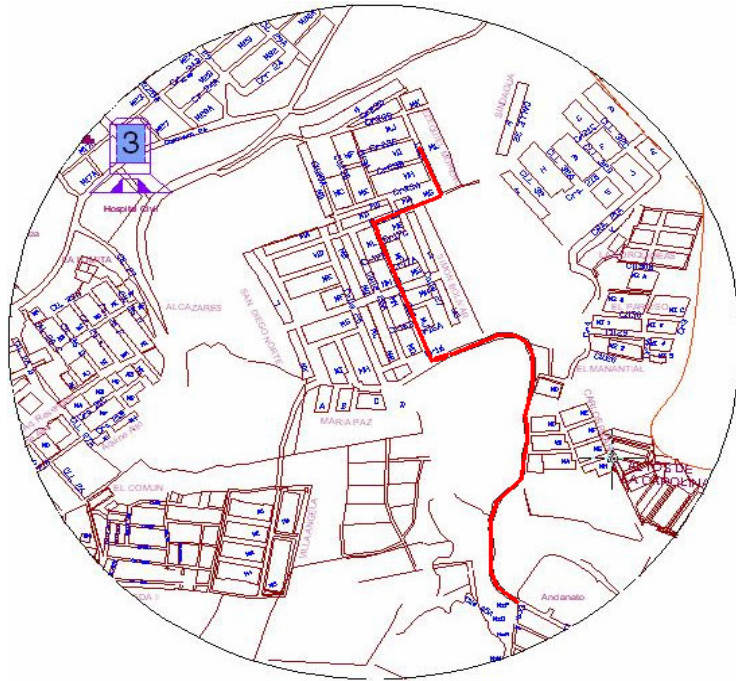


Figura 52. Aspecto general de la intersección Carrera 24 con Calle 28



15.1.2 Resumen vehicular. El Tránsito Promedio Diario, se consigna en el cuadro 24.

Cuadro 24. Tránsito promedio diario y composición general del tránsito.

AÑO 2004.		TPDS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	CAMIONES
Norte - Sur	No.	561	498	26	25	12
	%	50.0	44.4	2.3	2.2	1.1
Sur - Norte	No.	561	434	5	107	14
	%	50.0	38.7	0.4	9.5	1.3

Entonces el porcentaje de vehículos comerciales será:

$$T = (26+25+12+14+107+5) / 1122 = 16.85\%$$

15.2 PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño elegido afecta el diseño de espesores puesto que determina cuántos años y, consecuentemente, cuántos vehículos comerciales podrán circular sobre el pavimento, en ese tiempo. La selección del periodo de diseño para un proyecto debe basarse tanto en el criterio del ingeniero, como en un análisis económico de los costos del pavimento y el servicio que éste proporcione a lo largo de todo el periodo.

Según el tipo de carreteras, se sugiere los períodos de diseño indicados en el cuadro 25.

Cuadro 25. Periodos de diseño a adoptar en función del tipo de carretera

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (años)
Urbana de tránsito elevado	30 – 50
Interurbana de tránsito elevado	20 – 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 - 25
De baja intensidad de tránsito pavimentación con grava	10 - 20

FUENTE: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO, GUILLERMO MUÑOZ

La vía se considera interurbana de tránsito elevado y, por lo tanto, el período de diseño es de 20 años.

15.3 COMPOSICIÓN DE TRÁNSITO

- Aforo vehicular: 1122 vehículos día
- Periodo de diseño: 20 años.
El período de construcción se considera a partir del año 2005 y el período de operación será a partir del año 2005 hasta el año 2025.
- Tránsito promedio diario de vehículos comerciales (TPDC):
TPDC = 26+25+12+14+107+5 = 189

15.4 PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO

Estimar un tránsito futuro durante el periodo de diseño de un proyecto (normalmente 20 a 30 años para un pavimento rígido) implica cuantificar el tránsito normal, el tránsito desviado y el tránsito generado, de cuya suma resulta el tráfico inicial para el diseño de un pavimento. Para proyectar el Tránsito inicial hacia el futuro, se debe estimar el índice de crecimiento que el parque automotor ha tenido en los últimos años. El crecimiento del parque automotor en los últimos años se presenta en las siguientes tablas.

Cuadro 26. Crecimiento parque automotor 2002

CLASE	OFICIAL	PARTICULAR	PUBLICO	TOTAL
Ambulancia	1	1		2
Automóvil		471	203	674
Bus			3	3
Buseta			52	52
Camión		2	38	40
Camioneta		15	83	98
Campero	1	17		18
Dobletroque				0
Maq. Agrícola				0
Microbús		1	10	11
Minibús				0
Motocarro				0
Motocicleta		829		829
Motortriciclo				0
Tractocamión			3	3
Tractomula				0
Tractor				0
Van				0
Volqueta				0
TOTAL	2	1336	392	1730

Fuente: Secretaria de Transporte y Tránsito Municipio de Pasto

Cuadro 27. Crecimiento parque automotor 2003

CLASE	OFICIAL	PARTICULAR	PUBLICO	TOTAL
Ambulancia		1		1
Automóvil		381	116	497
Bus			8	8
Buseta		1	46	47
Camión		1	40	41
Camioneta	1	31	128	160
Campero		18		18
Dobletroque			1	1
Maq. Agrícola				0
Microbús			6	6
Minibús				0
Motocarro				0
Motocicleta	6	1213		1219
Motortriciclo				0
Tractocamión			6	6
Tractomula				0
Tractor		1		1
Van				0
Volqueta	1	1		2
TOTAL	8	1648	351	2007

Fuente: Secretaria de Transporte y Tránsito Municipio de Pasto

Cuadro 28. Crecimiento parque automotor 2004

CLASE	OFICIAL	PARTICULAR	PUBLICO	TOTAL
Ambulancia				0
Automóvil	1	425	55	481
Bus			8	8
Buseta			63	63
Camión		3	14	17
Camioneta	1	33	77	111
Campero	3	45		48
Dobletroque				0
Maq. Agrícola				0
Microbús			2	2
Minibús				0
Motocarro				0
Motocicleta	5	1672		1677
Motortriciclo				0
Tractocamión			1	1
Tractomula				0
Tractor				0
Van				0
Volqueta				0
TOTAL	10	2178	220	2408

Fuente: Secretaria de Transporte y Tránsito Municipio de Pasto

Cuadro 29. Distribución acumulada del parque automotor hasta el año 2004

CLASE	OFICIAL	PARTICULAR	PUBLICO	TOTAL
Ambulancia	18	17		35
Automóvil	12	10673	4210	14895
Bus	4	106	699	809
Buseta	4	19	362	385
Camión	11	294	1081	1386
Camioneta	73	2465	1317	3855
Campero	56	3374	304	3734
Dobletroque			19	19
Maq. Agrícola		3		3
Microbús	1	36	244	281
Minibús		11	7	18
Motocarro		20	56	76
Motocicleta	47	21959		22006
Motortriciclo		2	1	3
Tractocamión		3	188	191
Tractomula		1	86	87
Tractor		24		24
Van		30	2	32
Volqueta	11	126	245	382
TOTAL	237	39163	8821	48221

Fuente: Secretaria de Transporte y Tránsito Municipio de Pasto

Cuadro 30. Determinación del Índice de Crecimiento

AÑO	CANTIDAD (vehículos)	
2002	42076	
2003	43806	
2004	45813	
2004*	48221	
Índice de crecimiento	0,04	4,11
Índice de crecimiento	0,05	4,58
Índice de crecimiento	0,04	4,35
Índice de crecimiento	0,10	10,08
Índice Promedio	0,06	5,78

* Valor acumulado del parque automotor hasta el 2004

Se considera que para la vía en estudio el tránsito atraído y el tránsito generado serán igual al 5%.

- El factor de Proyecto es igual a:

$$F = 1 + (Cnt + Ta + Tg)$$

Donde,

F : Factor de proyecto

CNT: Crecimiento normal del tránsito

Ta : Tránsito atraído

Tg: Tránsito generado

Calculando se obtiene:

$$F = 1 + (0.0578 + 0.5 + 0.5)$$

$$F = 1.1578$$

- Distribución direccional:

$$\text{Total carril norte - sur (1-1)} = 561$$

$$\text{Total carril sur - norte (1-1)} = 561$$

$$\text{Total} = 1122$$

$$Fd_{1-1} = Fd_{1-2} = \frac{561}{1122} = 50.0\%$$

Por consiguiente se adopta 50% para diseño

- Tránsito promedio diario de vehículos comerciales (TPDC) por sentido:

$$TPDC_{\text{por sentido}} = 189 \times 0.5 = 94,5$$

Para proyectar el total de vehículos comerciales para el periodo de diseño en el carril de diseño: $94.5 \times 365 \times 20 \times 1.1578 = 798705$ vehículos

16. DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CONCRETO HIDRÁULICO

Los pavimentos rígidos están constituidos por una losa de concreto hidráulico apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, denominada sub-base o base. Además, posee un elemento antifriccional y juntas.

Uno de los elementos que mayores problemas causa a las vías es el agua, ya que, en general, provoca la disminución de la resistencia al corte de los suelos, por los que se presentan fallas en terraplenes, taludes y superficie de rodamiento. De esta manera, para evitarlo se colocan cunetas, sumideros, alcantarillas y pendientes transversales.

16.2 MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS

Se utilizan diferentes métodos, los cuales son aplicados de acuerdo con la experiencia y dominio que se tenga respecto a cada uno de ellos. Los métodos más usuales son:

- Método PCA (1984)
- Método AASHTO (1986)

En este diseño se utiliza el método de la PCA, que se describe a continuación.

16.1.1 Método de la Portland Cement Association PCA. Este método es aplicable a los diversos tipos de pavimentos rígidos. En este diseño se emplea concreto simple con varillas de transferencia de carga (pasadores).

16.1.2 Factores de diseño.

A. Factores de seguridad de carga.

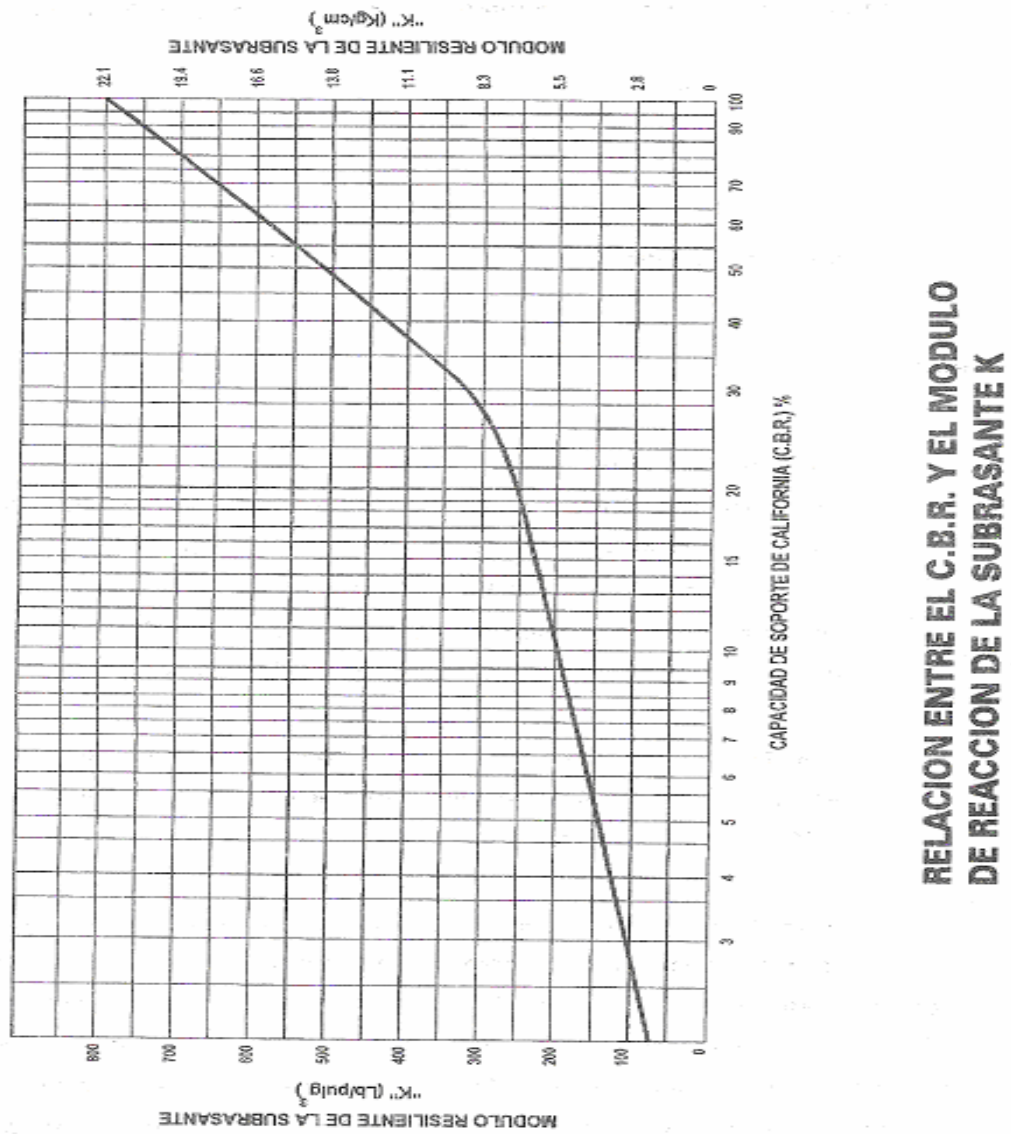
- Para vías de carriles múltiples, en las cuales se espera un flujo de tránsito interrumpido con un elevado volumen de tránsito pesado, $F_{sc} = 1.2$
- Para vías Urbanas arterias en las que se espera un volumen moderado de tránsito de vehículos pesados, $F_{sc} = 1.1$
- Para calles residenciales y otras vías que vayan a soportar bajos volúmenes de tránsito de camiones, $F_{sc} = 1.0$.

Para realizar el diseño del pavimento se utiliza un factor de seguridad de carga de 1,1 porque se trata de una vía arteria con un volumen de transito moderado

B. Resistencia del diseño del concreto. Para el diseño de pavimentos rígidos se utiliza el módulo de rotura del concreto entre 35 y 45 Kg/cm² a los 28 días.

C. Capacidad de soporte de la sub-rasante y de la sub-base. El módulo de reacción de la sub-rasante k, se determina mediante el ensayo de placa. En la región los ingenieros optan por no usar este ensayo, en cambio usan tablas que relacionan otros valores del estudio de suelos con la capacidad de soporte k, por consiguiente los laboratorios de suelos no tienen el equipo disponible para realizarlo. La capacidad de soporte se puede obtener de manera aproximada con la ayuda de gráficas, que tienen como datos de entrada el C.B.R de diseño y el tipo de suelo como se indica en la Figura 53.

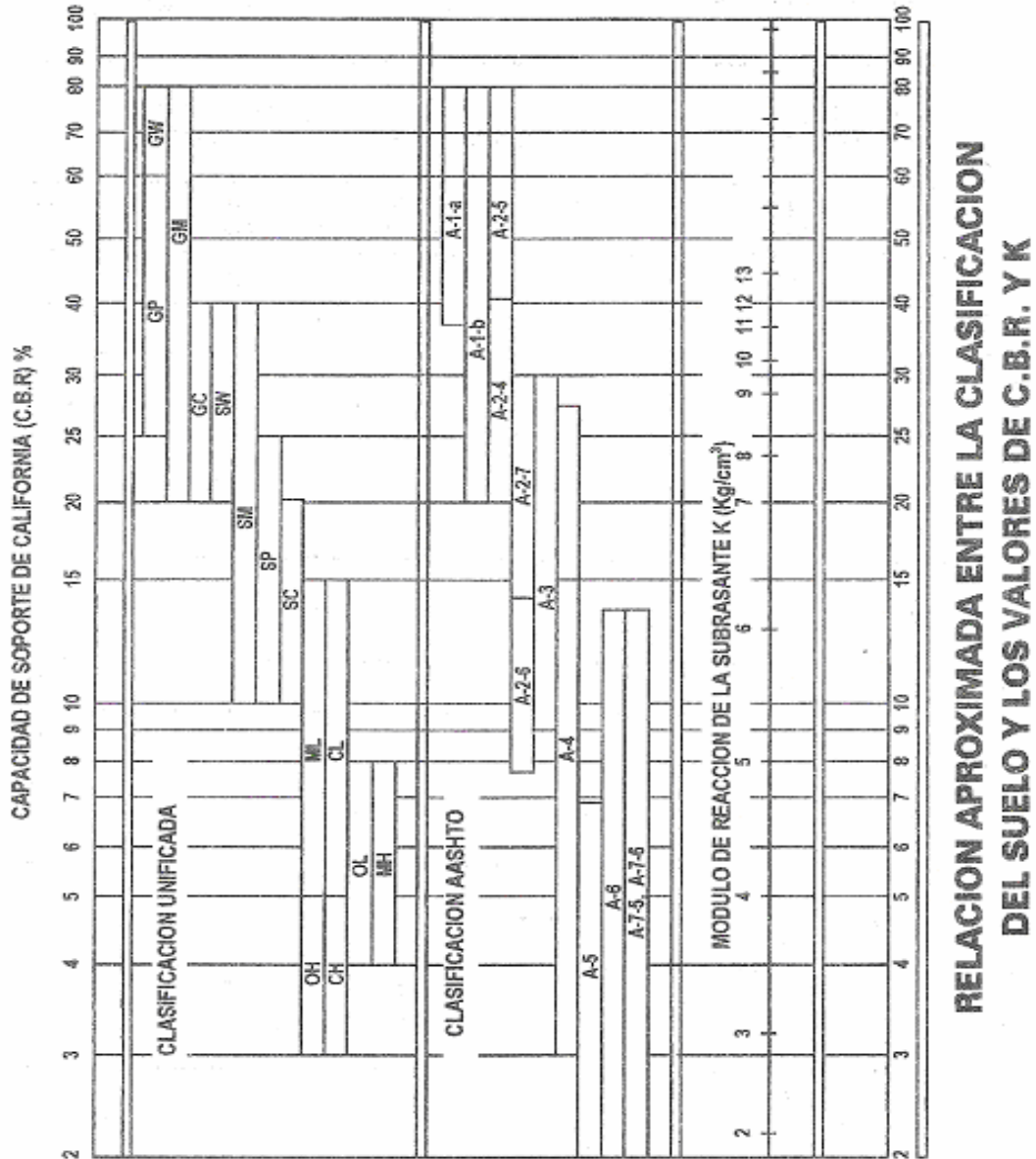
Figura 53. Relación C.B.R y el modulo de reacción K.



Fuente: Pavimentos de Concreto Hidráulico. Guillermo Muñoz.

También se puede obtener el valor de k en función de la clasificación del suelo y el C.B.R de diseño como se indica en la figura 54.

Figura 54. Relación entre clasificación de suelo y modulo K.



Fuente: Pavimentos de Concreto Hidráulico. Guillermo Muñoz.

con base en esta gráfica, se obtiene un módulo de reacción de la sub-rasante de 18 kg/cm³ para un C.B.R. de 70% en el primer apique y de 4.8 kg/cm³ para un C.B.R. de diseño de 7.5% en el segundo, En el cuadro 31. Se puede estimar la calidad de sub-rasante en función del valor del C.B.R.

Cuadro 31. Relación entre el C.B.R. y la calidad de sub-rasante

Valor de CBR	Calidad de la sub-rasante
3 - 5	Mediocre, aceptable con reparos
6 - 10	Aceptable
11 - 20	Buena
> 20	Extraordinaria

FUENTE: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO. GUILLERMO MUÑOZ.

D. Criterio de fatiga. Sirve para mantener los esfuerzos del pavimento producidos por la acción repetida de las cargas dentro de límites de seguridad, con el fin de prevenir la fatiga por agrietamiento. La sumatoria de todos los consumos de fatiga nunca deberá ser mayor al 100%.

La PCA utiliza el cuadro 32, para obtener los esfuerzos equivalentes para eje simple y tándem.

Cuadro 32. Esfuerzo equivalente – sin berma de concreto (Eje simple / eje tándem)

Espesor de losa (mm)	K de la subrasante -sub-base (Mpa/m)					
	20	40	60	80	140	180
130	3,75/3,14	3,30/2,68	3,06/2,46	2,89/2,33	2,59/2,13	2,46/2,05
140	3,37/2,87	2,97/2,43	2,76/2,23	2,61/2,10	2,34/1,90	2,23/1,83
150	3,06/2,64	2,70/2,23	2,51/2,04	2,37/1,92	2,13/1,72	2,03/1,65
160	2,79/2,45	2,47/2,06	2,29/1,87	2,17/1,76	1,95/1,57	1,86/1,50
170	2,56/2,28	2,26/1,91	2,10/1,74	1,99/1,63	1,80/1,45	1,71/1,38
180	2,37/2,14	2,09/1,79	1,94/1,62	1,84/1,51	1,66/1,34	1,58/1,27
190	2,19/2,01	1,94/1,67	1,80/1,51	1,71/1,41	1,54/1,25	1,47/1,18
200	2,04/1,90	1,80/1,58	1,67/1,42	1,59/1,33	1,43/1,17	1,37/1,11
210	1,91/1,79	1,68/1,49	1,56/1,34	1,48/1,25	1,34/1,10	1,28/1,04

FUENTE: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO, GUILLERMO MUÑOZ

Con los esfuerzos equivalentes, se determina el factor de relación de esfuerzos y con la ayuda del nomograma de la figura 69, Se obtienen las repeticiones de carga permisibles; en caso de que el número de repeticiones permisibles se localicen fuera de las límites contemplados en la gráfica, se asume que tal número es ilimitado.

E. Criterio de erosión. Sirve para evitar los efectos de la deflexión del pavimento en los bordes de las losas, juntas y esquinas, para controlar así la erosión de la

fundación y de los materiales de las bermas. Se exige que la sumatoria de consumo de todos los grupos de carga no sea mayor al 100%.

En el diseño del pavimento de esta vía se utiliza el cuadro 33, La cual presenta factores de erosión para el caso de pavimento con pasadores, sin bermas de concreto. Además en la figura 69, se obtienen las repeticiones de carga permisibles para este criterio.

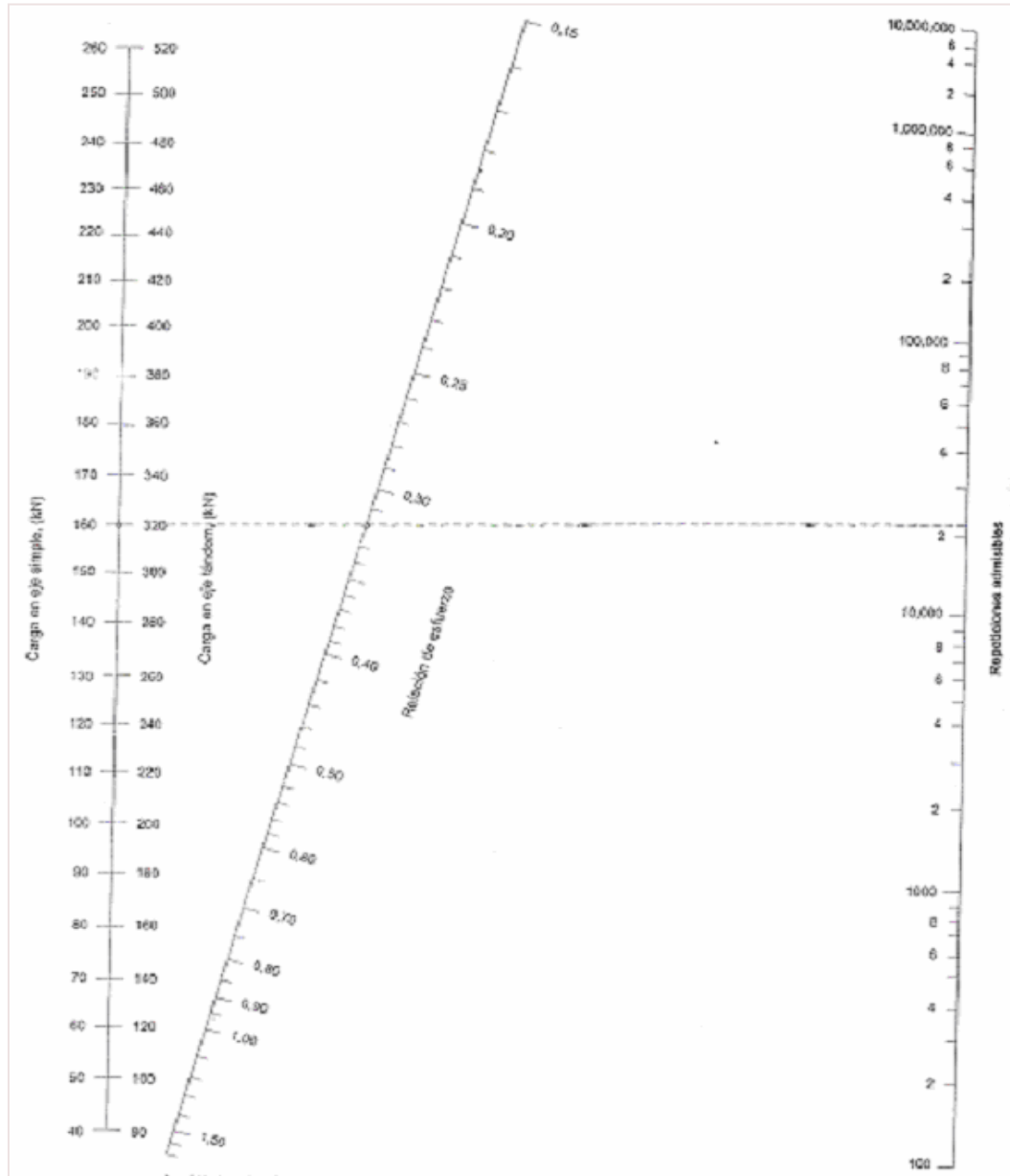
Cuadro 33. Factores de erosión - Juntas con pasadores sin berma de concreto

(Eje simple / eje tándem).

Espesor de losa (mm)	K de la subrasante -sub-base (Mpa/m)					
	20	40	60	80	140	180
130	3,41/3,52	3,39/3,47	3,39/3,44	3,38/3,43	3,37/3,39	3,35/3,37
140	3,31/3,43	3,30/3,38	3,29/3,35	3,28/3,33	3,27/3,30	3,26/3,28
150	3,22/3,36	3,21/3,30	3,20/3,27	3,19/3,25	3,17/3,21	3,16/3,19
160	3,14/3,28	3,12/3,22	3,11/3,19	3,10/3,17	3,09/3,13	3,08/3,12
170	3,06/3,22	3,04/3,15	3,03/3,12	3,02/3,10	3,01/3,06	3,00/3,04
180	2,99/3,16	2,97/3,09	2,96/3,06	2,95/3,03	2,93/2,99	2,92/2,97
190	2,92/3,10	2,90/3,03	2,88/2,99	2,88/2,97	2,86/2,93	2,85/2,91
200	2,85/3,05	2,83/2,97	2,82/2,94	2,81/2,91	2,79/2,87	2,78/2,85
210	2,79/2,99	2,77/2,92	2,75/2,88	2,75/2,86	2,73/2,81	2,72/2,79

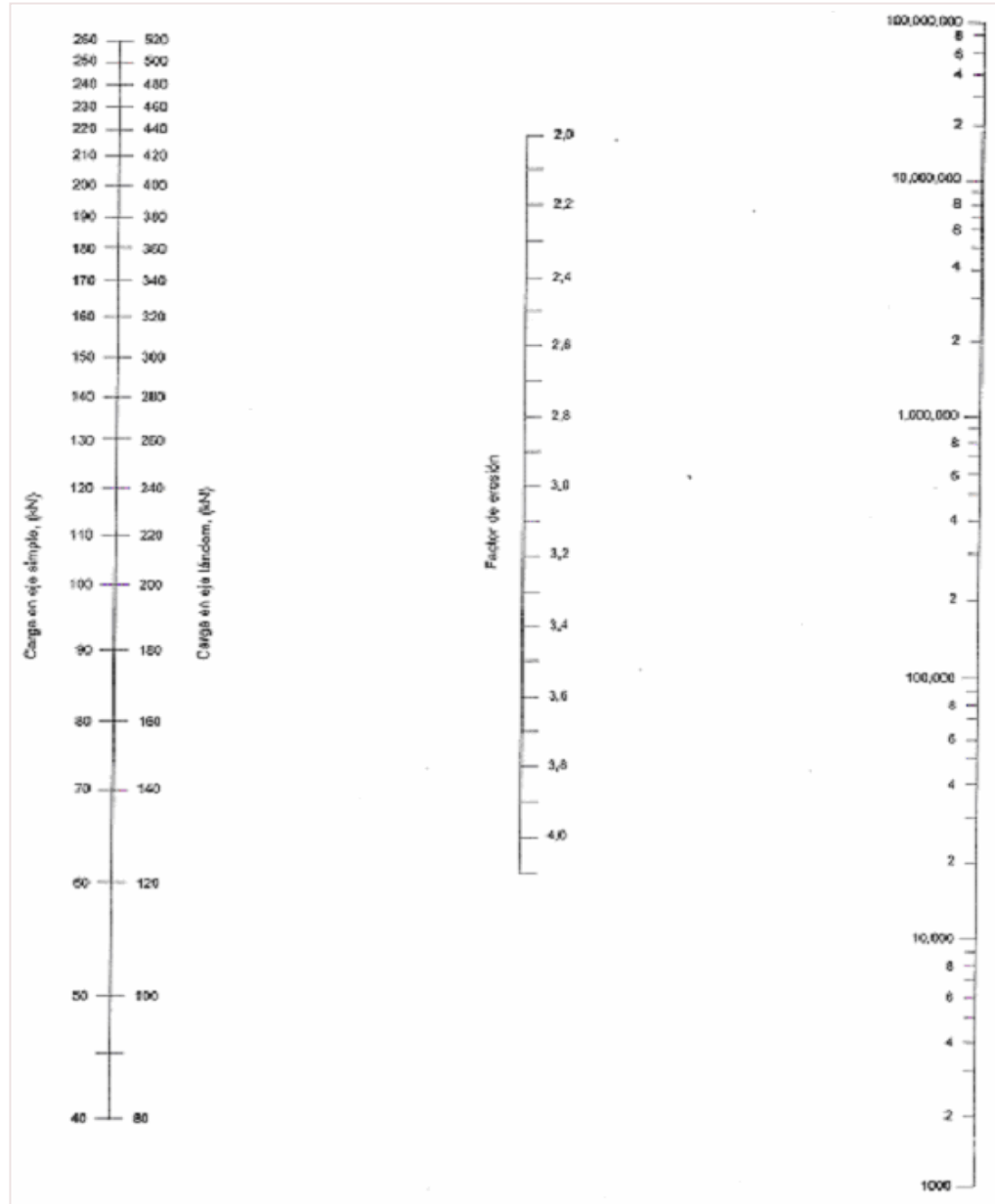
FUENTE: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO, GUILLERMO MUÑOZ

Figura 55. Análisis de Fatiga – Repeticiones de carga permisibles con base al factor de relación de esfuerzos (con y sin berma de concreto)



Fuente: Pavimentos de Concreto Hidráulico, Guillermo Muñoz.

Figura 56. Análisis de Erosión – Repeticiones de carga permisibles con base al factor de erosión (sin berma de concreto)



Fuente: Pavimentos de Concreto Hidraulico, Guillermo Muñoz.

16.2 DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO

Para obtener el espesor de la losa se utiliza el método de la Portland Cement Association "PCA", siguiendo el procedimiento de diseño cuando se conoce la distribución de cargas por ejes.

Se establecen los siguientes datos de entrada:

- La vía se considera arteria con volumen de tránsito pesado moderado y por lo tanto el período de diseño es de 20 años
- El período de construcción se considera a partir del año 2005
- El período de operación será a partir del año 2005 hasta el 2025
- Tránsito proyectado a 20 años = 798705 vehículos
- CBR de diseño = 70 y 7.5%
- Módulo de reacción de la sub-rasante $K = 4.8$ y 18 kg/cm^3
Módulo de reacción de conjunto $k_{\text{conjunto}} = 6.8$ y 18 kg/cm^3
- Módulo de rotura del concreto = 36.23 kg/cm^2
- Factor de seguridad de carga, $F_{SC} = 1.1$
- Se asume que el pavimento se construirá sin bermas de concreto y con pasadores.

Los ejes que se manejan para el diseño de pavimentos se dividen en Sencillos, Tándem y trídem. Para nuestro caso, la vía solo se vio afectada por los vehículos con ejes de carga sencillos que adoptan las cargas y distribuciones que se aprecian en el cuadro 34.

Cuadro 34. Distribución de carga del vehículo

Distribución de carga					
Tipo de vehículo Vehículo	Peso vehículo (ton)	Carga eje delantero		Carga eje trasero	
		%	(ton)	%	(ton)
Buses	7	35	3,5	65	6,5
Busetas	10	35	2,45	65	4,55
Camiones	14	37.5	4,9	62.5	8,75

FUENTE: ESPECIFICACIONES INVIAS

Con los porcentajes y valores en toneladas, se llega a otra tabla donde se puede determinar el número final de repeticiones para cada carga.

Para determinar la distribución de vehículos comerciales, utilizamos el cuadro 35.

Cuadro 35. Distribución de vehículos comerciales

Carga por eje (Ton)	Número de ejes unidades simples		Tipo y número Total de ejes		Tipo y número total de ejes (por cada 1000)	
	Camiones	Buses	Camiones	Camiones y Buses	Camiones	Camiones y Buses
Ejes sencillos	1	2	3	4	5	6
<4		51		51		812
4 - 5		25		25		398
4 - 5	12		12	12	1000	191
5 - 6						
6 - 7		26		26		408
7 - 8						
8 -9	12		12	12	1000	191
Total Camiones y buses pesados	12	51	12	63		

Fuente: Especificaciones para Construcción de Vías. INVIAS.

La número y distribución de los diferentes vehículos y cargas por eje se muestra en las columnas 1 a 4, y el número de ejes por cada 1000 vehículos comerciales se encuentra en la columna 6. Para determinar los valores de esta columna, basta dividir cada una de las cantidades de la columnas 4 por el número total de camiones y buses y luego multiplicar por 1000.

Combinando los valores de la columna 6 de la tabla anterior, con el tránsito de vehículos comerciales esperado, se calculan las cargas por eje en la vida de diseño, como lo muestra el cuadro 36.

Cuadro 36. Cálculo del número total de ejes para el carril de diseño para el periodo de diseño

Carga por eje (Ton)		Tipo y número total de ejes (por cada 1000 vehíc. comerciales)	*Repeticiones esperadas para el periodo de diseño
Ejes sencillos			
<4	3 - 4	812	648286
4,55	4 - 5	398	317787
4,9	4 - 5	191	152538
	5 - 6	0	
6,50	6 - 7	408	326261
	7 - 8	0	
8,75	8 -9	191	152538

Fuente: Especificaciones para Construcción de Vías. INVIAS.

Se asume un espesor de losa y se calcula el esfuerzo que cada eje le produce a esta, multiplicando por el factor de seguridad de carga correspondiente.

Se establece el número de repeticiones admisibles de cada eje, obtenido de la relación entre el esfuerzo producido y el módulo de rotura del concreto MR; con esto, se determina el *consumo de fatiga*, que consiste en calcular la relación porcentual entre el número de ejes previstos durante el periodo de diseño para cada carga y el admisible correspondiente. Se suman estos consumos y se comparan con el máximo admisible que es 125% (MR a 28 días).

Para determinar el *daño por erosión*, se calcula el factor de erosión (está en función del espesor de losa asumido y el C.B.R de diseño) y se establece el número de repeticiones admisibles de cada eje. A continuación se calcula la relación porcentual, entre el número de ejes previstos para cada carga y el admisible. La suma es el daño total por erosión.

Si el porcentaje total de consumo de fatiga o el porcentaje total de daño por erosión es semejante a 100%, el espesor supuesto de la losa de concreto es correcto. El espesor de losas escogidos para el tanteo se considera inadecuado si los totales de fatiga o erosión superan el 100 %. En este caso se hará otro tanteo

con un espesor mayor. Si los totales son muy inferiores al 100 %, se hará un nuevo tanteo con un espesor menor. Figura 71.

El siguiente es el procedimiento para calcular el formato:

- **COLUMNA 1.** Cargas tomadas de los datos de tránsito en orden decreciente
- **COLUMNA 2.** Se multiplica la columna 1 por el factor de seguridad de carga
- **COLUMNA 3.** Repeticiones esperadas para un periodo de 20 años
- **COLUMNA 4.** Se obtiene de la figura 69. Entrando con los datos de la columna 2 y el factor de relación de esfuerzos para cada tipo de eje. Dicho factor se encuentra dividiendo el esfuerzo equivalente para cada tipo de eje por el módulo de rotura del concreto (MR).
- **COLUMNA 5.** Columna 3 dividido columna 4 y tomada en porcentaje. La suma de la columna 5 es el porcentaje total del consumo de fatiga.
- **COLUMNA 6.** Se obtiene de la figura 70. Entrando con los datos de la columna 2 y el factor de erosión para cada tipo de eje.
- **COLUMNA 7:** Columna 3 dividida columna 6 y tomada en porcentaje. La suma de la columna 7 es el porcentaje total de daño por erosión.

Se presenta una tabla con los resultados obtenidos utilizando el método de la PCA.

Figura 57. Cálculo del espesor del pavimento método PCA

FORMATO						
CÁLCULO ESPESOR DE PAVIMENTO METODO PCA						
PROYECTO _____ ESPESOR LOS (SUPUESTO) _____ JUNTAS CON PASADOR _____ ESPESOR SUB-BASE _____ BERMA DE CONCRETO _____ SUBBASE-SUBRASANTE(K) _____ PERIODO DE DISEÑO _____ ANCHO DE CARRIL _____ F.S.C _____ CONCRETO (MR) _____						
CARGA POR EJE (KN)	CARGA POR EJE x F.S.C	REPETICIONES ESPERADAS	ANÁLISIS DE FATIGA		ANÁLISIS DE EROSION	
			REPETICIONES PERMISIBLES	% FATIGA	REPETICIONES PERMISIBLES	% DAÑO
1	2	3	4	5	6	7
EJES SIMPLES						
8. ESFUERZO EQUIVALENTE _____			10. FACTOR DE EROSION _____			
9. FACTOR DE RELACION DE ESFUERZOS _____						
EJES TANDEM						
11. ESFUERZO EQUIVALENTE _____			13. FACTOR DE EROSION _____			
12. FACTOR DE RELACION DE ESFUERZOS _____						
EJES TRIDEM						
11. ESFUERZO EQUIVALENTE _____			13. FACTOR DE EROSION _____			
12. FACTOR DE RELACION DE ESFUERZOS _____						
CONSUMO ADMISIBLE:						
%						
FUENTE: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO, GUILLERMO MUÑOZ						

Para los datos obtenidos con el estudio de suelos aplicando el método descrito se obtienen los siguientes valores:

Cuadro 37. Resultados Apique 1 y Apique 2

		Apique 1	Apique 2
Tipo de suelo según clasificación AASHTO		A-7-5	A-7-5
Tipo de suelo según clasificación unificada		MH	MH
CBR		70	7,5
Resistencia K del apoyo:	k/cm ³	18	6.8
Módulo de rotura de la losa:	kg/cm ²	36.23	36.23
Factor de Mayoración de repeticiones:		1.1	1.1
Factor de seguridad de carga:		1	1
Sin Bermas. Con pasadores			
Con estos datos se obtuvieron los siguientes valores:			

APIQUE 1

EJES SIMPLES

		4	4.55	4.9	6.5	8.75	Total
Carga	ton	4	4.55	4.9	6.5	8.75	
Repeticiones esperadas		713115	349566	167792	358887	167792	
Repeticiones admisibles por fatiga		Infinito	Infinito	Infinito	Infinito	657189	
Consumo fatiga	%	0	0	0	0	25.53	25.53
Repeticiones admisibles por erosión		Infinito	Infinito	Infinito	5,6E+07	5137013	
Consumo erosión	%	0	0	0	0.64	3.7	3.9
Espesor de losa adoptado:		17.5 cm					

APIQUE 2

EJES SIMPLES

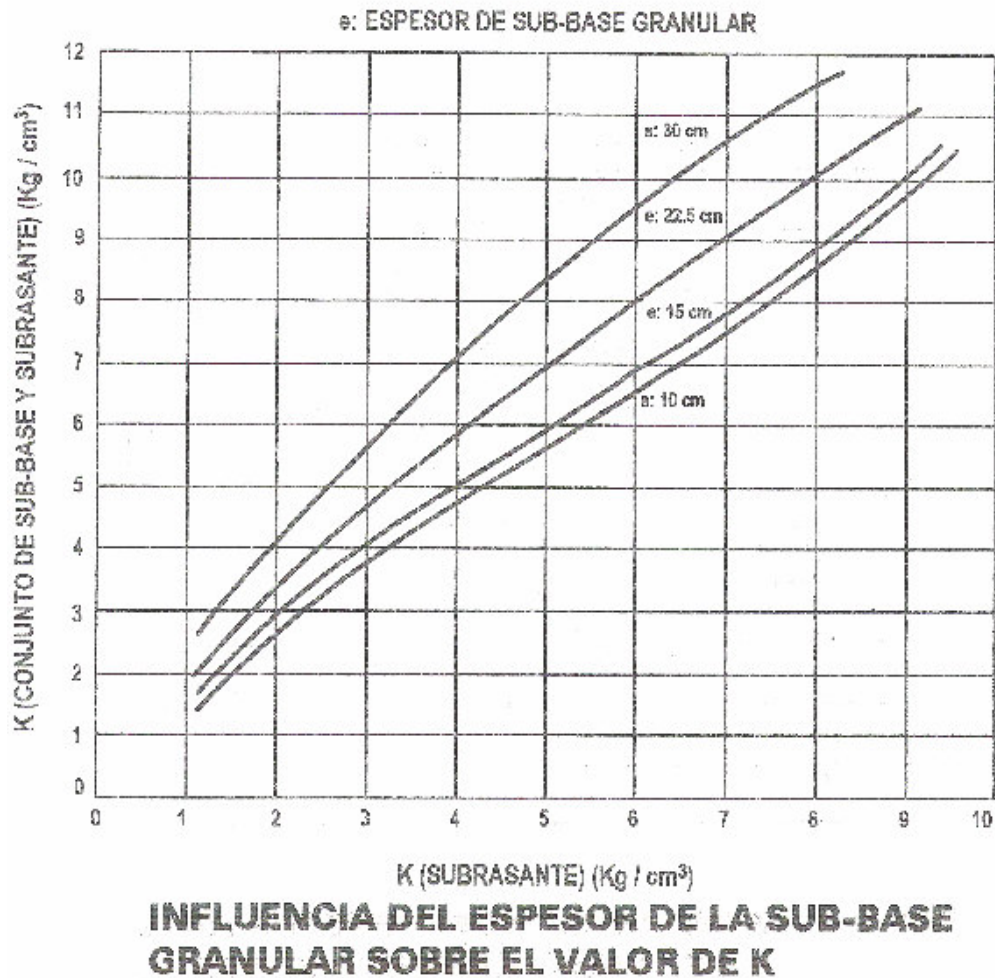
		4	4.55	4.9	6.5	8.75	Total
Carga	ton	4	4.55	4.9	6.5	8.75	
Repeticiones esperadas		713115	349566	167792	358887	167792	
Repeticiones admisibles por fatiga		Infinito	Infinito	Infinito	Infinito	680275	
Consumo fatiga	%	0	0	0	0	24.67	24.67
Repeticiones admisibles por erosión		Infinito	Infinito	Infinito	9,2E+08	1,7E+07	
Consumo erosión	%	0	0	0	0,04	0,98	1.02
Espesor de losa adoptado:		20 cm					

16.3 DETERMINACION DE ESPESOR DE SUB-BASE

Cuando se trata de suelos con valores de C.B.R. > 20% que son considerados como excelentes para material de sub-base, se especifican espesores de 10 a 15 cm, para garantizar de una manera práctica el espesor mínimo de 5 a 7.5 cm, que es el espesor mínimo para prevenir el bombeo. En caso contrario, si el C.B.R. es < de 20%, con el módulo de reacción de la sub-rasante, se obtiene un K de conjunto que sale de la figura 72, el cual nos permite mediante el método del tanteo asumir distintos valores de espesor de sub-base y calcular el espesor del pavimento, si la capa de pavimento es muy grande, entonces se usa un espesor de sub-base mayor. Se debe aclarar que no se debe aumentar mucho la capa de sub-base, con el fin de disminuir el espesor del pavimento.

Por esta razón, se emplea una sub-base granular que dentro de sus especificaciones, debe ser un material granular constituido por: arena, grava arenosa, agregado, triturado y materiales locales, se debe verificar el contenido del material que pasa por el tamiz No. 200 y evitar los agregados blandos, porque pueden generar finos por abrasión. En la tabla 39, se tiene los requisitos mínimos para materiales de sub-base granular.

Figura 58. Influencia del espesor de la sub-base granular sobre el valor de k.



Fuente: Pavimentos de Concreto Hidraulico, Guillermo Muñoz.

Cuadro 58. Materiales de sub-base según la AASHTO

ESPECIFICACION	REQUISITOS PARA MATERIALES DE SUB-BASE SEGUN LA AASHTO			
	TIPO A (Gradación abierta)	TIPO B (Gradación densa)	TIPO C (Suelo - cemento)	TIPO F (Granular)
1. GRADACION				
% PASA				
1 1/2"	100	100	100	100
3/4"	60 - 90	85 - 100	-	-
Nº 4	35 - 60	50 - 80	65 - 100	65 - 100
Nº 40	10 - 25	20 - 35	25 - 50	25 - 50
Nº 200	0 - 7	5 - 12	5 - 20	0 - 15
2. PLASTICIDAD				
Límite líquido	25 máximo	25 máximo	-	25 máximo
Índice plástico	N.P	6 máximo	10 máximo	6 máximo
3. RESISTENCIA (Compresión a 28 días)				
	-	-	400 - 750 psi	-
4. COMPACTACION				
	Mínimo 100% de la máxima según Próctor Estándar (AASHTO T 99)			

NOTA: En proyectos con grandes volúmenes de tráfico pesado, la densidad especificada no debería ser menor del 105% del próctor estándar o 98 a 100% del próctor modificado (AASHTO 180)

Fuente: Pavimentos de Concreto Hidráulico. Guillermo Muñoz.

Se utilizó para nuestro caso un espesor de 0.10 metros en el tramo donde el suelo tiene consistencia blanda y 0.15 mts donde el suelo es mas firme.

16.4 DISEÑO FINAL

La estructura del pavimento queda conformada por las siguientes capas en longitud = 565,73 m con espesor de 17.5 cm y longitud = 228 m con espesor = 20 cm.

El dimensionamiento de paños se hace teniendo en cuenta que la relación entre el ancho y el largo sea igual o mayor a 1.5, se tiene entonces una longitud del paño

$$l = 1.5 * 3.5 = 5.25mts$$

Se adoptando una longitud de 6mts. Estas dimensiones ayudan a prevenir el agrietamiento y reducen los costos de la construcción en lo referente a formaletas y corte de acero de refuerzo.

Figura 59. Capas que conforman el pavimento espesor = 17.5 cm

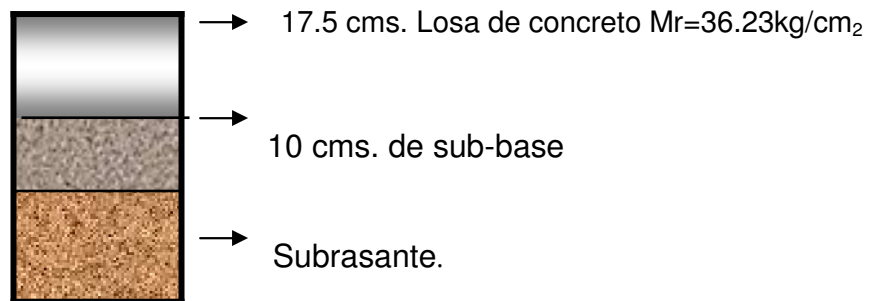
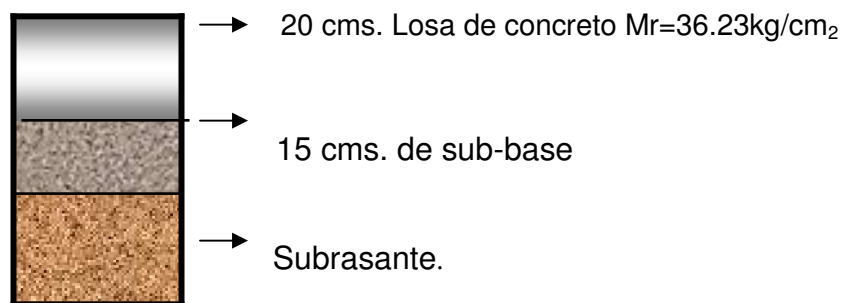


Figura 60. Capas que conforman el pavimento espesor = 20 cm

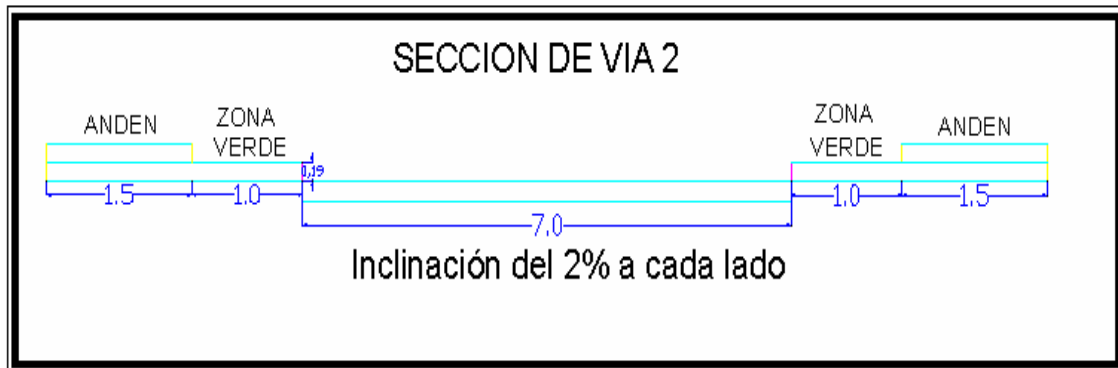
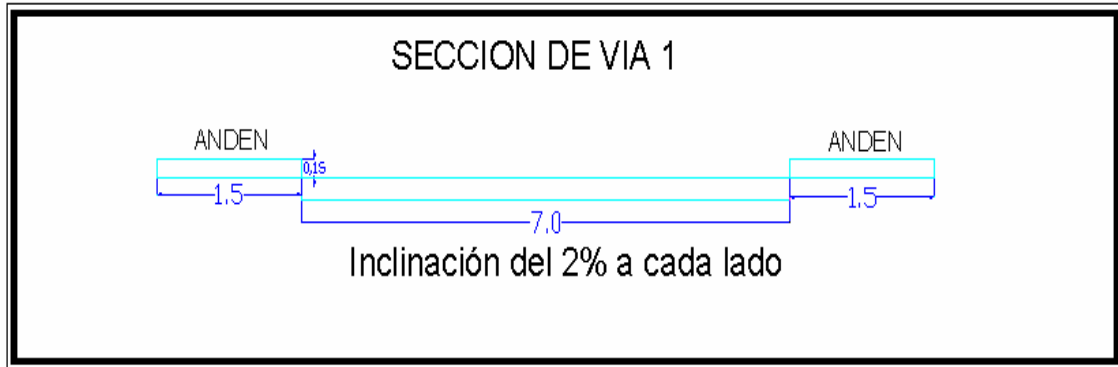


Vistas en corte transversal

Se presentan dos secciones de vía, una con las especificaciones que ordena el Plan de Ordenamiento Territorial y otra que limita la zona verde por existir construcciones que apenas permiten tener la calzada más andenes.

La sección 1 se presenta entre las abscisas :K0 + 00 a K0 + 77 y k0+ 620 a K0+680, y la segunda entre: k0 + 77 a k0 + 620 y k0 + 680 a k0 + 791.86. Figura 61.

Figuras 61. Vistas en corte transversal



16.6 DISEÑO DE JUNTAS

Además de los esfuerzos generados por el tránsito, se debe controlar esfuerzos causados por los movimientos de contracción o expansión del concreto y los gradientes por temperatura y humedad entre la superficie y el apoyo de la losa. Dichos esfuerzos se controlan diseñando las juntas del pavimento.

16.5.1 Juntas Longitudinales. Es una junta de construcción para hacer el pavimento carril por carril, se Utiliza una varilla de transferencia corrugada de diámetro 1/2", longitud 85 cm cada 1.20 metros, para un espesor de 17.5 cm, estos requisitos de esta junta también se puede utilizar para un pavimento de 20 cm.

16.5.2 Juntas Transversales. Se proyecta para interrupciones de trabajo pre-establecidas como emergencias por lluvias o daños de equipo, se Utiliza una varilla lisa de 7/8", longitud 35 cm cada 30 cm, para un espesor de 17.5 cm. Para 20 cm los requisitos que se utilizan son varilla lisa o diámetro del pasador de 1", longitud total de 35 cm y la separación entre centros es cada 30 cm.

Los diámetros y separaciones utilizados en los dos tipos de juntas se obtienen de acuerdo a los siguientes cuadros 39 y 40.

Cuadro 39. Requisitos para Juntas Longitudinales

CARACTERISTICAS DE BARRAS DE ANCLAJE CORRUGADAS												
ESPESOR DE LOSA	BARRAS DE ϕ 9,5 mm (3/8")				BARRAS DE ϕ 12,7 mm (1/2")				BARRAS DE ϕ 15,9 mm (5/8")			
	Longitud (cm)	SEPARACIÓN ENTRE BARRAS (cm)			Longitud (cm)	SEPARACIÓN ENTRE BARRAS (cm)			Longitud (cm)	SEPARACIÓN ENTRE BARRAS (cm)		
		Carril de	Carril de	Carril de		Carril de	Carril de	Carril de		Carril de	Carril de	Carril de
		3,65 m	3,35 m	3,65 m		3,65 m	3,35 m	3,65 m		3,65 m	3,65 m	3,35 m
ACERO $f_y = 40,000$ psi												
15	45	80	75	65	60	120	120	120	60	120	120	120
17,5		70	60	55		120	110	100		120	110	100
20		60	55	50		105	100	90		120	120	120
22,5		55	50	45		95	85	80		120	120	120
25		45	45	40		85	80	70		120	120	110
ACERO $f_y = 60,000$ psi												
15	65	120	110	100	85	120	120	120	100	120	120	120
17,5		105	95	85		120	120	120		120	120	120
20		90	80	75		120	120	120		120	120	120
22,5		80	75	65		120	120	120		120	120	120
25		70	65	60		120	115	110		120	120	120

FUENTE: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO, GUILLERMO MUÑOZ

Cuadro 40. Requisitos para Juntas Transversales

REQUISITOS MÍNIMOS PARA PASADORES DE ACERO EN JUNTAS DE PAVIMENTOS				
ESPELOR DEL PAVIMENTO	DIAMETRO DEL PASADOR		LONGITUD TOTAL	SEPARACIÓN ENTRE CENTROS
	(cm)	(pulg)		
10	1,27	1/2	25	30
11 - 13	1,59	5/8	30	30
14 - 15	1,91	3/4	35	30
16 - 18	2,22	7/8	35	30
19 - 20	2,54	1	35	30
21 - 23	2,86	1 1/8	40	30
24 - 25	3,18	1 1/4	45	30
26 - 28	3,49	1 3/8	45	30
29 - 30	3,81	1 1/2	50	30

FUENTE: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO, GUILLERMO MUÑOZ

Figura 62. Detalle de junta longitudinal, espesor 17.5 cm

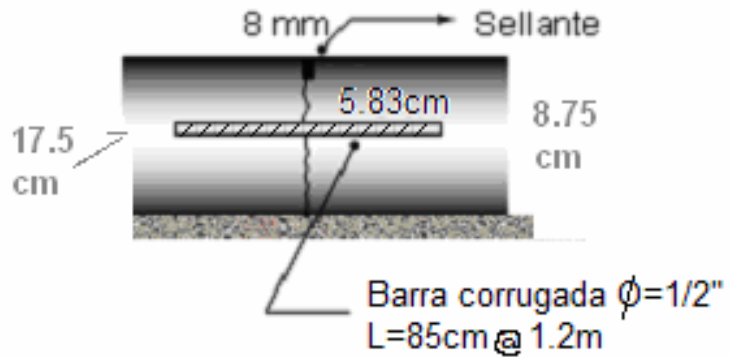


Figura 63 Detalle transversal, espesor 17,5 cm.

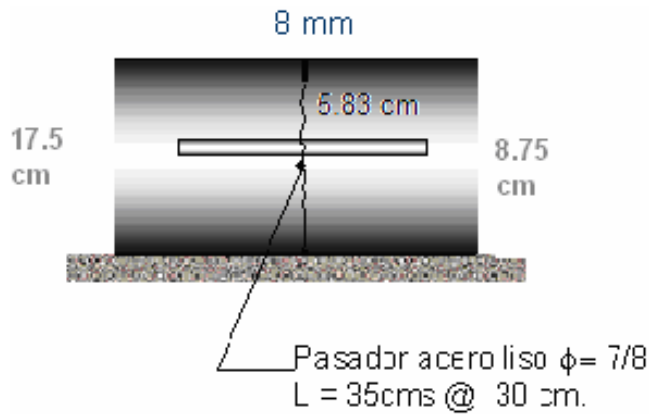
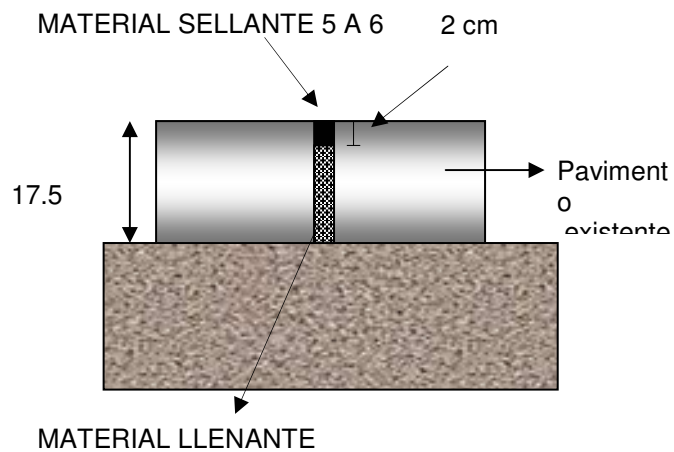


Figura 64 Detalle junta de expansión, espesor 17.5 cm.



17. MURO DE CONTENCIÓN EN GAVIONES

Se prediseña un muro de contención en gaviones con lo cual se busca que la estructura a base de gaviones permita deformaciones sin perder eficiencia en caso de una falla de mecánica de suelos, o bien permite desplantar una obra desde una base con poca resistencia a la carga y de esta forma evitar costosas excavaciones para cimentación buscando una capa de suelo con mayor resistencia a la carga.

17.1 MATERIALES

17.1.1 Canastas metálicas. Las canastas metálicas estarán formadas de alambre de hierro galvanizado de triple torsión, con huecos hexagonales de abertura no mayor de diez centímetros (10 cm).

Se utilizará alambre galvanizado de diámetro superior a dos milímetros (2 mm), excepto en las aristas y los bordes del gavión que estarán formados por alambres galvanizados cuyo diámetro será, como mínimo, un veinticinco por ciento (25 %) mayor que el del enrejado.

17.1.2 Material de relleno. Podrá consistir de canto rodado, rajón, material de cantera o material de desecho adecuado, teniendo cuidado de no utilizar materiales que se desintegren por la exposición al agua o a la intemperie, que no contengan óxido de hierro, con excesiva alcalinidad con compuestos salinos, cuya composición pueda atacar el alambre de la canasta.

El peso unitario del material deberá ser, cuando menos, de un mil doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (1250 kg/m³).

Deberá cumplir, además, los siguientes requisitos:

- ❖ **Granulometría:** El tamaño mínimo de las piedras deberá ser, por lo menos, treinta milímetros (30 mm) mayor que las aberturas de la malla de la canasta.
- ❖ **Resistencia a la abrasión:** El desgaste del material al ser sometido a ensayo en la máquina de Los Ángeles, según la norma INV E-219, deberá ser inferior a cincuenta por ciento (50%).

- ❖ **Absorción:** Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso. Para determinarla, se fragmentará una muestra representativa de las piedras y se ensayará de acuerdo con la norma INV E-223.

17.5 PREDISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN EN GAVIONES

Debido a que en el sector cercano al Ancianato no se contó con un estudio de suelos detallado, el cual proporcionara la información necesaria para realizar un diseño completo de los muros de contención en gaviones, esta actividad quedará en etapa de prediseño.

Los datos del prediseño son los siguientes:

Cuadro 41. Dimensiones de un muro en gaviones

Muro 1	
H	2 m
L	28 m
γ	1.75 Kg/cm ²
Ubicación	K0 + 390.59 hasta K0 + 418.59

Muro 2	
H	4 m
L	14 m
γ	1.75 Kg/cm ²
Ubicación	K0 +682.66 hasta K0 +696.66

MURO DE CONTENCIÓN 1 INSTITUTO DE VALORIZACION MUNICIPAL DIMENSIONES (M) Y CANTIDADES POR METRO LINEAL										
H	b1	b2	b3	b4	T	h	B	Vol (m ³)	PRESIONES (Kg/cm ²)	
									σ_1	σ_2
2.00	0,25	0,3	0,7	0,25	0,25	1,75	1,5	1,55	0,63	0,2

- ❖ Clasificación del suelo: AASHTO: A-7-5, SUCS: MH
- ❖ Descripción: Suelo limoso de alta plasticidad muy alta, consistencia muy firme, color café grisáceo.

Las dimensiones se calculan para un muro a gravedad obteniéndose los siguientes valores. Cuadro 42.

Cuadro 42. Dimensionamiento de muro a gravedad

MURO DE CONTENCIÓN											
INSTITUTO DE VALORIZACION MUNICIPAL											
DIMENSIONES (M) Y CANTIDADES POR METRO LINEAL											
H	b1	b2	b3	b4	T	h	B	Vol(m3)	Presiones(kg/cm2)		
									σ_1	σ_2	
4,00	0,40	0,40	1,40	0,40	0,50	3,50	2,60	5,15	1,32	0,23	

Se recomienda la utilización de un muro en gaviones que se ajuste a las dimensiones calculadas, Figura 68.

Figura 65 Muro de gravedad

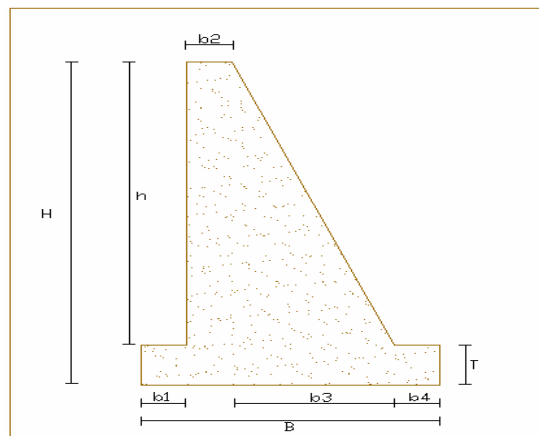
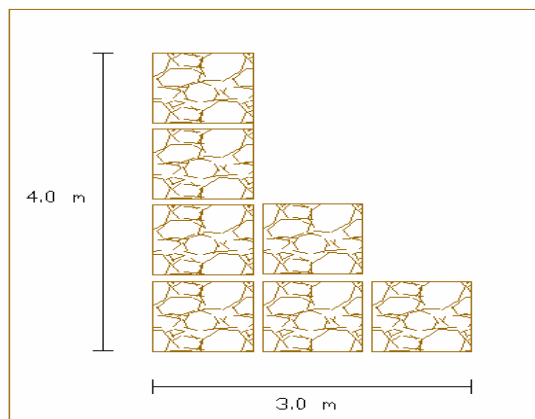


Figura 66 Muro en gaviones



18. DISEÑO DE DRENAJES

Como ya se menciona en el proyecto vía perimetral occidental el drenaje constituye el conjunto de obras que sirven para captar, conducir y alejar del camino el agua que puede causarle problemas.

En el caso de la vía San Ezequiel ancianato se hace necesario la utilización de sumideros a lo largo de toda la vía, por la característica netamente urbanas de la zona; como en el levantamiento se tomo detalles de la ubicación de pozos de inspección, la ubicación de sumideros en la vía se hace conservando una distancia de 15 metros de acuerdo a la normatividad.

El calculo del caudal se hace utilizando el método racional relacionando los factores : intensidad de lluvias y áreas tributarias. Las áreas tributarias se toman de acuerdo a la topografía y el coeficiente de escorrentía tiene un valor de 0.8 en centros poblados los cálculos se resumen a continuación

Cuadro 44. Diseño de drenajes

CALCULO DIAMETRO PARA CONEXIONES DE SUMIDEROS VIA SAN EZEQUIEL-ANCIANATO																						
Tramo	Área tributaria (Ha)		Coeficiente de escorrente	Tiempo de concentración (min)			Período de retorno (años)	Intensidad de lluvias (l/s/ha)	Qdiseño (l/s)	Longitud (m)	Ø (plg)		Material	n	Pendiente (%)	Condiciones a tubo lleno			Relaciones hidráulicas			Condición Real
				Entrada	Recorrido	Total					Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)				F. Tractiva (Kg/m ²)	q/Q	v/V	Y/D	Velocidad (m/s)		
	Tramo	Acumul	C								Nomin	Real										
A1	0,0593	0,06	0,80	5,00	0,13	5,13	5,00	159,10	7,55	7,29	10	10	Concreto	0,013	3,00%	107,45	2,12	1,91	0,07	0,450	0,2%	0,95
A2	0,0723	0,07	0,80	5,00	0,15	5,15	5,00	158,94	9,19	8,75	10	10	Concreto	0,013	2,50%	98,09	1,94	1,59	0,09	0,516	0,2%	1,00
A3	0,0250	0,03	0,80	5,00	0,12	5,12	5,00	159,20	3,18	6,44	10	10	Concreto	0,013	3,50%	116,06	2,29	2,22	0,03	0,405	0,2%	0,93
A4	0,899	0,90	0,80	5,00	0,11	5,11	5,00	159,28	114,55	15,90	10	10	Concreto	0,013	4,00%	124,08	2,45	2,54	0,92	1,024	0,8%	2,51
A5	0,1413	0,14	0,80	5,00	0,15	5,15	5,00	158,91	17,96	11,13	10	10	Concreto	0,013	2,50%	98,09	1,94	1,59	0,18	0,638	0,3%	1,24
A6	0,1413	0,14	0,80	5,00	0,20	5,20	5,00	158,48	17,91	14,98	10	10	Concreto	0,013	2,50%	98,09	1,94	1,59	0,18	0,638	0,64	1,24
A7	0,4300	0,43	0,80	5,00	0,06	5,06	5,00	159,62	54,91	7,06	10	10	Concreto	0,013	3,00%	107,45	2,12	1,91	0,51	0,855	0,6%	1,81
A8	0,0380	0,04	0,80	5,00	0,13	5,13	5,00	159,12	4,84	7,17	10	10	Concreto	0,013	3,00%	107,45	2,12	1,91	0,05	0,450	0,2%	0,95
A9	0,2827	0,28	0,80	5,00	0,10	5,10	5,00	159,37	36,04	8,56	10	10	Concreto	0,013	2,50%	98,09	1,94	1,59	0,37	0,774	0,5%	1,50
A10	1,2600	1,26	0,80	5,00	0,05	5,05	5,00	159,74	161,02	8,34	12	12	Concreto	0,013	4,00%	201,76	2,77	3,05	0,80	0,985	0,8%	2,72
A11	0,4800	0,48	0,80	5,00	0,01	5,01	5,00	160,07	61,47	1,42	10	10	Concreto	0,013	4,00%	124,08	2,45	2,54	0,50	0,845	0,6%	2,07
A12	0,6640	0,66	0,80	5,00	0,04	5,04	5,00	159,81	84,89	5,27	10	10	Concreto	0,013	3,00%	107,45	2,12	1,91	0,79	0,982	0,8%	2,08
A13	0,9000	0,90	0,80	5,00	0,06	5,06	5,00	159,70	114,99	8,34	10	10	Concreto	0,013	4,00%	124,08	2,45	2,54	0,93	1,024	0,8%	2,51
A13	0,0376	0,04	0,80	5,00	0,18	5,18	5,00	158,67	4,78	11,86	10	10	Concreto	0,013	4,50%	131,60	2,60	2,86	0,04	0,425	0,2%	1,10
A14	0,0437	0,04	0,80	5,00	0,10	5,10	5,00	159,33	5,57	5,68	10	10	Concreto	0,013	3,00%	107,45	2,12	1,91	0,05	0,450	0,2%	0,95
A15	0,0479	0,05	0,80	5,00	0,10	5,10	5,00	159,35	6,11	5,85	10	10	Concreto	0,013	3,00%	107,45	2,12	1,91	0,06	0,470	0,2%	1,00

19. PRESUPUESTO

Presupuesto pavimento en concreto rígido vía San Ezequiel - ancianato

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL
1	Excavacion a maquina	M3	400.20	2083.33	833745.48
2	Relleno	M3	347.11	1416.80	491787.85
3	Excavacion a mano	M3	50	4048.00	202400.00
4	Retiro de sobrantes	M3	53.09	6771.00	359446.24
5	Relleno de zanjas con material aprovechable	M3	30	1416.80	42504.00
6	Conexiones para sumideros	ML	130	20837.46	2708870.36
7	Arreglo de camaras de alcantarillado	UN	3	181137.33	543412.00
8	Construccion de sumideros	UN	10	400000.00	4000000.00
9	Base compactada con maerial seleccionado	M3	1050.02	39000.33	40950993.51
10	Base para anden	M3	625.72	39000.33	24403249.57
11	Losa de concreto 39.13 Kg/cm2 espesor 0,20 m	M3	693.02	295053.84	204477988.12
12	Losa de concreto 39.13 Kg/cm2 espesor 0,175 m	M3	319.20	297259.15	94885120.84
13	Sardinell de confinamiento	ML	1587.46	15329.89	24335584.00
14	Anden 1.5 mts 2500 psi	M3	357.18	223856.32	79956664.10
15	Zona verde	M2	716.73	2500.00	1791825.00
16	Muro de contencion en gaviones	M3	98	61750	6051500
COSTO TOTAL					486035091.07

**PRESUPUESTO PAVIMENTO EN CONCRETO RIGIDO, SARDINEL DE CONFINAMIENTO Y ANDENES
VIA SAN EZEQUIEL-ANCIANATO
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

1 ITEM : EXCAVACION A MAQUINA M3

EQUIPO Y HERRAMIENTA	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Retroexcavadora		60000	36	1666.67
Transporte (25%)				416.67
				2083.33

TOTAL COSTO DIRECTO	2083.33
PRECIO UNITARIO POR M3	2083.33

2 ITEM : RELLENO M3

EQUIPO Y HERRAMIENTA	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Herramienta 10% M.O.				128.80
				128.80

MANO DE OBRA	TIPO	VALOR	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Basica construccion	2	38640	30	1288.00
				1288.00

TOTAL COSTO DIRECTO	1416.80
PRECIO UNITARIO POR M3	1416.80

**PRESUPUESTO PAVIMENTO EN CONCRETO RIGIDO, SARDINEL DE CONFINAMIENTO Y ANDENES
VIA SAN EZEQUIEL-ANCIANATO
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

3 ITEM : EXCAVACION A MANO M3

EQUIPO Y HERRAMIENTA	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Herramienta 10% M.O.				368.00
				368.00

MANO DE OBRA	TIPO	VALOR	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Basica construccion	2	12880	3.5	3680.00
				3680.00

TOTAL COSTO DIRECTO	4048.00
PRECIO UNITARIO POR M3	4048.00

4 ITEM : RETIRO DE SOBRANTES M3

EQUIPO Y HERRAMIENTA	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Herramienta 10% M.O.				161.00
Volqueta	5M3	35000	7	5000.00
				5161.00

MANO DE OBRA	TIPO	VALOR	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Basica construccion	2	12880	8	1610.00
				1610.00

TOTAL COSTO DIRECTO	6771.00
PRECIO UNITARIO POR M3	6771.00

**PRESUPUESTO PAVIMENTO EN CONCRETO RIGIDO, SARDINEL DE CONFINAMIENTO Y ANDENES
VIA SAN EZEQUIEL-ANCIANATO
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

5 ITEM : RELLENO ZANJAS CON MATERIAL APROVECHABLE M3

EQUIPO Y HERRAMIENTA	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Herramienta 10% M.O.				128.80
				128.80

MANO DE OBRA	TIPO	VALOR	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Basica construccion	2	38640	30	1288.00
				1288.00

TOTAL COSTO DIRECTO	1416.80
PRECIO UNITARIO POR M3	1416.80

6 ITEM : CONEXIONES PARA SUMIDEROS	ML
---	-----------

EQUIPO Y HERRAMIENTA	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Herramienta 10% M.O.				325.53
				325.53

MATERIALES EN OBRA	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Tubo 10"	M	15000.00	1	15000.00
Roturas	%	5		750.00
Mortero de pega	M3	21403	0.032	684.90
Deperdicios	%	5		821.74
				17256.64

MANO DE OBRA	TIPO	VALOR	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Basica construccion	3	55340	17	3255.29
				3255.29

TOTAL COSTO DIRECTO	20837.46
PRECIO UNITARIO POR ML	20837.46

PRESUPUESTO PAVIMENTO EN CONCRETO RIGIDO, SARDINEL DE CONFINAMIENTO Y ANDENES VIA SAN EZEQUIEL-ANCIANATO ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

7 ITEM : ARREGLO DE CAMARAS DE ALCANTARILLADO	UNIDAD
--	---------------

EQUIPO Y HERRAMIENTA	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Herramienta 10% M.O.				2830.67
				2830.67

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	VALOR TOTAL
alcantarilla	UN	150000	1	150000.00
				150000.00

MANO DE OBRA	TIPO	VALOR	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Basica construccion	3	42460	1.5	28306.67
				28306.67

TOTAL COSTO DIRECTO	181137.33
PRECIO UNITARIO	181137.33

8 ITEM : CONSTRUCCION DE SUMIDEROS	UNIDAD
---	---------------

EQUIPO Y HERRAMIENTA	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Herramienta 10% M.O.				2830.67
				2830.67

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Sumidero	UN	400000.00	1	400000.00
				400000.00

MANO DE OBRA	TIPO	VALOR	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Basica construccion	2	42460	1.5	28306.67
				28306.67

TOTAL COSTO DIRECTO	431137.33
PRECIO UNITARIO	431137.33

**PRESUPUESTO PAVIMENTO EN CONCRETO RIGIDO, SARDINEL DE CONFINAMIENTO Y ANDENES
VIA SAN EZEQUIEL-ANCIANATO
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

9 ITEM : BASE COMPACTADA CON MATERIAL SELECCIONADO M3

EQUIPO Y HERRAMIENTA	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Herramienta 10% M.O.				322.00
Motoniveladora		65000	40	1625.00
Carro tanque		35000	5	7000.00
Compactador		55000	30	1833.33
Volqueta	5M3	35000	7	5000.00
				15780.33

MATERIALES EN OBRA	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Material seleccionado base	M3	20000	1	20000.00
				20000.00

MANO DE OBRA	TIPO	VALOR	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Basica construccion	2	25760	8	3220.00
				3220.00

TOTAL COSTO DIRECTO	39000.33
PRECIO UNITARIO POR M3 PARA ESPESORES DE 0.10 Y 0.15	39000.33

PRESUPUESTO PAVIMENTO EN CONCRETO RIGIDO, SARDINEL DE CONFINAMIENTO Y ANDENES VIA SAN EZEQUIEL - ANCIANATO ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
--

10 ITEM : LOSA DE CONCRETO 36.23 Kg/cm2	M3
--	-----------

EQUIPO Y HERRAMIENTA	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Herramienta 10% M.O.				1366.18
Regla vibratoria		5000	2.55	1960.78
Mezcladora		6250	2.55	2450.98
Vibrador		3750	2.55	1470.59
				7248.53

MATERIALES EN OBRA	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Formaleta	GB	4572.56	1	4572.56
Cemento	KG	500	350	175000.00
Arena	M3	22000	0.5	11000.00
Triturado	M3	38000	0.84	31920.00
Hierro 1/2" corrugado	KG	1183.3333	0.60	704.37
Hierro 7/8" liso	KG	1013.98	5.81	5892.16
Agua	LT	200	160	32000.00
Deperdicios	%	5		13054.45
				274143.54

MANO DE OBRA	TIPO	VALOR	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Basica construccion	3	222960	16.32	13661.76
				13661.76

TOTAL COSTO DIRECTO	295053.84
PRECIO UNITARIO POR M3	295053.84
PRECIO UNITRIO TOTAL POR M2 ESPESOR 0.20 M	59010.77

PRESUPUESTO PAVIMENTO EN CONCRETO RIGIDO, SARDINEL DE CONFINAMIENTO Y ANDENES VIA SAN EZEQUIEL-ANCIANATO ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
--

11 ITEM : LOSA DE CONCRETO 36.23 Kg/cm2.	M3
---	-----------

EQUIPO Y HERRAMIENTA	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Herramienta 10% M.O.				1366.18
Regla vibratoria		5000	2.55	1960.78
Mezcladora		6250	2.55	2450.98
Vibrador		3750	2.55	1470.59
				7248.53

MATERIALES EN OBRA	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Formaleta	GB	4572.56	1	4572.56
Cemento	KG	500	350	175000.00
Arena	M3	22000	0.5	11000.00
Triturado	M3	38000	0.84	31920.00
Hierro 1/2" corrugado	KG	1183.33	0.68	804.66
Hierro 7/8" liso	KG	1013.98	5.81	5892.16
Agua	LT	200	170	34000.00
Deperdicios	%	5		13159.47
				276348.86

MANO DE OBRA	TIPO	VALOR	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Basica construccion	3	222960	16.32	13661.76
				13661.76

TOTAL COSTO DIRECTO	297259.15
PRECIO UNITARIO POR M3	297259.15
PRECIO UNITRIO TOTAL POR M2 ESPESOR 0.175 M	52020.35

**PRESUPUESTO PAVIMENTO EN CONCRETO RIGIDO, SARDINEL DE CONFINAMIENTO Y ANDENES
VIA SAN EZEQUIEL-ANCIANATO**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

12 ITEM : SARDINEL EN CONCRETO 33.07 Kg/cm2

ML

EQUIPO Y HERRAMIENTA	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Herramienta 10% M.O.				85.28
Mescladora		6250	50	125.00
Vibrador		3750	50	75.00
				285.28

MATERIALES EN OBRA	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Formaleta	GB	3000	1	3000.00
Concreto	M3	206040	0.044	9065.76
Hierro 1/4"	KG	2508	0.125	313.50
Hierro 3/8"	KG	2030	0.56	1136.80
Deperdicios	%	5		675.80
				14191.86

MANO DE OBRA	TIPO	VALOR	RENDIMIENTO	VALOR TOTAL
Basica construccion	4	68220	80	852.75
				852.75

TOTAL COSTO DIRECTO	15329.89
----------------------------	-----------------

CONCLUSIONES

DISEÑO VÍA PERIMETRAL OCCIDENTAL

- ❖ Terminado el estudio de tránsito como fase preliminar del diseño de la vía perimetral occidental, se puede afirmar que la ciudad de San Juan de Pasto necesita una vía acorde con las necesidades vehiculares actuales, por ser la capital del departamento de Nariño y estar ubicada en la zona fronteriza, tiene un flujo vehicular constante que esta incrementándose. La demanda de vehículos que tiene esta ciudad se debe a que es un punto obligatorio para desplazamiento hacia el norte y sur del país; además la rata de crecimiento del parque automotor municipal es relativamente alto y tiende a incrementarse. La necesidad de trasladarse desde corregimientos y municipios aledaños hacia Pasto y viceversa, aporta un número significativo de vehículos, que no necesariamente tiene que pasar por las vías de Pasto.

Todos estos factores crean problema de congestión vehicular, afectando a la vía Panamericana en su tramo urbano. El proyecto denominado Vía Perimetral Occidental se constituye en una solución para este problema.

- ❖ Es de vital importancia realizar en un proyecto de esta magnitud un estudio de prefactibilidad denominado fase 1. Este nos da desde una serie de opciones de trazado, hasta un diseño muy aproximado, que puede ser tomado como definitivo, ayudando a identificar las ventajas y desventajas que puede presentar en la ruta del proyecto, esto previamente a la inversión real.
- ❖ En la ruta seleccionada por la administración se puede identificar que el terreno a manejar es muy irregular de tal forma que permite utilizar especificaciones altas que logran que algunos tramos de esta vía se asemejen a grandes vías del país como se observa en tramos como: empalme vía Panamericana – Catambuco y Obonuco – Anganoy; mientras que en otros tramos se tienen especificaciones muy restringidas y de manejo especial y cuidadoso, como se puede observar en cañones formados en las quebradas: Catambuco, Gualmatán y el Cuscungo. Donde las condiciones presentadas no permiten cumplir con las especificaciones planteadas para la vía.

En el diseño en planta se observó que hay algunas dificultades para el desarrollo de esta vía, utilizando en algunos tramos especificaciones no aptas para el diseño de una vía de estas características. Para tratar de mitigar estos percances las curvas espiralizadas son la mejor opción ya que

estas son fáciles de adaptar a la topografía y brindan mayor comodidad a los futuros usuarios de la vía.

- ❖ En diseño en perfil es importante tomar las pendientes especificadas cumpliendo su longitud máxima. En esta vía el 90% de la longitud total cumple con las pendientes, y el restante 10% maneja pendientes más fuertes que no se recomiendan para este tipo de vía, no obstante es conveniente aclarar que para lograr las pendientes recomendadas se hace necesario el corte en la mayor parte de la vía esto implica que el proyecto se desarrolla en contraposición a la topografía del terreno, si se analiza algunos cambios en la ruta se podría reducir la magnitud del corte.
- ❖ Con respecto a la información predial se tiene que es una zona muy heterogénea en cuanto a productividad y topografía. Los predios afectados por el proyecto van desde pequeños lotes hasta grandes latifundios, donde el valor es variable y será importante el poder de negociación que tiene la alcaldía municipal, teniendo en cuenta la ubicación de la vía con respecto al predio se puede encontrar entonces que en algunos tramos la vía utilizara los extremos de las tierras mientras que en otros casos pasa por la mitad de los mismos, también se debe analizar que en muchos casos prácticamente se deberá comprar la totalidad de los lotes .

Adicionalmente se presenta el caso de compra de edificaciones en los cuales se adiciona el valor de construcción. Estos casos son restringidos de estricta necesidad y con alto grado de importancia para el desarrollo del proyecto pues generan una problemática socioeconómica a raíz de la necesidad de reubicación

- ❖ Analizando las secciones transversales de la vía, se maneja un alto número de corte y pocos rellenos, para obtener datos más certeros respecto a los cortes y rellenos es indispensable realizar los estudios de suelos correspondientes, para poder utilizar una pendiente de talud real en el terreno y determinar la posibilidad de utilizar el material de corte en aquellas obras que requieren un relleno.
- ❖ En lo que se refiere a la parte ambiental, es importante la conservación de las quebradas existentes, especialmente en la quebrada los Chilcos porque se puede considerar como una reserva natural y el proyecto tiene un gran impacto sobre esta para ello se debe considerar la reforestación y el manejo adecuado del material en corte en este tramo de la vía el cual tiene que utilizar las medidas adecuadas en cuanto a excavación y desalojo.
- ❖ Al finalizar este estudio se puede concluir que las condiciones topográficas de la zona generan problemas para lograr las especificaciones propuestas, se ha observado que las pendientes y los radios de curvatura utilizados en

algunos tramos restringen la utilización de la vía por algunos tipos de vehículos hecho que conlleva a pensar en una vía de menor categoría con características urbanas que sirva de alivio a la avenida panamericana como ya se había previsto

- ❖ El planteamiento de una segunda alternativa implica la conformación de grandes terraplenes que en algunos casos se podrían remplazar por viaductos y obras de mayor complejidad esto trae como consecuencia el aumento del costo del proyecto, pero mejoraría las especificaciones de la vía y en el mejor de los casos

VÍA SAN EZEQUIEL – ANCIANATO:

- ❖ La vía en contemplación, considerada como arteria menor dentro del Plan de Ordenamiento Territorial tiene un importante flujo vehicular, en la cual su mejoramiento daría mayor comodidad de manejo y se atraería mayor flujo vehicular de barrios aledaños mejorando la movilidad del eje estructurante oriental y beneficiando a los habitantes de la zona con facilidad en su desplazamiento y mejorando la estética del tamo.
- ❖ Para la realización de la topografía se debe tomar la mayor cantidad de detalles posibles en lo que se refiere a paramentos, andenes, redes, pozos de inspección, etc. Estos son de gran importancia y determinantes en el diseño.
- ❖ Cuando se tiene una vía existente y se va a realizar un diseño de pavimento, el diseño geométrico se debe adaptar a las condiciones actuales, pues este tipo de vías se encuentran urbanizadas en gran porcentaje y se debe tratar de reducir al máximo el afectar construcciones.
- ❖ El diseño en perfil de la vía sirve como base para establecer las pendientes que utiliza la vía y permiten compararlas con las especificadas, en la vía San Ezequiel- Ancianato las pendientes están de acuerdo a las especificaciones por lo cual el paso siguiente al diseño es la conformación de la base de acuerdo a las recomendaciones del estudio de suelos.
- ❖ El estudio de suelos es fundamental como paso previo al diseño del pavimento porque de los resultados sobre tipo y capacidad del suelo depende el espesor del pavimento y el diseño más óptimo para la estructura, es recomendable la realización de estos en apiques ubicados cada 200 mts, además se deben revisar los estudios proporcionados que presentan algunas inconsistencias.

BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO SANTANDER, Eduardo. PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE PASTO. Pasto 2002 Realidad Posible. San Juan de Pasto : Alcaldía Municipal, 2003. 224 pág.

BRAVO, Paulo Emilio. Trazado y Localización de Carreteras. Bogotá : Editorial Carvajal, 1984. 300 pág.

CHOCONTÁ ROJAS, Pedro Antonio. Diseño Geométrico de Vías. Bogotá : Escuela Colombiana de ingeniería, 1998. 200 pág.

DELGADO GUERRERO, Raúl, Plan de Desarrollo. Pasto Mejor 2004 – 2007. San Juan de Pasto : Alcaldía Municipal, 2004. 77 pág.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS, Normas Colombianas para la presentación de trabajos de investigación. Segunda actualización. Santa Fé de Bogotá D.C.: ICONTEC, 1996. 126P NTC 1307.

MERRIT, Frederick; LOFTIN, Kent, y RICKETTS, Jonathan. Manual del ingeniero Civil, tomo III. Cuarta Edición. México, D.F. : McGraw- Hill Editores, 1999. 380 pág.

MUÑOZ RICAURTE, Guillermo. Pavimentos de Concreto Hidráulico, Diseño y Construcción. San Juan de Pasto : Universidad de Nariño, 2002. 239 pág.

ANEXOS

Anexo C. Distribución horaria del transito

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7-8	350	45	25	13	8	5	13	459
8-9	310	35	15	15	9	2	6	392
9-10	220	29	14	14	4	2	5	288
10-11	150	34	21	24	4	1	3	237
11-12	154	28	14	25	6	5	2	234
12-1	148	21	12	15	4	0	2	202
1-2	134	24	18	21	7	3	7	214
2-3	156	34	17	16	7	2	3	235
3-4	166	26	15	13	5	5	3	233
4-5	239	17	20	19	7	3	4	309
5-6	255	35	22	25	4	3	2	346
6-7	254	29	21	40	3	1	1	349
Total día	2 536	357	214	240	68	32	51	3 498
%	72.50	10.21	6.12	6.86	1.94	0.91	1.46	100.00

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7-8	264	46	20	32	7	4	2	375
8-9	207	30	9	25	2	1	3	277
9-10	171	24	11	35	3	5	3	252
10-11	215	35	24	25	3	2	1	306
11-12	148	35	21	35	4	0	6	249
12-1	123	42	16	25	4	2	2	215
1-2	162	45	17	24	6	3	1	278
2-3	172	38	15	20	6	0	1	252
3-4	159	39	10	20	4	0	6	238
4-5	157	34	21	22	4	2	8	248
5-6	142	32	5	35	2	0	3	220
6-7	169	40	11	28	2	3	2	255
Total día	2 109	440	180	329	47	22	38	3 165
%	66.64	13.90	5.69	10.39	1.48	0.70	1.20	100.00
TOTAL	4645	797	394	569	115	54	89	6663

NORTE - SUR		REGIONAL		Cotam buco		Jueves		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	252	50	14	25	9	4	11	365
8 - 9	192	46	15	16	9	1	5	284
9 - 10	182	45	15	19	2	0	3	266
10 - 11	114	38	21	18	5	0	3	199
11 - 12	131	30	10	25	5	3	7	211
12 - 1	130	17	9	20	4	0	4	184
1 - 2	122	25	15	23	6	4	5	200
2 - 3	140	26	10	27	5	2	2	212
3 - 4	155	25	12	26	3	3	5	229
4 - 5	227	34	16	25	2	4	3	301
5 - 6	235	35	19	28	1	2	3	323
6 - 7	230	38	13	29	1	1	1	313
Total día	2 110	399	169	281	52	24	52	3 087
%	68.35	12.93	5.47	9.10	1.68	0.78	1.68	100.00

SUR - NORTE		REGIONAL		Cotam buco		Jueves		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	189	38	20	21	10	6	0	284
8 - 9	202	20	13	18	8	6	1	268
9 - 10	179	19	11	25	5	1	1	241
10 - 11	144	28	23	24	4	2	0	225
11 - 12	172	33	19	35	4	1	5	269
12 - 1	171	40	16	21	6	1	1	256
1 - 2	200	38	15	17	4	3	2	279
2 - 3	205	43	23	22	2	1	1	297
3 - 4	186	20	14	22	3	0	7	252
4 - 5	185	28	13	15	5	2	7	255
5 - 6	166	29	23	15	3	1	6	243
6 - 7	252	19	17	10	1	1	2	302
Total día	2 251	3 55	2 07	2 45	55	25	33	3 171
%	70.99	11.20	6.53	7.73	1.73	0.79	1.04	100.00
TOTAL	4361	754	376	526	107	49	85	6 258

NORTE - SUR		REGIONAL		Cotabuco		Viñas		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	263	51	17	35	10	4	10	390
8 - 9	202	46	18	19	9	1	3	300
9 - 10	195	47	19	21	3	1	7	293
10 - 11	127	35	25	20	5	1	3	216
11 - 12	142	35	15	30	8	3	5	239
12 - 1	156	15	10	20	5	1	3	211
1 - 2	132	34	15	23	9	4	5	213
2 - 3	186	28	14	32	5	2	2	269
3 - 4	195	28	13	26	5	3	6	276
4 - 5	266	29	18	25	2	4	4	370
5 - 6	289	36	23	35	2	2	3	390
6 - 7	295	45	15	29	2	1	2	390
Total día	2 470	422	205	315	65	27	53	3 557
%	69.44	11.86	5.76	8.86	1.83	0.76	1.49	100.00

SUR - NORTE		REGIONAL		Cotabuco		Viñas		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	201	40	19	25	11	7	1	304
8 - 9	213	21	23	28	9	5	2	301
9 - 10	190	19	11	34	5	2	1	262
10 - 11	164	35	13	30	4	2	1	249
11 - 12	185	36	19	31	4	2	5	282
12 - 1	182	46	15	25	6	0	0	276
1 - 2	211	47	15	22	4	3	2	305
2 - 3	232	52	23	26	2	1	2	338
3 - 4	195	23	14	22	3	0	8	265
4 - 5	198	34	17	20	5	5	7	286
5 - 6	205	33	23	20	3	2	8	294
6 - 7	247	34	13	10	1	3	2	300
Total día	2 423	412	206	293	57	32	39	3 462
%	69.99	11.90	5.95	8.46	1.65	0.92	1.13	100.00
TOTAL								
	4893	834	411	608	122	59	92	7 019

NORTE - SUR		REGIONAL		Costa Rica		Sábado		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7-8	265	49	13	31	9	3	10	380
8-9	186	46	12	12	9	1	0	266
9-10	180	42	17	19	4	0	7	269
10-11	115	32	25	15	5	1	3	196
11-12	125	33	10	30	8	0	5	211
12-1	140	12	9	14	5	1	0	181
1-2	126	24	13	21	9	4	5	202
2-3	186	23	11	30	2	2	2	256
3-4	195	21	12	22	8	2	6	266
4-5	288	27	12	20	2	4	4	357
5-6	289	33	20	29	3	2	3	379
6-7	300	43	11	21	1	1	2	379
Total día	2395	385	165	264	65	21	47	3342
%	71.66	11.52	4.94	7.90	1.94	0.63	1.41	100.00

SUR - NORTE		REGIONAL		Costa Rica		Sábado		
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7-8	182	24	26	26	10	6	2	276
8-9	195	33	13	29	8	0	1	264
9-10	178	19	15	35	4	0	1	252
10-11	142	35	23	31	4	4	0	239
11-12	172	36	20	32	2	4	5	271
12-1	170	50	13	26	5	1	1	266
1-2	190	47	17	23	4	2	3	266
2-3	221	23	24	27	2	1	3	301
3-4	180	23	16	23	0	2	5	249
4-5	192	32	20	21	4	7	7	303
5-6	200	33	26	20	3	3	10	297
6-7	210	29	13	10	3	3	3	271
Total día	2232	409	228	303	49	33	41	3295
%	67.74	12.41	6.92	9.20	1.49	1.00	1.24	100.00
TOTAL	4627	794	393	567	114	54	88	6637

NORTE - SUR		REGIONAL						Cotambuco Domingo	
HORA	CATEGORIA							Total hora	
	I	II	III	IV	V	VI	VII		
7-8	284	58	18	25	3	3	8	399	
8-9	210	54	19	14	3	1	8	309	
9-10	205	48	20	11	9	1	4	298	
10-11	153	40	21	12	9	0	0	235	
11-12	173	43	17	20	8	2	0	263	
12-1	195	19	11	14	8	1	3	251	
1-2	153	29	17	13	5	0	5	222	
2-3	158	32	14	23	3	2	1	233	
3-4	182	36	14	17	3	5	6	263	
4-5	209	20	18	19	0	4	4	354	
5-6	298	25	25	22	1	3	2	376	
6-7	349	48	17	14	1	1	1	431	
Total día	2649	452	211	204	53	23	42	3634	
%	72.89	12.44	5.81	5.61	1.46	0.63	1.16	100.00	

SUR - NORTE		REGIONAL						Cotambuco Domingo	
HORA	CATEGORIA							Total hora	
	I	II	III	IV	V	VI	VII		
7-8	206	28	24	36	11	4	0	307	
8-9	211	25	28	35	7	6	4	316	
9-10	199	14	9	38	5	1	1	267	
10-11	167	40	13	31	5	0	2	258	
11-12	189	46	9	27	4	2	5	262	
12-1	187	52	16	29	3	0	0	267	
1-2	221	55	16	30	7	3	3	335	
2-3	236	52	22	26	2	1	3	342	
3-4	186	23	14	31	4	2	8	268	
4-5	204	40	17	19	3	0	3	266	
5-6	281	46	20	24	5	5	10	391	
6-7	300	24	12	17	2	4	6	365	
Total día	2587	443	200	343	58	28	45	3704	
%	69.84	11.96	5.40	9.26	1.57	0.76	1.21	100.00	
TOTAL	5236	895	411	547	111	51	87	7338	

Anexo D. Resultado sondeo Panamericana

SONDEO VEHICULAR PANAMERICANA UNIVERSIDAD DE NARIÑO - SECRETARIA DE PLANEACION MUNICIPAL

NORTE - SUR ESTACION: Chapalito FECHA: Agosto 5 2004

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
8 - 9	249	32	30	23	4	5	2	345
9 - 10	220	31	15	24	3	1	2	297
10 - 11	213	29	15	23	3	2	1	286
11 - 12	231	36	9	36	4	1	2	319
12 - 1	253	5	0	0	0	0	0	258
1 - 2	274	44	13	41	8	1	0	381
5 - 6	316	0	0	0	0	0	0	316
6 - 7	229	29	6	13	4	1	1	283
Total día	1985	206	89	160	26	11	8	2485

SUR - NORTE ESTACION: Chapalito FECHA: Agosto 5 2004

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
8 - 9	280	34	22	34	13	0	5	388
9 - 10	187	37	21	28	2	2	1	278
10 - 11	175	32	19	25	1	1	0	254
11 - 12	227	43	21	34	2	1	1	329
12 - 1	229	32	13	19	6	2	4	305
1 - 2	261	32	14	18	6	5	5	341
5 - 6	228	39	17	25	8	3	2	322
6 - 7	313	37	15	18	4	0	6	394
Total día	1901	286	143	201	42	14	24	2611

TOTAL	3686	492	232	361	68	25	32	5096
-------	------	-----	-----	-----	----	----	----	------

SONDEO VEHICULAR PANAMERICANA
UNIVERSIDAD DE NARIÑO - SECRETARIA DE PLANEACION MUNICIPAL

NORTE - SUR ESTACION: Calle 15 FECHA: Agosto 5 2004

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
8 - 9	596	46	24	26	9	4	7	712
9 - 10	513	50	20	26	4	0	5	618
10 - 11	396	46	9	16	6	2	6	483
11 - 12	560	43	8	16	8	1	5	641
12 - 1	940	42	11	16	5	1	5	1020
1 - 2	671	36	16	10	7	3	3	748
5 - 6	634	36	11	19	4	0	6	709
6 - 7	800	32	14	6	6	7	2	867
Total día	5110	330	115	137	49	18	39	5798

SUR - NORTE ESTACION: Calle 15 FECHA: Agosto 5 2004

HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
8 - 9	425	40	16	22	8	5	7	525
9 - 10	409	45	15	13	5	2	6	495
10 - 11	335	40	7	15	5	3	2	467
11 - 12	445	29	6	26	2	1	3	512
12 - 1	766	38	11	42	5	2	3	869
1 - 2	814	38	15	25	4	5	6	907
5 - 6	621	27	14	17	8	1	3	691
6 - 7	846	25	12	14	6	2	6	911
Total día	4743	282	98	174	43	21	36	5397

TOTAL	9853	612	213	311	92	39	75	11195
--------------	-------------	------------	------------	------------	-----------	-----------	-----------	--------------

Anexo E. Cartera de localización variante Occidental

PI # 17. Abscisa k4 + 808.84

Tipo de empalme: Espiral Espiral Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS			POLARES			ELEMENTOS			AZIMUT			COORDENADAS		
	RECTANGULARES			Deflexiones			GEOMÉTRICOS			o	'	"	NORTE	ESTE	
	X	Y		p	o	'	"	E LA CURVA							
ET	4806.52	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00			333	5	24.91	23692.47	75103.84	
	4800	6.52	0.00	6.52	0	0	18.84	Abscisa PI	4808.84	333	5	43.75	23686.66	75106.79	
	4780	26.52	0.04	26.52	0	5	12.04	Coordenadas PI		333	10	36.95	23668.81	75115.80	
	4760	46.51	0.22	46.51	0	16	0.29	Norte	23394.74	333	21	25.20	23650.90	75124.70	
	4740	66.51	0.63	66.51	0	32	43.60	Este	75254.95	333	38	8.51	23632.88	75133.37	
	4720	86.50	1.39	86.51	0	55	21.92	Δ	75.29	334	0	46.83	23614.71	75141.74	
	4700	106.46	2.60	106.49	1	23	55.20	R	180	334	29	20.11	23596.37	75149.70	
	4680	126.38	4.35	126.46	1	58	23.28	Cuerda	20	335	3	48.19	23577.81	75157.15	
	4660	146.23	6.76	146.39	2	38	45.93	G	6.37	335	44	10.84	23559.02	75163.99	
	4640	165.98	9.91	166.28	3	25	2.76	B° corregido	4.54	336	30	27.67	23539.98	75170.12	
	4620	185.58	13.91	186.10	4	17	13.18			337	22	38.09	23520.70	75175.42	
	4600	204.96	18.85	205.82	5	15	16.35		espiral TE 1	Espiral ET 2	338	20	41.26	23501.18	75179.79
	4580	224.04	24.81	225.41	6	19	11.12	Le	42.74	430.32	339	24	36.03	23481.46	75183.11
	4560	242.75	31.88	244.83	7	28	55.91	A	87.71	278.31	340	34	20.82	23461.58	75185.27
	4540	260.97	40.13	264.03	8	44	28.71	ts Rad	0.12	1.20	341	49	53.62	23441.60	75186.17
	4520	278.57	49.60	282.96	10	5	46.88	ts GRADOS	6.80	68.49	343	11	11.79	23421.61	75185.68
	4500	295.43	60.36	301.53	11	32	47.12	X	42.68	372.77	344	38	12.03	23401.72	75183.73
	4480	311.39	72.41	319.69	13	5	25.31	Y	1.69	154.73	346	10	50.21	23382.03	75180.20
	4460	326.27	85.76	337.35	14	43	36.36	ΔR	0.42	40.74	347	49	1.27	23362.72	75175.03
	4440	339.90	100.39	354.41	16	27	14.06	Xo	21.36	205.31	349	32	38.97	23343.95	75168.15
	4420	352.08	116.23	370.77	18	16	10.90	Yo	180.42	220.74	351	21	35.81	23325.91	75159.54
	4400	362.63	133.22	386.32	20	10	17.80	TL	28.51	311.78	353	15	42.71	23308.82	75149.17
	4380	371.34	151.21	400.94	22	9	23.90	TC	14.26	166.32	355	14	48.81	23292.91	75137.06
EE	4376.20	372.77	154.73	403.61	22	32	35.35	CL	42.71	403.61	355	38	0.26	23290.04	75134.57
EE	4376.20	42.68	1.69	42.71	2	16	1.03	σe°	2.27	22.54	46	6	43.82	23290.04	75134.57
	4360	26.53	0.40	26.54	0	52	27.42	F	1.70	421.95	47	30	17.43	23278.36	75123.35
	4340	6.54	0.01	6.54	0	3	11.06	Te	202.21	333.89	48	19	33.79	23264.78	75108.67
TE	4333.46	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00				48	22	44.85	23260.43	75103.79

CARTERA DE LOCALIZACION															
PI # 18. Abscisa k5 + 472.32															
Tipo de empalme: Espiral Espiral Asimétrica															
ABSCISA	COORDENADAS				POLARES			ELEMENTOS			AZIMUT			COORDENADAS	
	RECTANGULARES				Deflexiones			GEOMÉTRICOS							
	X	Y	p		o	'	"	DE LA CURVA			o	'	"	NORTE	ESTE
ET	5358.24	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00				355	40	11.26	24213.16	74937.49
	5340	18.24	0.01	18.24	0	2	12.92	Abscisa PI	5472.32		355	37	58.34	24194.97	74938.88
	5320	38.24	0.11	38.24	0	9	44.32	Coordenadas PI			355	30	26.94	24175.04	74940.48
	5300	58.24	0.38	58.24	0	22	35.42	Norte	23986.38		355	17	35.84	24155.11	74942.27
	5280	78.23	0.93	78.23	0	40	46.21	Este	74954.66		354	59	25.05	24135.22	74944.32
	5260	98.21	1.84	98.22	1	4	16.66	Δ	22.6		354	35	54.60	24115.37	74946.73
	5240	118.16	3.20	118.20	1	33	6.69	R	700		354	7	4.58	24095.57	74949.60
EE	5235.35	122.79	3.59	122.85	1	40	34.71	Cuerda	20		353	59	36.55	24090.98	74950.34
EE	5235.35	424.83	43.49	427.05	5	50	43.58	G	1.64		338	56	8.49	24090.98	74950.34
	5220	410.14	39.02	412.00	5	26	6.18	β° corregido	11.75		338	31	31.09	24075.87	74953.00
	5200	390.88	33.67	392.32	4	55	21.35				338	0	46.26	24056.26	74956.95
	5180	371.47	28.81	372.59	4	26	7.35		espiral TE 1	Espiral ET 2	337	31	32.26	24036.76	74961.40
	5160	351.96	24.45	352.80	3	58	24.34	Le	428.83	122.89	337	3	49.25	24017.38	74966.34
	5140	332.34	20.54	332.98	3	32	12.44	A	547.89	293.29	336	37	37.35	23998.12	74971.73
	5120	312.65	17.07	313.11	3	7	31.75	te Rad	0.31	0.09	336	12	56.66	23978.99	74977.56
	5100	292.88	14.01	293.22	2	44	22.37	te GRADOS	17.55	5.03	335	49	47.28	23959.98	74983.77
	5080	273.06	11.34	273.30	2	22	44.36	X	424.83	122.79	335	28	9.27	23941.10	74990.36
	5060	253.19	9.04	253.36	2	2	37.79	Y	43.49	3.59	335	8	2.70	23922.34	74997.30
	5040	233.29	7.06	233.40	1	44	2.70	ΔR	10.91	0.90	334	49	27.61	23903.70	75004.54
	5020	213.36	5.40	213.43	1	26	59.13	Xo	213.75	61.43	334	32	24.04	23885.17	75012.08
	5000	193.41	4.02	193.45	1	11	27.11	Yo	710.91	700.90	334	16	52.02	23866.76	75019.88
	4980	173.44	2.90	173.47	0	57	26.67	TL	287.31	81.96	334	2	51.57	23848.44	75027.92
	4960	153.46	2.01	153.47	0	44	57.80	TC	144.23	40.99	333	50	22.71	23830.22	75036.17
	4940	133.47	1.32	133.48	0	34	0.54	CL	427.05	122.85	333	39	25.45	23812.09	75044.60
	4920	113.48	0.81	113.48	0	24	34.89	ce°	5.85	1.68	333	29	59.80	23794.03	75053.20
	4900	93.48	0.45	93.48	0	16	40.84	F	45.62	3.61	333	22	5.75	23776.04	75061.93
	4880	73.48	0.22	73.48	0	10	18.41	Te	329.60	227.42	333	15	43.32	23758.10	75070.77
	4860	53.48	0.08	53.48	0	5	27.60				333	10	52.51	23740.20	75079.70
	4840	33.48	0.02	33.48	0	2	8.40				333	7	33.31	23722.34	75088.70
	4820	13.48	0.00	13.48	0	0	20.82				333	5	45.73	23704.50	75097.73
TE	4806.52	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00				333	5	24.91	23692.47	75103.83

CARTERA DE LOCALIZACIÓN
PI # 19. Abscisa k5 + 888.8
Tipo de empalme: Espiral Espiral Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS	
	X	Y	ρ	Deflexiones			o	'	"	o	'	"	NORTE	ESTE
				o	'	"								
ET	5657.12	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	Abscisa PI	5888.80					
	5640	17.12	0.08	17.12	0	15	54.39	Coordenadas PI						
	5620	37.11	0.81	37.12	1	14	45.58	Norte	24401.67					
	5620	37.11	0.81	37.12	1	14	45.58	Este	74923.21	322	44	14.23	24494.18	74852.83
								Δ	32.93	323	0	8.61	24480.50	74863.14
EE	5616.50	40.60	1.06	40.61	1	29	30.87	R	260	323	58	59.81	24464.16	74874.66
EE	5616.50	251.97	42.01	255.44	9	27	56.12	Cuerda	20	324	13	45.10	24461.23	74876.57
	5600	237.22	34.60	239.73	8	17	55.47	G	4.41	346	12	15.14	24461.23	74876.57
	5580	218.81	26.81	220.44	6	59	8.86	β° corregido	19.19	347	22	15.79	24447.09	74885.07
	5560	199.92	20.25	200.94	5	47	4.72	espiral TE 1		348	41	2.40	24429.31	74894.23
	5540	180.67	14.84	181.27	4	41	45.29	Espiral ET 2		349	53	6.54	24410.97	74902.20
	5520	161.15	10.48	161.49	3	43	12.23	Le	258.26	349	53	6.54	24410.97	74902.20
	5500	141.45	7.06	141.62	2	51	26.72	A	259.13	350	58	25.97	24392.18	74909.05
	5480	121.61	4.48	121.70	2	6	29.60	τ _E Rad	0.50	351	56	59.04	24373.05	74914.87
	5460	101.70	2.61	101.74	1	28	21.39	τ _E GRADOS	28.46	352	48	44.54	24353.66	74919.76
	5440	81.74	1.36	81.75	0	57	2.44	X	251.97	353	33	41.66	24334.08	74923.84
	5420	61.76	0.58	61.76	0	32	32.91	Y	42.01	354	11	49.87	24314.37	74927.20
	5400	41.76	0.18	41.76	0	14	52.91	ΔR	10.60	354	43	8.83	24294.56	74929.96
	5380	21.76	0.03	21.76	0	4	2.47	X _o	128.08	355	7	38.35	24274.69	74932.24
	5360	1.76	0.00	1.76	0	0	1.59	Y _o	270.60	355	25	18.35	24254.78	74934.15
TE	5358.24	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	TL	174.45	355	36	8.80	24234.85	74935.82
								TC	88.16	355	40	9.67	24214.91	74937.35
								CL	255.44	355	40	11.26	24213.15	74937.48
								σ _e °	9.47					
								F	47.78					
								Te	189.05					

CARTERA DE LOCALIZACIÓN**PI # 20. Abscisa k6 + 190.62****Tipo de empalme: Espiral Espiral Asimétrica**

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA	AZIMUT			COORDENADAS	
	X	Y	ρ	Deflexiones				o	'	"	NORTE	ESTE
				o	'	"						
ET	6129.80	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	372	53	25.03	24946.05	74810.08
	6120	9.80	0.00	9.80	0	0	28.84	372	52	56.20	24936.49	74807.89
	6100	29.80	0.04	29.80	0	4	26.48	372	48	58.55	24916.99	74803.47
	6080	49.80	0.18	49.80	0	12	24.12	372	41	0.92	24897.46	74799.14
	6060	69.80	0.49	69.80	0	24	21.74	372	29	3.29	24877.90	74794.99
	6040	89.79	1.05	89.80	0	40	19.34	372	13	5.70	24858.28	74791.08
	6020	109.77	1.93	109.79	1	0	16.88	371	53	8.15	24838.61	74787.47
	6000	129.73	3.18	129.77	1	24	14.33	371	29	10.70	24818.88	74784.24
	5980	149.66	4.89	149.74	1	52	11.61	371	1	13.43	24799.07	74781.46
	5960	169.54	7.11	169.69	2	24	8.57	370	29	16.46	24779.20	74779.19
	5940	189.34	9.93	189.60	3	0	5.04	369	53	19.99	24759.27	74777.52
	5920	209.03	13.40	209.46	3	40	0.74	369	13	24.30	24739.30	74776.51
	5900	228.59	17.58	229.26	4	23	55.29	368	29	29.75	24719.30	74776.23
	5880	247.96	22.55	248.98	5	11	48.19	367	41	36.85	24699.31	74776.75
	5860	267.10	28.36	268.60	6	3	38.79	366	49	46.24	24679.36	74778.14
	5840	285.94	35.06	288.08	6	59	26.28	365	53	58.76	24659.50	74780.47
	5820	304.42	42.71	307.40	7	59	9.60	364	54	15.44	24639.78	74783.80
	5800	322.45	51.34	326.51	9	2	47.47	363	50	37.56	24620.27	74788.19
	5780	339.96	61.00	345.39	10	10	18.33	362	43	6.70	24601.05	74793.70
	5760	356.85	71.70	363.99	11	21	40.28	361	31	44.75	24582.19	74800.37
	5740	373.02	83.48	382.24	12	36	51.06	360	16	33.98	24563.81	74808.24
	5720	388.34	96.32	400.11	13	55	47.95	358	57	37.09	24546.01	74817.34
EE	5705.37	398.95	106.39	412.89	14	55	53.17	357	57	31.86	24533.42	74824.79
EE	5705.37	48.21	1.44	48.23	1	42	23.11	324	26	37.34	24533.42	74824.79
	5700	42.86	1.01	42.87	1	20	50.88	324	5	5.11	24528.90	74827.69
	5680	22.88	0.15	22.88	0	23	0.94	323	7	15.17	24512.48	74839.11
	5660	2.88	0.00	2.88	0	0	21.83	322	44	36.06	24496.47	74851.09
TE	5657.12	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	322	44	14.23	24494.18	74852.83

CARTERA DE LOCALIZACIÓN
PI # 21. Abscisa k7 + 347.69
Tipo de empalme: Espiral Espiral Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA	AZIMUT			COORDENADAS		
	X	Y	ρ	Deflexiones				o	'	"	NORTE	ESTE	
				o	'	"							
							Abscisa PI	7347.69					
							Coordenadas PI						
ET	7099.56	0.00	0.00	0.00	0	0	Norte	25769.79	337	54	52.84	25893.26	74948.49
	7080	19.56	0.11	19.56	0	19	Este	74998.59	338	14	19.61	25875.09	74955.74
EE	7060.01	39.53	0.91	39.54	1	19	Δ	34.98	339	14	23.37	25856.28	74962.51
EE	7060.01	299.49	54.47	304.41	10	18	R	285	2	34	57.88	25856.28	74962.51
	7060	299.49	54.46	304.40	10	18	Cuerda	20	2	34	59.94	25856.27	74962.51
	7040	282.00	44.76	285.53	9	1	G	4.02	3	52	17.41	25837.07	74968.07
	7020	263.92	36.22	266.39	7	48	β° corregido	20.95	5	4	31.07	25817.53	74972.36
	7000	245.35	28.81	247.03	6	41		espiral TE 1	6	11	38.62	25797.78	74975.44
	6980	226.39	22.45	227.50	5	39	Le	308.40	7	13	38.25	25777.88	74977.41
	6960	207.12	17.09	207.83	4	42	A	296.47	8	10	28.52	25757.90	74978.34
	6940	187.62	12.64	188.05	3	51	τ _ε Rad	0.54	9	2	8.35	25737.90	74978.32
	6920	167.95	9.04	168.20	3	4	τ _ε GRADOS	31.00	9	48	36.92	25717.92	74977.45
	6900	148.16	6.19	148.29	2	23	X	299.49	10	29	53.65	25697.99	74975.81
	6880	128.28	4.01	128.34	1	47	Y	54.47	11	5	58.11	25678.13	74973.50
	6860	108.34	2.41	108.37	1	16	ΔR	13.76	11	36	50.03	25658.34	74970.61
	6840	88.37	1.31	88.38	0	50	X _o	152.71	12	2	29.24	25638.62	74967.23
	6820	68.39	0.61	68.39	0	30	Y _o	298.76	12	22	55.62	25618.98	74963.46
	6800	48.39	0.21	48.39	0	15	TL	208.84	12	38	9.14	25599.40	74959.38
	6780	28.39	0.04	28.39	0	5	TC	105.76	12	48	9.77	25579.87	74955.08
	6760	8.39	0.00	8.39	0	0	CL	304.41	12	52	57.49	25560.37	74950.66
TE	6751.61	0.00	0.00	0.00	0	0	σ _e °	10.31	12	53	25.03	25552.19	74948.79
							F	63.54					
							Te	223.23					

CARTERA DE LOCALIZACIÓN															
PI # 22. Abscisa k7 + 646.1															
Tipo de empalme: Espiral Circulo Espiral Asimétrica															
ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES				POLARES Deflexiones			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS	
	X	Y	p	o	'	"				o	'	"	NORTE	ESTE	
ET	7345.73	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00				56	40	59.66	26111.00	74984.81
	7340	5.73	0.01	5.73	0	6	8.49	Abscisa PI	7646.10		56	34	51.17	26107.85	74980.03
	7330	15.73	0.21	15.73	0	46	17.77	Coordenadas PI			55	54	41.89	26102.19	74971.79
CE	7320.21	25.48	0.90	25.50	2	1	48.44	Norte	26046.31		54	39	11.21	26096.25	74964.01
CE	7320.21	77.13	28.07	82.08	20	0	0.00	Este	74886.39		390	35	32.23	26096.25	74964.01
	7320	76.97	27.94	81.88	19	56	55.28	Δ	78.77		390	32	27.51	26096.11	74963.84
	7310	69.04	21.85	72.41	17	33	40.91	R	120.00		388	9	13.14	26089.44	74956.40
	7300	60.63	16.44	62.82	15	10	26.55	Δc	40.00		385	45	58.78	26082.16	74949.54
	7290	51.80	11.76	53.12	12	47	12.18	Lc	83.78		383	22	44.41	26074.35	74943.31
	7280	42.61	7.82	43.32	10	23	57.81	Cuerda	10.00		380	59	30.04	26066.04	74937.75
	7270	33.13	4.66	33.45	8	0	43.45	G	4.77		378	36	15.68	26057.29	74932.91
	7260	23.41	2.31	23.52	5	37	29.08	β° corregido	22.11		376	13	1.31	26048.18	74928.80
	7250	13.53	0.77	13.55	3	14	14.71				373	49	46.94	26038.75	74925.47
	7240	3.56	0.05	3.56	0	51	0.35		espiral TE 1	Espiral ET 2	371	26	32.58	26029.08	74922.94
EC	7236.44	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	Le	136.88	25.51	370	35	32.23	26025.59	74922.23
EC	7236.44	132.49	25.42	134.91	10	51	44.29	A	128.16	55.33	348	46	37.13	26025.59	74922.23
	7230	126.98	22.09	128.89	9	52	9.16	τs Rad	0.57	0.11	347	47	2.00	26019.23	74921.22
	7220	118.11	17.48	119.40	8	25	9.46	τs GRADOS	32.68	6.09	346	20	2.29	26009.28	74920.28
	7210	108.93	13.53	109.77	7	4	57.75	X	132.49	25.48	344	59	50.59	25999.28	74920.08
	7200	99.50	10.21	100.02	5	51	37.16	Y	25.42	0.90	343	46	30.00	25989.29	74920.55
	7190	89.88	7.47	90.19	4	45	10.06	ΔR	6.43	0.23	342	40	2.90	25979.35	74921.62
	7180	80.13	5.27	80.30	3	45	38.19	Xo	67.70	12.75	341	40	31.03	25969.49	74923.25
	7170	70.28	3.54	70.37	2	53	2.81	Yo	126.43	120.23	340	47	55.65	25959.71	74925.35
	7160	60.37	2.24	60.41	2	7	24.77	TL	92.86	17.02	340	2	17.61	25950.04	74927.87
	7150	50.41	1.30	50.43	1	28	44.65	TC	47.09	8.51	339	23	37.48	25940.46	74930.74
	7140	40.43	0.67	40.44	0	57	2.77	CLe	134.91	25.50	338	51	55.61	25930.97	74933.91
	7130	30.44	0.29	30.44	0	32	19.34	σe°	10.89	2.03	338	27	12.18	25921.57	74937.31
	7120	20.44	0.09	20.44	0	14	34.45	F	30.20	0.91	338	9	27.29	25912.23	74940.89
	7110	10.44	0.01	10.44	0	3	48.14	Te	165.17	117.78	337	58	40.98	25902.94	74944.58
	7100	0.44	0.00	0.44	0	0	0.41				337	54	53.24	25893.67	74948.33
TE	7099.56	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00				337	54	52.84	25893.26	74948.49

Anexo F. Transición de peralte

CURVA 17		Peralte maximo 0.0800			
Bombeo		2	%		
	ABCISA	PD(+)	PI(-)	Cota Iz P	Cota Dr P
TE	4333.46	0.00	0.00		
	4340.00	1.70	-1.70	2783.68	2783.76
	4350.00	4.31	-4.31		
	4360.00	6.91	-6.91	2782.50	2782.58
	4364.19	8.00	-8.00		
EE	4370.00	8.00	-8.00		
	4376.20	8.00	-8.00		
	4380.00	8.00	-8.00	2781.44	2781.53
	4388.21	8.00	-8.00		
	4390.00	7.97	-7.97		
	4400.00	7.77	-7.77	2780.39	2780.47
	4410.00	7.58	-7.58		
	4420.00	7.39	-7.39	2779.33	2779.42
	4430.00	7.20	-7.20		
	4440.00	7.01	-7.01	2778.28	2778.36
	4450.00	6.82	-6.82		
	4460.00	6.63	-6.63	2777.23	2777.31
	4470.00	6.44	-6.44		
	4480.00	6.24	-6.24	2776.17	2776.25
	4490.00	6.05	-6.05		
	4500.00	5.86	-5.86	2775.12	2775.20
	4510.00	5.67	-5.67		
	4520.00	5.48	-5.48	2774.06	2774.14
	4530.00	5.29	-5.29		
	4540.00	5.10	-5.10	2773.01	2773.09
	4550.00	4.91	-4.91		
	4560.00	4.71	-4.71	2771.95	2772.03
	4570.00	4.52	-4.52		
	4580.00	4.33	-4.33	2770.90	2770.98
	4590.00	4.14	-4.14		
	4600.00	3.95	-3.95	2769.84	2769.92
	4610.00	3.76	-3.76		
4620.00	3.57	-3.57	2768.79	2768.87	
4630.00	3.38	-3.38			
4640.00	3.18	-3.18	2767.73	2767.81	
4650.00	2.99	-2.99			
4660.00	2.80	-2.80	2766.68	2766.76	
4670.00	2.61	-2.61			
4680.00	2.42	-2.42	2765.62	2765.70	
4690.00	2.23	-2.23			
4700.00	2.04	-2.04	2764.57	2764.65	
4710.00	1.85	-1.85			
4720.00	1.65	-1.65	2763.51	2763.59	
4730.00	1.46	-1.46			
4740.00	1.27	-1.27	2762.46	2762.54	

CURVA 18		0.0550						
Peralte maximo		2		%				
Bombeo		PD(-)		PI(+)				
	ABCISA				Cota Iz P	Cota Dr P		
TE	4806.52	0.00	0.00					
	4810.00	-0.05	0.05					
	4820.00	-0.18	0.18	2758.52	2758.44			
	4830.00	-0.32	0.32					
	4840.00	-0.45	0.45	2757.56	2757.48			
	4850.00	-0.59	0.59					
	4860.00	-0.72	0.72	2756.62	2756.54			
	4870.00	-0.85	0.85					
	4880.00	-0.99	0.99	2755.70	2755.62			
	4890.00	-1.12	1.12					
	4900.00	-1.26	1.26	2754.79	2754.71			
	4910.00	-1.39	1.39					
	4920.00	-1.53	1.53	2753.88	2753.80			
	4930.00	-1.66	1.66					
	4940.00	-1.80	1.80	2752.98	2752.89			
	4950.00	-1.93	1.93					
	4960.00	-2.07	2.07	2752.07	2751.99			
	4970.00	-2.20	2.20					
	K5+00	4980.00	-2.33	2.33	2751.16	2751.08		
		4990.00	-2.47	2.47				
5000.00		-2.60	2.60	2750.25	2750.17			
5010.00		-2.74	2.74					
5020.00		-2.87	2.87	2749.35	2749.26			
5030.00		-3.01	3.01					
5040.00		-3.14	3.14	2748.44	2748.36			
5050.00		-3.28	3.28					
5060.00		-3.41	3.41	2747.53	2747.45			
5070.00		-3.55	3.55					
5080.00		-3.68	3.68	2746.63	2746.55			
5090.00		-3.81	3.81					
5100.00		-3.95	3.95	2745.71	2745.63			
5110.00		-4.08	4.08					
5120.00		-4.22	4.22	2744.81	2744.73			
5130.00		-4.35	4.35					
5140.00		-4.49	4.49	2743.90	2743.82			
5150.00		-4.62	4.62					
5160.00		-4.76	4.76	2742.99	2742.91			
5170.00		-4.89	4.89					
5180.00	-5.03	5.03	2742.09	2742.01				
5190.00	-5.16	5.16						
5200.00	-5.30	5.30	2741.18	2741.10				
5210.00	-5.43	5.43						
5215.22	-5.50	5.50						
5220.00	-5.50	5.50	2740.27	2740.19				
5230.00	-5.50	5.50						

CURVA 19		Peralte maximo 0.0750		Bombeo 2 %	
	ABCISA	PD(+)	PI(-)	Cota Iz P	Cota Dr P
TE	5358.24	0.00	0.00		
	5360.00	0.05	-0.05	2733.51	2733.59
	5370.00	0.36	-0.36		
	5380.00	0.67	-0.67	2732.45	2732.53
	5390.00	0.98	-0.98		
	5400.00	1.28	-1.28	2731.30	2731.38
	5410.00	1.59	-1.59		
	5420.00	1.90	-1.90	2730.13	2730.21
	5430.00	2.20	-2.20		
	5440.00	2.51	-2.51	2728.93	2729.01
	5450.00	2.82	-2.82		
	5460.00	3.12	-3.12	2727.71	2727.79
	5470.00	3.43	-3.43		
	5480.00	3.74	-3.74	2726.48	2726.57
	5490.00	4.05	-4.05		
	5500.00	4.35	-4.35	2725.27	2725.35
	5510.00	4.66	-4.66		
	5520.00	4.97	-4.97	2724.05	2724.13
	5530.00	5.27	-5.27		
	5540.00	5.58	-5.58	2722.83	2722.91
	5550.00	5.89	-5.89		
	5560.00	6.19	-6.19	2721.60	2721.69
	5570.00	6.50	-6.50		
5580.00	6.81	-6.81	2720.38	2720.46	
5590.00	7.12	-7.12			
5600.00	7.50	-7.42	2719.16	2719.24	
5602.53	7.50	-7.50			
5610.00	7.50	-7.50			
EE	5616.50	7.50	-7.50		
	5620.00	7.50	-7.50	2717.94	2718.02
	5630.00	7.50	-7.50		
	5630.48	7.50	-7.50		
	5640.00	4.82	-4.82	2716.72	2716.80
5650.00	2.01	-2.01			
ET	5657.12	0.00	0.00		

CURVA 20		Peralte maximo 0.0750		Bombeo 2 %	
	ABCISA	PD(-)	PI(+)	Cota Iz P	Cota Dr P
TE	5657.12	0.00	0.00		
	5660.00	-0.63	0.63	2715.58	2715.50
	5670.00	-2.84	2.84		
	5680.00	-5.04	5.04	2714.36	2714.28
	5690.00	-7.24	7.24		
EE	5691.17	-7.50	7.50		
	5700.00	-7.50	7.50	2713.19	2713.11
	5705.37	-7.50	7.50		
	5710.00	-7.50	7.50		
	5719.58	-7.50	7.50		
	5720.00	-7.49	7.49	2712.26	2712.18
	5730.00	-7.31	7.31		
	5740.00	-7.13	7.13	2711.59	2711.51
	5750.00	-6.94	6.94		
	5760.00	-6.76	6.76	2711.18	2711.10
	5770.00	-6.58	6.58		
	5780.00	-6.40	6.40	2711.02	2710.94
	5790.00	-6.21	6.21		
	5800.00	-6.03	6.03	2711.11	2711.03
	5810.00	-5.85	5.85		
	5820.00	-5.66	5.66	2711.46	2711.38
	5830.00	-5.48	5.48		
	5840.00	-5.30	5.30	2712.07	2711.99
	5850.00	-5.12	5.12		
	5860.00	-4.93	4.93	2712.88	2712.80
	5870.00	-4.75	4.75		
	5880.00	-4.57	4.57	2713.71	2713.63
	5890.00	-4.38	4.38		
	5900.00	-4.20	4.20	2714.54	2714.45
	5910.00	-4.02	4.02		
	5920.00	-3.84	3.84	2715.36	2715.28
	5930.00	-3.65	3.65		
5940.00	-3.47	3.47	2716.19	2716.11	
5950.00	-3.29	3.29			
5960.00	-3.10	3.10	2717.02	2716.94	
5970.00	-2.92	2.92			
5980.00	-2.74	2.74	2717.84	2717.76	
5990.00	-2.56	2.56			
K6+00	6000.00	-2.37	2.37	2718.67	2718.59
	6010.00	-2.19	2.19		
	6020.00	-2.01	2.01	2719.50	2719.42
	6030.00	-2.00	1.82		
	6040.00	-2.00	1.64	2720.33	2720.25
	6050.00	-2.00	1.46		
	6060.00	-2.00	1.28	2721.15	2721.07

ENTRETANGENCIA CURVA 20 y 21				
Peralte maximo		0.0750		
Bombeo		2	%	
N	109.3930021			
Entretangencia		621.804424		
	BOMBEO		Cota Iz P	Cota Dr P
	DER	IZQ		
6129.80	-2	0.00		
6130.00	-2	0.00		
6140.00	-2	-0.19	2723.53	2723.44
6150.00	-2	-0.37		
6160.00	-2	-0.55	2723.63	2723.55
6170.00	-2	-0.73		
6180.00	-2	-0.92	2723.52	2723.44
6190.00	-2	-1.10		
6200.00	-2	-1.28	2723.32	2723.24
6210.00	-2	-1.47		
6220.00	-2	-1.65	2723.11	2723.03
6230.00	-2	-1.83		
6239.20	-2	-2.00		
6240.00	-2	-2	2722.90	2722.90
6250.00	-2	-2		
6260.00	-2	-2	2722.70	2722.70
6270.00	-2	-2		
6280.00	-2	-2	2722.49	2722.49
6290.00	-2	-2		
6300.00	-2	-2	2722.29	2722.29
6310.00	-2	-2		
6320.00	-2	-2	2722.08	2722.08
6330.00	-2	-2		
6340.00	-2	-2	2721.87	2721.87
6350.00	-2	-2		
6360.00	-2	-2	2721.67	2721.67
6370.00	-2	-2		
6380.00	-2	-2	2721.46	2721.46
6390.00	-2	-2		
6400.00	-2	-2	2721.25	2721.25
6410.00	-2	-2		
6420.00	-2	-2	2721.05	2721.05
6430.00	-2	-2		
6440.00	-2	-2	2720.54	2720.54
6450.00	-2	-2		
6460.00	-2	-2	2720.64	2720.64
6470.00	-2	-2		
6480.00	-2	-2	2720.43	2720.43
6490.00	-2	-2		
6500.00	-2	-2	2720.22	2720.22
6510.00	-2	-2		
6520.00	-2	-2	2720.02	2720.02
6530.00	-2	-2		
6540.00	-2	-2	2719.81	2719.81

CURVA		21			
Peralte maximo		0.0750			
Bombeo		2 %			
	ABCISA	PD(+)	PI(-)	Cota Iz P	Cota Dr P
TE	6751.61	0.00	-2.00		
	6760.00	0.21	-2.00	2717.46	2717.54
	6770.00	0.47	-2.00		
	6780.00	0.72	-2.00	2717.25	2717.34
	6790.00	0.98	-2.00		
	6800.00	1.24	-2.00	2717.05	2717.13
	6810.00	1.49	-2.00		
	6820.00	1.75	-2.00	2716.84	2716.92
	6830.00	2.00	-2.00		
	6840.00	2.26	-2.26	2716.64	2716.72
	6850.00	2.51	-2.51		
	6860.00	2.77	-2.77	2716.43	2716.51
	6870.00	3.02	-3.02		
	6880.00	3.28	-3.28	2716.22	2716.30
	6890.00	3.53	-3.53		
	6900.00	3.79	-3.79	2716.02	2716.10
	6910.00	4.04	-4.04		
	6920.00	4.30	-4.30	2715.81	2715.89
	6930.00	4.55	-4.55		
	6940.00	4.81	-4.81	2715.60	2715.69
	6950.00	5.06	-5.06		
	6960.00	5.32	-5.32	2715.40	2715.48
	6970.00	5.57	-5.57		
	6980.00	5.83	-5.83	2715.19	2715.27
	6990.00	6.08	-6.08		
K 7 + 00	7000.00	6.34	-6.34	2714.99	2715.07
	7010.00	6.59	-6.59		
	7020.00	6.85	-6.85	2714.78	2714.86
	7030.00	7.11	-7.11		
	7040.00	7.36	-7.36	2714.57	2714.65
	7045.47	7.50	-7.50		
	7050.00	7.5	-7.5		
	7060.00	7.5	-7.5	2714.33	2714.41
EE	7060.01	7.5	-7.5		
	7070.00	7.5	-7.5		
	7074.55	7.50	-7.50		
	7080.00	5.87	-5.87	2713.93	2714.01
	7090.00	2.87	-2.87		
ET	7099.56	0.00	0.00		

CURVA		22			
Peralte maximo		0.0792			
Bombeo		2 %			
	ABCISA	PD(-)	PI(+)	Cota Iz P	Cota Dr P
TE	7099.56	0.00	0.00		
	7100.00	-0.03	0.03	2713.39	2713.31
	7110.00	-0.60	0.60		
	7120.00	-1.18	1.18	2712.57	2712.49
	7130.00	-1.76	1.76		
	7140.00	-2.33	2.33	2711.55	2711.47
	7150.00	-2.91	2.91		
	7160.00	-3.49	3.49	2710.36	2710.28
	7170.00	-4.07	4.07		
	7180.00	-4.64	4.64	2709.14	2709.06
	7190.00	-5.22	5.22		
	7200.00	-5.80	5.80	2707.92	2707.84
	7210.00	-6.37	6.37		
	7220.00	-6.95	6.95	2706.70	2706.62
EC	7230.00	-7.53	7.53		
	7236.44	-7.90	7.90		
	7240.00	-7.90	7.90	2705.48	2705.40
	7250.00	-7.90	7.90		
	7260.00	-7.90	7.90	2704.26	2704.18
	7270.00	-7.90	7.90		
	7280.00	-7.90	7.90	2703.05	2702.96
	7290.00	-7.90	7.90		
	7300.00	-7.90	7.90	2701.83	2701.75
	7310.00	-7.90	7.90		
CE	7320.00	-7.90	7.90	2700.64	2700.56
	7320.21	-7.90	7.90		
	7330.00	-4.87	4.87		
ET	7340.00	-1.77	1.77	2699.57	2699.49
	7345.73	0.00	0.00		

ANEXO G. CARTERAS DE NIVEL

CARTERA DE NIVEL					
PIV #15 Abscisa K4 + 333.46					
PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	4503.46				
	4503.46	2781.17	0.00	2781.17	P entrada -6.00
	4523.46	2779.97	0.04	2780.01	P salida -2.69
	4543.46	2778.77	0.17	2778.94	A 0.03
	4563.46	2777.57	0.37	2777.95	L 80.00
PIV	4583.46	2776.37	0.66	2777.04	Cota PIV 2776.37
					Abscisa PIV 4583.46
	4603.46	2775.84	0.37	2776.21	
	4623.46	2775.30	0.17	2775.46	r 0.000
	4643.46	2774.76	0.04	2774.80	cuerda 20.00
PTV	4663.46	2774.22	0.00	2774.22	
	4663.46				

CARTERA DE NIVEL					
PIV #19 Abscisa K5 + 141.97					
PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	5081.97				
	5081.97	2763.04	0.00	2763.04	P entrada -2.69
	5091.97	2762.78	0.02	2762.75	P salida -8.00
	5101.97	2762.51	0.09	2762.42	A -0.05
	5111.97	2762.24	0.20	2762.04	L 60.00
PIV	5121.97	2761.97	0.35	2761.62	Cota PIV 2761.43
					Abscisa PIV 5141.97
	5131.97	2761.70	0.55	2761.15	
	5141.97	2761.43	0.80	2760.64	r -0.001
	5151.97	2760.63	0.55	2760.08	cuerda 10.00
PTV	5161.97	2759.83	0.35	2759.48	
	5171.97	2759.03	0.20	2758.83	
	5181.97	2758.23	0.09	2758.14	
	5191.97	2757.43	0.02	2757.41	
	5201.97	2756.63	0.00	2756.63	
	5201.97				
	5201.97				

CARTERA DE NIVEL					
PIV #20 Abscisa K5 + 329.47					
PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	5279.47				
	5279.47	2750.43	0.00	2750.43	P entrada -8.00
	5284.47	2750.03	0.00	2750.04	P salida -6.00
	5289.47	2749.63	0.01	2749.64	A 0.02
	5294.47	2749.23	0.02	2749.26	L 50.00
	5299.47	2748.83	0.04	2748.87	Cota PIV 2746.43
PIV	5304.47	2748.43	0.06	2748.50	Abscisa PIV 5329.47
	5309.47	2748.03	0.09	2748.12	r 0.000
	5314.47	2747.63	0.12	2747.76	cuerda 5.00
	5319.47	2747.23	0.16	2747.39	
	5324.47	2746.83	0.20	2747.04	
	5329.47	2746.43	0.25	2746.68	
	5334.47	2746.13	0.20	2746.34	
	5339.47	2745.83	0.16	2745.99	
	5344.47	2745.53	0.12	2745.66	
	5349.47	2745.23	0.09	2745.32	
	5354.47	2744.93	0.06	2745.00	
	5359.47	2744.63	0.04	2744.67	
	5364.47	2744.33	0.02	2744.36	
	5369.47	2744.03	0.01	2744.04	
PTV	5374.47	2743.73	0.00	2743.74	
	5379.47	2743.43	0.00	2743.43	

CARTERA DE NIVEL					
PIV #21 Abscisa K5 +579.62					
PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	5519.62				
	5519.62	2735.03	0.00	2735.03	P entrada -6.00
	5529.62	2734.43	0.01	2734.42	P salida -8.00
	5539.62	2733.83	0.03	2733.80	A -0.02
	5549.62	2733.23	0.08	2733.16	L 60.00
	5559.62	2732.63	0.13	2732.50	Cota PIV 2731.43
PIV	5569.62	2732.03	0.21	2731.82	Abscisa PIV 5579.62
	5579.62	2731.43	0.30	2731.13	r 0.000
	5589.62	2730.63	0.21	2730.42	cuerda 10.00
	5599.62	2729.83	0.13	2729.70	
	5609.62	2729.03	0.08	2728.96	
	5619.62	2728.23	0.03	2728.20	
PTV	5629.62	2727.43	0.01	2727.42	
	5639.62	2726.63	0.00	2726.63	

CARTERA DE NIVEL					
PIV #22 Abscisa K5 + 767.12					
PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	5717.12				
	5717.12	2720.43	0.00	2720.43	P entrada -8.00
	5722.12	2720.03	0.02	2720.05	P salida 4.12
	5727.12	2719.63	0.06	2719.69	A 0.12
	5732.12	2719.23	0.14	2719.37	L 50.00
	5737.12	2718.83	0.24	2719.07	Cota PIV 2716.43
	5742.12	2718.43	0.38	2718.81	Abscisa PIV 5767.12
	5747.12	2718.03	0.55	2718.58	r 0.002
	5752.12	2717.63	0.74	2718.37	cuerda 5.00
	5757.12	2717.23	0.97	2718.20	
PIV	5762.12	2716.83	1.23	2718.06	
	5767.12	2716.43	1.51	2717.95	
	5772.12	2716.64	1.23	2717.87	
	5777.12	2716.84	0.97	2717.81	
	5782.12	2717.05	0.74	2717.79	
	5787.12	2717.26	0.55	2717.80	
	5792.12	2717.46	0.38	2717.84	
	5797.12	2717.67	0.24	2717.91	
	5802.12	2717.87	0.14	2718.01	
	5807.12	2718.08	0.06	2718.14	
PTV	5812.12	2718.29	0.02	2718.30	
	5817.12	2718.49	0.00	2718.49	

CARTERA DE NIVEL					
PIV #23 Abscisa K6 + 129.80					
PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	6069.80				
	6069.80	2728.90	0.00	2728.90	P entrada 4.12
	6079.80	2729.31	0.02	2729.29	P salida -1.33
	6089.80	2729.72	0.09	2729.63	A -0.05
	6099.80	2730.13	0.20	2729.93	L 60.00
	6109.80	2730.55	0.36	2730.18	Cota PIV 2731.37
PIV	6119.80	2730.96	0.57	2730.39	Abscisa PIV 6129.80
	6129.80	2731.37	0.82	2730.55	r -0.001
	6139.80	2731.24	0.57	2730.67	cuerda 10.00
	6149.80	2731.10	0.36	2730.74	
	6159.80	2730.97	0.20	2730.77	
	6169.80	2730.84	0.09	2730.75	
PTV	6179.80	2730.71	0.02	2730.68	
	6189.80	2730.57	0.00	2730.57	

CARTERA DE NIVEL					
PIV #24 Abscisa K7 + 99.56					
PUNTO	ABSCISAS	COTA TANG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	7039.56				
	7039.56	2719.31	0.00	2719.31	P entrada -1.33
	7049.56	2719.17	0.02	2719.15	P salida -6.09
	7059.56	2719.04	0.08	2718.96	A -0.05
	7069.56	2718.91	0.18	2718.73	L 60.00
	7079.56	2718.78	0.32	2718.46	Cota PIV 2718.51
PIV	7089.56	2718.64	0.50	2718.15	Abscisa PIV 7099.56
	7099.56	2718.51	0.72	2717.79	r -0.001
	7109.56	2717.90	0.50	2717.40	cuerda 10.00
	7119.56	2717.29	0.32	2716.97	
	7129.56	2716.68	0.18	2716.50	
	7139.56	2716.07	0.08	2715.99	
	7149.56	2715.46	0.02	2715.44	
	7159.56	2714.85	0.00	2714.85	
PTV	7159.56				

Anexo H. Cartera de chaflanes variante Occidental

CARTERA DE CHAFLANES														
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN	
						PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno
4320.00	2788.5	2785.08025	8.00	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	2.17	2.17	3.92	3.42	4.17	57.92		1231.06	
4333.46								8.96		9.09				
4340.00	2787.6	2783.72126		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	1.70	1.70	4.39	3.88	4.39	65.19		1406.03	
								9.20		9.20				
4360.00	2787.3	2782.54406		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	6.91	6.91	4.51	4.76	4.02	75.41		1594.03	
								9.26		9.01				
4380.00	2786.8	2781.48528		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	8.00	8.00	5.06	5.31	4.56	83.99		1861.01	
								9.53		9.28				
4400.00	2786.4	2780.43043		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.77	7.77	6.25	5.97	6.25	102.11		2223.94	
								10.13		10.13				
4420.00	2786.1	2779.37558		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.39	7.39	7.02	6.72	7.31	120.28		2552.76	
								10.51		10.66				
4440.00	2785.7	2778.32063		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.01	7.01	8.62	7.38	7.38	135.00		2757.44	
								11.31		10.69				
4460.00	2785	2777.26589		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	6.63	6.63	8.35	7.73	7.74	140.75		2942.34	
								11.18		10.87				
4480.00	2784.6	2776.21104		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	6.24	6.24	8.70	8.39	8.39	153.49		3219.60	
								11.35		11.20				
4500.00	2784.2	2775.15619	5.27	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	5.86	5.86	9.37	9.04	9.05	168.48		3070.57	
									11.69					
4520.00	2781.8	2774.10134		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	5.48	5.48	8.01	7.70	7.70	138.58		2816.31	
								11.01		10.85				
4540.00	2781	2773.04649		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	5.10	5.10	7.96	7.96	7.96	143.05		2909.67	
								10.98		10.98				
4560.00	2780.4	2771.99165		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	4.71	4.71	7.53	8.41	8.11	147.92		3090.85	
								10.77		11.06				
4580.00	2779.7	2770.9368		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	4.33	4.33	8.77	8.76	8.77	161.17		3402.07	
								11.39		11.39				
4600.00	2779.5	2769.88195		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	3.95	3.95	9.30	9.62	9.62	179.04		3705.71	
								11.65		11.81				
4620.00	2779.3	2768.8271		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	3.57	3.57	8.91	10.47	9.83	191.53		4108.43	
								11.46		11.92				
4640.00	2779	2767.77225		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	3.18	3.18	11.58	11.23	10.89	219.31		4660.28	
								12.79		12.45				
4660.00	2778.7	2766.71641		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	2.80	2.80	13.89	11.98	11.30	246.72		5207.85	
								13.95		12.65				

CARTERA DE CHAFLANES														
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN	
						PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno
4680.00	2778.5	2766.66236	5.27	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	2.42	2.42	16.15	12.84	12.84	274.07		5891.32	
									15.08					
4700.00	2778.4	2764.60771		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	2.04	2.04	19.18	13.79	13.80	315.06		6445.12	
								16.59		13.90				
4720.00	2778.2	2763.55286		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	1.66	1.66	18.15	14.65	14.26	329.45		6159.26	
								16.08		14.13				
4740.00	2776.4	2762.50233		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	1.27	1.27	16.40	13.90	12.11	286.48		4636.88	
								15.20		13.06				
4760.00	2771.8	2761.46914		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	0.89	0.89	8.78	10.33	7.40	177.21		3676.42	
								11.39		10.70				
4780.00	2771	2760.4644		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	0.51	0.51	10.89	10.55	8.13	190.43		4340.01	
								12.46		11.07				
4800.00	2771.7	2759.46811	4.53	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	0.12	0.12	11.89	12.24	12.25	243.57		6063.86	
									12.95					
4806.52														
4820.00	2775	2758.48026		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	0.18	0.18	16.52	16.52	15.71	362.82		8563.08	
								15.26		14.86				
4840.00	2778.4	2757.52086		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	0.46	0.46	19.51	20.88	22.91	493.49		10109.34	
								16.76		18.46				
4860.00	2777.6	2756.57991		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	0.72	0.72	20.55	21.02	21.51	517.44		10384.12	
								17.28		17.76				
4880.00	2776.8	2755.6574		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	0.99	0.99	22.14	21.14	21.15	520.97		10471.52	
								18.07		17.58				
4900.00	2776.3	2754.74903		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	1.26	1.26	22.05	21.55	19.71	526.18		10709.23	
								18.03		16.86				
4920.00	2775.8	2753.84175		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	1.53	1.53	21.96	21.96	21.48	544.74		11106.35	
								17.98		17.74				
4940.00	2775.6	2752.93448		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	1.80	1.80	23.18	22.67	21.22	565.89		11740.38	
								18.59		17.61				
4960.00	2775.7	2752.02721		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	2.07	2.07	25.29	23.67	21.26	608.14		12082.07	
								19.65		17.63				
4980.00	2774.7	2751.1199		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	2.33	2.33	25.20	23.58	20.73	600.06		12295.19	
								19.60		17.37				
5000.00	2774	2750.21266		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	2.60	2.60	26.56	23.79	22.78	629.46		12361.72	
								20.28		18.39				
5020.00	2773	2749.30539		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	2.87	2.87	24.75	23.69	23.70	606.72		12310.92	
								19.38		18.85				

CARTERA DE CHAFLANES															
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN		
						PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
5040.00	2772.4	2748.40	4.53	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	3.14	3.14	25.03	22.76	23.04	624.38		12465.97		
									18.67		17.67				
5060.00	2771.6	2747.49			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	3.41	3.41	24.62	24.03	23.14	622.22		12251.09	
									18.46		17.72				
5080.00	2770.4	2746.59			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	3.68	3.68	24.32	21.23	21.94	602.89		11678.08	
									18.31		17.12				
5100.00	2768	2746.67			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	3.95	3.95	24.87	22.33	21.41	564.92		10884.80	
									18.59		16.86				
5120.00	2765.7	2744.77			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	4.22	4.22	22.36	20.93	21.40	523.56		9768.71	
									17.33		16.85				
5140.00	2764.4	2743.86			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	4.49	4.49	21.00	20.54	18.84	453.31		9013.04	
									16.65		15.57				
5160.00	2762	2742.95			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	4.76	4.76	19.05	19.05	19.05	447.99		9134.99	
									15.68		15.68				
5180.00	2761.3	2742.05			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	5.03	5.03	21.09	19.25	19.26	465.51		9252.37	
									16.70		15.78				
5200.00	2760.6	2741.14			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	5.30	5.30	21.30	19.46	17.81	459.73		9269.18	
									16.80		15.06				
5220.00	2759.8	2740.23			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	5.50	5.50	20.94	19.57	18.72	467.19		9561.72	
									16.62		15.51				
5240.00	2759.8	2739.33			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	5.50	5.50	21.88	20.47	18.78	488.99		9820.09	
									17.09		15.54				
5260.00	2760.4	2738.42			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	5.26	5.26	22.46	21.98	15.49	493.02		9572.23	
								17.38		13.90					
5280.00	2757	2737.51		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	4.19	4.19	21.83	19.49	17.84	464.20		9194.65		
								17.07		15.07					
5300.00	2756.8	2736.58		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	3.12	3.12	23.08	19.22	13.84	455.27		8482.42		
								17.69		13.07					
5320.00	2753	2735.61		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	2.05	2.05	22.06	17.39	13.81	392.98		8190.17		
								17.18		13.06					
5340.00	2753	2734.60		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	0.98	0.98	24.48	18.40	14.06	426.04		9439.25		
5368.24								18.39		13.18					
5360.00	2753.9	2733.55		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	0.05	0.05	29.22	20.35	14.47	517.88		10625.23		
								20.76		13.39					
5380.00	2754	2732.49	6.11	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	0.67	0.67	29.99	21.51	15.74	544.64		11089.63		
								21.15		14.02					

CARTERA DE CHAFLANES															
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN		
						PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
5400.00	2754.1	2731.34	6.11	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	1.28	1.28	27.08	22.76	18.17	564.32		11479.97		
									19.69		15.24				
5420.00	2754.2	2730.17			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	1.90	1.90	28.47	24.03	16.18	583.67		11050.05	
									20.39		14.24				
5440.00	2750.2	2728.97			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	2.51	2.51	27.87	21.23	16.49	521.33		9435.33	
									20.09		14.40				
5460.00	2746	2727.75			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	3.12	3.12	23.67	17.25	14.67	422.20		7760.78	
									17.99		13.49				
5480.00	2742	2726.53			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	3.74	3.74	19.84	15.47	14.04	352.88		6515.41	
									16.07		13.17				
5500.00	2737.8	2725.31			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	4.35	4.35	20.06	12.49	12.50	298.66		5526.78	
									16.18		12.40				
5520.00	2737	2724.09			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	4.97	4.97	13.63	12.91	10.43	254.01		5442.16	
									12.97		11.37				
5540.00	2737	2722.87			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	5.58	5.58	14.14	14.13	13.10	290.20		6146.77	
									13.22		12.70				
5560.00	2737	2721.64			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	6.19	6.19	15.36	15.36	13.82	324.48		7107.29	
									13.83		13.11				
5580.00	2737.3	2720.42			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	6.81	6.81	16.49	16.88	19.03	386.25		8032.20	
									14.40		15.67				
5600.00	2737.7	2719.20			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.50	7.50	19.37	18.50	15.81	416.97		8940.57	
									15.84		14.06				
5620.00	2738	2717.98			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.50	7.50	21.51	20.02	18.34	477.09		10131.49	
								16.91		15.32					
5640.00	2738.4	2716.76		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	4.82	4.82	23.10	21.64	19.88	536.06		10733.16		
								17.70		16.09					
5660.00	2737	2715.54		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	0.63	0.63	23.94	21.46	19.30	537.26		10502.84		
								18.12		15.80					
5680.00	2735	2714.32		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	5.04	5.04	23.64	20.68	19.81	513.03		9610.21		
								17.97		16.06					
5700.00	2732.8	2713.15		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.50	7.50	20.55	19.65	16.14	447.99		6299.94		
								16.43		14.22					
5720.00	2722	2712.22		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.49	7.49	13.26	9.78	7.11	182.00		2247.99		
								12.78		9.71					
5740.00	2714	2711.55		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.13	7.13	4.80	2.46	2.06	42.80		643.61		
								8.55		7.18					

CARTERA DE CHAFLANES														
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN	
						PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno
5760.00	2743	2711.14	6.11	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	6.76	6.76	0.47	1.86	1.87	22.63	0.04	150.83	327.93
5767.12	2708	2710.98		Relleno 1 ^{1/2} :1	Relleno 1 ^{1/2} :1	6.40	6.40	6.39	-2.98	7.09	47.79			318.59
5780.00			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	6.03	6.03	-3.28	10.53	8.80	10.55				
5800.00	2721.6	2711.07	4.14	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	5.66	5.66	11.07	10.58	9.39	214.61		4239.43	
5820.00	2722	2711.42		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	5.30	5.30	13.03	10.47	10.85	209.34		4183.24	
5840.00	2722.5	2712.03	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	4.93	4.93	12.88	10.16	9.57	208.99		4003.20		
5860.00	2723	2712.84	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	4.57	4.57	12.59	9.13	10.94	191.33		3567.83		
5880.00	2722.8	2713.67	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	4.20	4.20	11.82	7.90	10.38	165.45		3023.44		
5900.00	2722.4	2714.50	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	3.84	3.84	12.06	6.48	7.76	136.89		2480.37		
5920.00	2721.8	2715.32	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	3.47	3.47	11.02	5.65	10.03	111.15		111.15		
5940.00	2721.8	2716.15	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	3.10	3.10	8.48	4.92	6.61	96.34		1769.94		
5960.00	2721.9	2716.98	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	2.74	2.74	10.39	3.90	9.46	80.65		1430.89		
5980.00	2721.7	2717.80	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	2.37	2.37	6.74	4.37	6.23	62.44		1389.30		
6000.00	2723	2718.63	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	2.01	-2.00	9.52	3.90	9.27	76.49		3423.20		
6020.00	2733	2719.46	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	1.64	-2.00	9.11	18.71	8.98	265.83		6915.13		
6040.00	2739	2720.29	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	1.28	-2.00	5.41	19.29	8.39	425.69		8743.80		
6060.00	2740.4	2721.11	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	0.91	-2.00	4.36	17.06	3.68	448.69		8366.86		
6080.00	2739	2721.94	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	0.54	-2.00	8.86	15.04	7.99	387.99		7125.54		
6100.00	2737.7	2722.66	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2			4.36	15.04	13.57	324.56		6117.05		
								17.05	13.29					
								14.68	12.90					

CARTERA DE CHAFLANES														
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN	
						PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno
6120.00	2736.5	2723.18	4.14	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	0.18	-2.00	16.03	13.32	12.32	287.14		5241.11	
6129.80	2736.6	2723.48		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-0.19	-2.00	14.17	12.12	12.31	236.97		4498.42	
6140.00			Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-0.55	-2.00	12.63	10.91	10.26	11.28	212.87		4056.41	
6160.00	2734.5	2723.59	1.03	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-0.92	-2.00	12.47	10.32	8.89	192.77		3815.97	
6180.00	2733.8	2723.48		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-1.28	-2.00	12.35	10.22	10.20	188.83		3784.05	
6200.00	2733.5	2723.28	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-1.65	-2.00	11.19	9.93	7.51	189.57		3568.78		
6220.00	2733	2723.07	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-2.00	-2.00	11.75	9.64	9.91	167.30		2728.17		
6240.00	2732.4	2722.86	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-2.00	-2.00	11.22	5.74	8.25	105.51		2777.06		
6260.00	2728.4	2722.66	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-2.00	-2.00	9.84	5.35	10.28	172.19		3658.83		
6280.00	2730.8	2722.45	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-2.00	-2.00	11.07	8.35	9.18	193.69		2862.69		
6300.00	2732.5	2722.24	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-2.00	-2.00	9.61	10.26	3.57	92.58		1606.59		
6320.00	2727.7	2722.04	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-2.00	-2.00	10.96	5.66	7.94	68.08		1304.82		
6340.00	2726	2721.83	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-2.00	-2.00	11.81	4.17	7.80	62.40		1334.59		
6360.00	2725.6	2721.63	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-2.00	-2.00	11.96	3.97	10.05	71.06		1535.39		
6380.00	2725.6	2721.42	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-2.00	-2.00	10.26	4.18	9.09	82.48		1744.65		
6400.00	2725.8	2721.21	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-2.00	-2.00	11.28	5.39	10.70	91.98		2070.05		
6420.00	2726.4	2721.01	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-2.00	-2.00	5.92	6.50	4.09	115.02		2474.07		
6440.00	2727	2720.50	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	-2.00	-2.00	9.11	7.31	8.20	132.39		3142.54		
6460.00	2727.9	2720.59	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2			4.88		3.12					
							8.59		7.71					
							4.44		2.74					
							8.37		7.52					
							5.14		3.53					
							8.72		7.92					
							6.38		3.92					
							9.34		8.11					
							6.42		4.93					
							9.36		8.62					
							7.89		5.63					
							10.10		8.92					
							9.07		6.54					
							10.69		9.42					

CARTERA DE CHAFLANES															
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN		
						PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
6480.00	2729.5	2720.39	1.03	Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	-2.00	-2.00	10.69	9.11	9.12	181.87		3885.26		
6500.00	2731	2720.18		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	-2.00	-2.00	11.50		10.71			4217.49		
6520.00	2731	2719.98		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	-2.00	-2.00	12.16	10.82	9.34	206.66		4316.19		
6540.00	2730.8	2719.77		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	-2.00	-2.00	12.23	11.02	10.82	215.09		4217.71		
6560.00	2730.3	2719.56		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	-2.00	-2.00	13.12		8.73			3667.56		
6580.00	2728.4	2719.36		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	-2.00	-2.00	12.71	11.03	10.52	216.53		2871.45		
6600.00	2726.3	2719.15		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	-2.00	-2.00	12.42		10.11			2400.93		
6620.00	2725.7	2718.95		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	-2.00	-2.00	12.36	11.03	11.21	205.24		1944.89		
6640.00	2723.8	2718.74		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	-2.00	-2.00	11.73	10.74	8.99	114.46		1341.42		
6660.00	2722	2718.53		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	-2.00	-2.00	12.02		10.65			896.20		
6680.00	2720.5	2718.31		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	-2.00	-2.00	9.34	9.04	6.94	161.51		525.39		
6700.00	2719	2718.12		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	-2.00	-2.00	10.82		9.62			113.56	203.23	
6720.00	2718	2719.91		Relleno 1 ^{1/2} :1	Relleno 1 ^{1/2} :1	-2.00	0.77	7.99	7.15	5.91	30.48	15.25	13.32	448.59	
6740.00	2717	2717.71		Relleno 1 ^{1/2} :1	Relleno 1 ^{1/2} :1	-2.00	0.28	10.15		9.11			13.32	511.47	
6760.00	2715.5	2717.50		Relleno 1 ^{1/2} :1	Relleno 1 ^{1/2} :1	-2.00	0.21	7.58	6.75	5.09	2.00	15.25	13.32	511.47	
6780.00	2714.3	2717.30		Relleno 1 ^{1/2} :1	Relleno 1 ^{1/2} :1	-2.00	0.72	9.94		8.70			13.32	952.34	
6800.00	2712.2	2717.09		Relleno 1 ^{1/2} :1	Relleno 1 ^{1/2} :1	-2.00	1.24	8.35	3.47	7.11	54.11		896.20		
6820.00	2710.3	2716.88		Relleno 1 ^{1/2} :1	Relleno 1 ^{1/2} :1	-2.00	1.75	3.73	2.19	0.92	35.51		525.39		
								8.02		6.61					
								2.28	0.88	0.20	17.03		113.56	203.23	
							7.29		6.25						
							-0.89	-1.91	-3.48						
							7.49		11.37						
							0.01	-0.71	-2.67	2.00	15.25	13.32	511.47		
							4.30		10.16						
							-1.54	-2.00	-3.59						
							8.46		11.54		37.56		952.34		
							-1.44	-3.00	-5.89		57.69		1594.42		
							8.31		14.99						
							-2.97	-4.89	-8.07						
							10.61		19.26		101.76		2174.38		
							-4.39	-6.58	-10.56						
							12.74		21.99		115.68		3138.98		

CARTERA DE CHAFLANES														
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P%	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN	
						PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno
6840.00	2709	2716.68	1.03	Relleno 1 ^{1/2} :1	Relleno 1 ^{1/2} :1	2.26	2.26	-5.57	-7.68	-11.11		198.22		3905.87
6860.00	2709.3	2716.47		Relleno 1 ^{1/2} :1	Relleno 1 ^{1/2} :1	2.77	2.77	14.51		22.82				
6880.00	2712.5	2716.26		Relleno 1 ^{1/2} :1	Relleno 1 ^{1/2} :1	3.28	3.28	-4.77	-7.17	-11.36		192.37		2729.44
6900.00	2723.5	2716.06		Relleno 1 ^{1/2} :1	Relleno 1 ^{1/2} :1	3.28	3.28	13.31		23.19				
6920.00	2735.6	2715.85		Relleno 1 ^{1/2} :1	Relleno 1 ^{1/2} :1	3.28	3.28	-2.21	-3.76	-8.43		80.57		537.15
6940.00	2736.4	2715.65		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	3.79	3.79	9.47		18.80				
6960.00	2734.6	2715.44		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	4.30	4.30	9.22	7.44	6.18	135.51		6204.13	
6980.00	2733	2715.23		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	4.81	4.81	10.76		9.24				
7000.00	2731.6	2715.03		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	5.32	5.32	24.22	19.75	17.32	484.91		9867.36	
7020.00	2730.2	2714.82		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	5.83	5.83	18.26		14.81				
7040.00	2729.5	2714.61		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	6.34	6.34	22.68	20.75	18.26	501.83		9485.36	
7060.00	2727.8	2714.37		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	6.85	6.85	17.49		15.28				
7080.00	2726	2713.97		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	7.36	7.36	20.99	19.16	16.41	446.71		8666.67	
7099.56	2726.9	2713.35		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	7.87	7.87	16.65		14.36				
7100.00	2726.9	2713.35		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	8.38	8.38	20.46	17.77	17.37	419.96		8130.85	
7120.00	2722.8	2712.53		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	8.89	8.89	18.38		14.84				
7140.00	2716	2711.51		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	9.40	9.40	20.13	16.57	16.58	393.12		7572.89	
7160.00	2715	2710.32		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	9.91	9.91	16.22		14.44				
7180.00	2716.5	2709.10		Cofte 1:1/2	Cofte 1:1/2	10.42	10.42	20.84	15.38	13.95	364.17		7327.13	
								16.57		13.13				
							25.20	14.89	11.33					
							18.75		11.82					
							21.00	13.43	10.89					
							16.65		11.60					
							16.84	12.03	8.88					
							14.57		10.59		249.95		5262.86	
							17.62	13.55	8.19		276.34		4662.29	
							14.96		10.25					
							10.91	10.27	8.56					
							11.61		10.43					
							7.16	4.49	3.62		81.39		1640.00	
							9.73		7.96					
							6.21	4.68	4.69					
							9.26		8.50		82.61		2141.13	
							8.86	7.40	6.14					
							10.58		9.22		131.50		3266.92	

CARTERA DE CHAFLANES																		
Abscisa	Cota Terreno	Cota Proyecto	P %	Talud		Peralte		SECCIONES TRANSVERSALES			AREA		VOLUMEN					
						PD	PI	Chaflán Iz	Eje	Chaflán Der	Corte	Relleno	Corte	Relleno				
7200.00	2717.6	2707.88	6.09	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	5.80	5.80	12.05	9.72	10.03	195.19		4257.36					
										12.18					11.17			
7220.00	2718.2	2706.66		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	6.95	6.95	13.30	11.54	10.31					230.54		5148.90	
								12.80		11.31								
7240.00	2718.6	2705.44		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.90	7.90	15.44		13.16								
								13.87	12.56									
7260.00	2718.2	2704.22		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.90	7.90	15.11	13.98	12.94					292.58		6161.68	
								13.71		12.62								
7280.00	2718	2703.00		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.90	7.90	15.77	15.00	14.63					323.59		6919.39	
								14.04		13.47								
7300.00	2718.3	2701.79		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.90	7.90	16.92	16.51	16.13					368.35		7422.47	
								14.61		14.22								
7320.00	2717.3	2700.60		Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.90	7.90	17.11	16.70	16.31					373.90		7549.86	
								14.71		14.31								
7340.00	2716.5	2699.53	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	1.77	1.77	17.38	16.97	16.58	381.09		7392.48						
7345.75							14.84		14.44									
7360.00	2716	2698.62	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	6.29	6.29	18.22	17.38	10.97	358.16		7065.47						
							15.25		11.64									
7380.00	2713.5	2697.83	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.50	7.50	15.68	15.67	16.07	348.39		6982.32						
							13.99		14.19									
7400.00	2712.6	2697.13	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.42	7.42	17.08	15.47	15.86	349.85		6152.93						
							14.69		14.08									
7420.00	2709.5	2696.44	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	7.20	7.20	14.93	13.06	10.84	265.45		5125.93						
							13.62		11.57									
7440.00	2707.5	2695.75	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	6.98	6.98	18.00	11.75	8.35	247.25		4835.77						
							15.15		10.33									
7460.00	2705.7	2695.06	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	6.76	6.76	18.19	10.64	9.45	236.33		4662.92						
							15.25		10.88									
7480.00	2705.5	2694.37	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	6.54	6.54	18.04	11.13	7.58	229.96		5220.88						
							15.17		9.94									
7500.00	2707.7	2693.69	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	6.31	6.31	19.74	14.01	9.37	292.13		6366.67						
							16.02		10.84									
7520.00	2709	2693.00	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	6.09	6.09	17.22	16.00	13.21	343.54		6136.47						
							14.76		12.76									
7540.00	2705.6	2692.31	Cofre 1:1/2	Cofre 1:1/2	5.87	5.87	12.61	13.29	13.30	270.10		3534.46						
							12.46		12.80									

Anexo I. Cartera de masas Vía Perimetral Occidental

ABSCISA	VOLUMENES		Contrac.	Relleno	Volumen
	CORTE (+)	RELLENO (-)	Expans.	Corregido	Acumulado
0	198.89	18.73	0.75	24.97	173.92
20	77.72	72.75	0.75	96.99	154.65
40	16.06	194.70	0.75	259.60	-88.89
60		434.415	0.75	579.22	-668.11
80		628.279	0.75	837.71	-1505.82
100		630.471	0.75	840.63	-2346.45
120		692.036	0.75	922.71	-3269.16
140		802.818	0.75	1070.42	-4339.59
160		740.989	0.75	987.99	-5327.57
180		643.509	0.75	858.01	-6185.58
200		618.294	0.75	824.39	-7009.98
220		624.318	0.75	832.42	-7842.40
240		644.37	0.75	859.16	-8701.56
260		545.14	0.75	726.85	-9428.41
280		310.338	0.75	413.78	-9842.20
300	11.27	64.92	0.75	86.56	-9917.49
320	178.514		0.75		-9738.98
340	339.977		0.75		-9399.00
360	604.184		0.75		-8794.82
380	797.079		0.75		-7997.74
400	831.674		0.75		-7166.06
420	758.928		0.75		-6407.14
440	584.841		0.75		-5822.29
460	558.93		0.75		-5263.36
480	668.906		0.75		-4594.46
500	745.428		0.75		-3849.03
520	801.682		0.75		-3047.35
540	836.697		0.75		-2210.65
560	827.324		0.75		-1383.33
580	791.924		0.75		-591.40
600	701.595		0.75		110.19
620	487.362		0.75		597.55
640	256.79	5.30	0.75	7.06	847.28
660	224.08	5.30	0.75	7.06	1064.30
680	294.85	5.08	0.75	6.77	1352.37
700	299.21	9.96	0.75	13.28	1638.30
720	275.96	2.80	0.75	3.73	1910.53
740	338.26	0.27	0.75	0.36	2248.44
760	388.44	2.93	0.75	3.90	2632.97
780	227.70	25.95	0.75	34.60	2826.06
800	189.86	45.81	0.75	61.08	2954.85
820	401.09	14.41	0.75	19.21	3336.73
840	647.936		0.75		3984.67
860	858.864		0.75		4843.53

ABSCISA	VOLUMENES		Contrac.	Relleno	Volumen
	CORTE (+)	RELLENO (-)	Expans.	Corregido	Acumulado
880	1063.221		0.75		5906.75
900	1286.597		0.75		7193.35
920	1541.983		0.75		8735.33
940	1675.305		0.75		10410.64
960	1711.64		0.75		12122.28
980	1907.205		0.75		14029.48
1000	2120.268		0.75		16149.75
1020	2221.326		0.75		18371.07
1040	2337.555		0.75		20708.63
1060	2708.761		0.75		23417.39
1080	3106.189		0.75		26523.58
1100	3814.528		0.75		30338.11
1120	5185.511		0.75		35523.62
1140	6661.054		0.75		42184.67
1160	8297.792		0.75		50482.46
1180	10280.878		0.75		60763.34
1200	12348.616		0.75		73111.96
1220	14497.909		0.75		87609.87
1240	17251.35		0.75		104861.22
1260	19095.821		0.75		123957.04
1280	20577.836		0.75		144534.87
1300	23403.147		0.75		167938.02
1320	25304.471		0.75		193242.49
1340	23551.562		0.75		216794.05
1360	16872.617		0.75		233666.67
1380	8186.212		0.75		241852.88
1400			0.75		241852.88
1420			0.75		241852.88
1440			0.75		241852.88
1460	6333.98		0.75		248186.86
1480	11109.033		0.75		259295.90
1500	17283.037		0.75		276578.93
1520	21576.315		0.75		298155.25
1540	20213.577		0.75		318368.83
1560	17476.541		0.75		335845.37
1580	15566.734		0.75		351412.10
1600	10978.678		0.75		362390.78
1620	7183.921		0.75		369574.70
1640	6366.296		0.75		375941.00
1660	5330.523		0.75		381271.52
1680	4870.749		0.75		386142.27
1700	5687.822		0.75		391830.09
1720	6418.981		0.75		398249.07
1740	6730.501		0.75		404979.57
1760	6629.622		0.75		411609.19

VOLUMENES			Contrac.	Relleno	Volumen
ABSCISA	CORTE (+)	RELLENO (-)	Expans.	Corregido	Acumulado
4480	3219.602		0.75		470698.58
4500	3070.568		0.75		473769.14
4520	2816.307		0.75		476585.45
4540	2909.674		0.75		479495.12
4560	3090.847		0.75		482585.97
4580	3402.069		0.75		485988.04
4600	3705.714		0.75		489693.75
4620	4108.43		0.75		493802.18
4640	4660.275		0.75		498462.46
4660	5207.854		0.75		503670.31
4680	5891.319		0.75		509561.63
4700	6445.115		0.75		516006.75
4720	6159.263		0.75		522166.01
4740	4636.883		0.75		526802.89
4760	3676.422		0.75		530479.32
4780	4340.005		0.75		534819.32
4800	6063.857		0.75		540883.18
4820	8563.081		0.75		549446.26
4840	10109.343		0.75		559555.60
4860	10384.122		0.75		569939.72
4880	10471.518		0.75		580411.24
4900	10709.232		0.75		591120.47
4920	11106.352		0.75		602226.83
4940	11740.38		0.75		613967.21
4960	12082.073		0.75		626049.28
4980	12295.188		0.75		638344.47
5000	12361.715		0.75		650706.18
5020	12310.923		0.75		663017.10
5040	12465.97		0.75		675483.07
5060	12251.0915		0.75		687734.17
5080	11678.0805		0.75		699412.25
5100	10884.803		0.75		710297.05
5120	9768.711		0.75		720065.76
5140	9013.035		0.75		729078.80
5160	9134.994		0.75		738213.79
5180	9252.37		0.75		747466.16
5200	9269.176		0.75		756735.34
5220	9561.719		0.75		766297.05
5240	9820.09		0.75		776117.14
5260	9572.233		0.75		785689.38
5280	9194.648		0.75		794884.03
5300	8482.416		0.75		803366.44
5320	8190.173		0.75		811556.61
5340	9439.248		0.75		820995.86
5360	10625.227		0.75		831621.09

VOLUMENES			Contrac.	Relleno	Volumen
ABSCISA	CORTE (+)	RELLENO (-)	Expans.	Corregido	Acumulado
4480	3219.602		0.75		470698.58
4500	3070.568		0.75		473769.14
4520	2816.307		0.75		476585.45
4540	2909.674		0.75		479495.12
4560	3090.847		0.75		482585.97
4580	3402.069		0.75		485988.04
4600	3705.714		0.75		489693.75
4620	4108.43		0.75		493802.18
4640	4660.275		0.75		498462.46
4660	5207.854		0.75		503670.31
4680	5891.319		0.75		509561.63
4700	6445.115		0.75		516006.75
4720	6159.263		0.75		522166.01
4740	4636.883		0.75		526802.89
4760	3676.422		0.75		530479.32
4780	4340.005		0.75		534819.32
4800	6063.857		0.75		540883.18
4820	8563.081		0.75		549446.26
4840	10109.343		0.75		559555.60
4860	10384.122		0.75		569939.72
4880	10471.518		0.75		580411.24
4900	10709.232		0.75		591120.47
4920	11106.352		0.75		602226.83
4940	11740.38		0.75		613967.21
4960	12082.073		0.75		626049.28
4980	12295.188		0.75		638344.47
5000	12361.715		0.75		650706.18
5020	12310.923		0.75		663017.10
5040	12465.97		0.75		675483.07
5060	12251.0915		0.75		687734.17
5080	11678.0805		0.75		699412.25
5100	10884.803		0.75		710297.05
5120	9768.711		0.75		720065.76
5140	9013.035		0.75		729078.80
5160	9134.994		0.75		738213.79
5180	9252.37		0.75		747466.16
5200	9269.176		0.75		756735.34
5220	9561.719		0.75		766297.05
5240	9820.09		0.75		776117.14
5260	9572.233		0.75		785689.38
5280	9194.648		0.75		794884.03
5300	8482.416		0.75		803366.44
5320	8190.173		0.75		811556.61
5340	9439.248		0.75		820995.86
5360	10625.227		0.75		831621.09

VOLUMENES			Contrac.	Relleno	Volumen
ABSCISA	CORTE (+)	RELLENO (-)	Expans.	Corregido	Acumulado
5380	11089.634		0.75		842710.72
5400	11479.971		0.75		854190.69
5420	11050.052		0.75		865240.75
5440	9435.333		0.75		874676.08
5460	7750.78		0.75		882426.86
5480	6515.412		0.75		888942.27
5500	5526.78		0.75		894469.05
5520	5442.157		0.75		899911.21
5540	6146.765		0.75		906057.97
5560	7107.289		0.75		913165.26
5580	8032.2		0.75		921197.46
5600	8940.566		0.75		930138.03
5620	10131.488		0.75		940269.52
5640	10733.155		0.75		951002.67
5660	10502.839		0.75		961505.51
5680	9610.212		0.75		971115.72
5700	6299.941		0.75		977415.66
5720	2247.987		0.75		979663.65
5740	643.61	0.26	0.75	0.34	980306.92
5760	150.83	327.93	0.75	437.24	980020.51
5780	1430.72	318.59	0.75	424.79	981026.44
5800	4239.434		0.75		985265.87
5820	4183.239		0.75		989449.11
5840	4003.196		0.75		993452.31
5860	3567.828		0.75		997020.13
5880	3023.436		0.75		1000043.57
5900	2480.372		0.75		1002523.94
5920	2074.872		0.75		1004598.81
5940	1769.94		0.75		1006368.75
5960	1430.885		0.75		1007799.64
5980	1389.303		0.75		1009188.94
6000	3423.202		0.75		1012612.14
6020	6915.126		0.75		1019527.27
6040	8743.801		0.75		1028271.07
6060	8366.859		0.75		1036637.93
6080	7125.535		0.75		1043763.47
6100	6117.053		0.75		1049880.52
6120	5241.105		0.75		1055121.62
6140	4498.416		0.75		1059620.04
6160	4056.408		0.75		1063676.45
6180	3815.968		0.75		1067492.42
6200	3784.051		0.75		1071276.47
6220	3568.782		0.75		1074845.25
6240	2728.17		0.75		1077573.42
6260	2777.059		0.75		1080350.48

ABSCISA	VOLUMENES		Contrac.	Relleno	Volumen
	CORTE (+)	RELLENO (-)	Expans.	Corregido	Acumulado
6280	3658.83		0.75		1084009.31
6300	2862.689		0.75		1086872.00
6320	1606.59		0.75		1088478.59
6340	1304.824		0.75		1089783.41
6360	1334.591		0.75		1091118.00
6380	1535.385		0.75		1092653.39
6400	1744.652		0.75		1094398.04
6420	2070.048		0.75		1096468.09
6440	2474.069		0.75		1098942.16
6460	3142.539		0.75		1102084.69
6480	3885.263		0.75		1105969.96
6500	4217.487		0.75		1110187.44
6520	4316.192		0.75		1114503.64
6540	4217.706		0.75		1118721.34
6560	3667.563		0.75		1122388.91
6580	2871.45		0.75		1125260.36
6600	2400.925		0.75		1127661.28
6620	1944.889		0.75		1129606.17
6640	1341.416		0.75		1130947.59
6660	896.198		0.75		1131843.78
6680	525.392		0.75		1132369.18
6700	113.56	203.23	0.75	270.97	1132211.77
6720	13.32	448.59	0.75	598.12	1131626.96
6740	13.32	511.47	0.75	681.95	1130958.33
6760		952.34	0.75	1269.79	1129688.54
6780		1594.417	0.75	2125.89	1127562.65
6800		2174.377	0.75	2899.17	1124663.48
6820		3138.979	0.75	4185.31	1120478.18
6840		3905.868	0.75	5207.82	1115270.36
6860		2729.441	0.75	3639.25	1111631.10
6880	903.38	537.15	0.75	716.20	1111818.28
6900	6204.126		0.75		1118022.40
6920	9867.363		0.75		1127889.77
6940	9485.355		0.75		1137375.12
6960	8666.672		0.75		1146041.79
6980	8130.854		0.75		1154172.65
7000	7572.887		0.75		1161745.53
7020	7327.125		0.75		1169072.66
7040	6851.786		0.75		1175924.44
7060	5665.788		0.75		1181590.23
7080	5262.855		0.75		1186853.09
7100	4662.285		0.75		1191515.37
7120	2712.769		0.75		1194228.14
7140	1639.997		0.75		1195868.14
7160	2141.131		0.75		1198009.27

ABSCISA	CORTE (+)	RELLENO (-)	Expans.	Corregido	Acumulado
7180	3266.918		0.75		1201276.19
7200	4257.36		0.75		1205533.55
7220	5148.899		0.75		1210682.45
7240	5769.236		0.75		1216451.68
7260	6161.675		0.75		1222613.36
7280	6919.388		0.75		1229532.75
7300	7422.472		0.75		1236955.22
7320	7549.855		0.75		1244505.07
7340	7392.482		0.75		1251897.55
7360	7065.466		0.75		1258963.02
7380	6982.324		0.75		1265945.34

ANEXO J. Carteras de localización vía San Ezequiel-Ancianato

CARTERA DE TRANSITO

PI #3

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS					
	X	Y	ρ	Deflexiones			Δ	R	Δc	Lc	Cuerda	G	β° corregido	o	'	"	NORTE	ESTE
				o	'	"												
ET 337.50	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	107.20	15.00						245	50	37.42	2273.28	2074.54
335	2.50	0.00	2.50	0	4	50.94								245	55	28.37	2274.30	2072.26
330	7.50	0.10	7.50	0	43	35.21								246	34	12.63	2276.27	2067.66
325	12.49	0.44	12.50	2	1	2.06								247	51	39.48	2277.99	2062.97
320	17.43	1.20	17.47	3	57	8.29								249	47	45.71	2279.32	2058.15
315	22.24	2.55	22.39	6	31	43.99								252	22	21.41	2280.06	2053.21
310	26.79	4.60	27.18	9	44	26.28								255	35	3.71	2280.05	2048.22
305	30.88	7.46	31.77	13	34	30.43								259	25	7.85	2279.12	2043.31
300	34.25	11.14	36.02	18	0	37.53								263	51	14.95	2277.14	2038.73
295	36.59	15.54	39.75	23	0	37.06								268	51	14.49	2274.08	2034.80
290	37.58	20.42	42.77	28	31	1.81								274	21	39.23	2270.03	2031.90
CE 288.18	37.56	22.24	43.65	30	38	3.03								276	28	40.45	2268.36	2031.18
CE 288.18	2.60	0.23	2.61	4	59	60.00								345	2	48.89	2268.36	2031.18
EC 285.56	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00								350	2	48.89	2265.83	2030.50
EC 285.56	1.57	0.03	1.57	0	59	59.92								352	2	48.97	2265.83	2030.50
TE 283.99	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00								352	37	57.21	2265.28	2030.41
														353	2	48.89	2264.28	2030.28
							TL	1.05	39.19									
							TC	0.52	22.30									
							CLe	1.57	43.65									
							σe°	1.00	31.40									
							F	0.03	-303.44									
							Te	27.56	44.85									
							Coordenadas Planas PI											
							N	2291.64										
							E	2033.62										

CARTERA DE TRANSITO

PI #4

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS					
	X	Y	ρ	Deflexiones			Δ	R	Δc	Lc	Cuerda	G	β° corregido	o	'	"	NORTE	ESTE
				o	'	"												
ET 451.76	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	115.60	22.20						361	26	49.61	2295.57	2154.32
450	1.76	0.00	1.76	0	2	2.12								361	24	47.49	2293.81	2154.36
445	6.76	0.06	6.76	0	30	3.79								360	56	45.82	2288.81	2154.43
440	11.75	0.31	11.76	1	30	59.66								359	55	49.94	2283.81	2154.31
435	16.72	0.90	16.74	3	4	48.14								358	22	1.47	2278.84	2153.84
430	21.60	1.96	21.69	5	11	23.95								356	15	25.65	2273.93	2152.90
425	26.31	3.62	26.56	7	50	34.60								353	36	15.01	2269.18	2151.36
420	30.71	5.99	31.29	11	1	55.21								350	24	54.40	2264.72	2149.11
415	34.61	9.11	35.78	14	44	41.74								346	42	7.87	2260.74	2146.09
CE 412.54	36.26	10.92	37.87	16	45	15.38								344	41	34.23	2259.04	2144.32
CE 412.54	5.75	0.76	5.80	7	29	60.00								303	20	37.42	2259.04	2144.32
410.00	3.26	0.24	3.26	4	12	58.47								300	3	35.90	2257.49	2142.31
EC 406.73	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00								295	50	37.42	2255.86	2139.48
EC 406.73	35.90	10.67	37.45	16	33	25.94								262	24	3.36	2255.86	2139.48
405	34.73	9.39	35.98	15	7	35.09								260	58	12.52	2255.16	2137.89
400	30.90	6.20	31.51	11	20	35.80								257	11	13.23	2253.82	2133.09
395	26.53	3.77	26.80	8	5	19.92								253	55	57.34	2253.39	2128.11
390	21.84	2.06	21.94	5	22	34.40								251	13	11.83	2253.75	2123.13
385	16.97	0.95	16.99	3	12	45.86								249	3	23.29	2254.73	2118.23
380	12.01	0.34	12.01	1	36	7.80								247	26	45.22	2256.20	2113.45
375	7.01	0.07	7.01	0	32	45.93								246	23	23.35	2258.00	2108.78
370	2.01	0.00	2.01	0	2	42.04								245	53	19.47	2259.99	2104.20
TE 367.99	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00								245	50	37.42	2260.81	2102.36
							Yo	24.94	25.01									
							TL	26.94	27.30									
							TC	13.93	14.13									
							CLe	37.45	37.87									
							σe°	16.67	16.87									
							F	16.60	17.20									
							Te	58.57	58.75									
							Coordenadas Planas PI											
							N	2236.84										
							E	2155.80										

CARTERA DE TRANSITO

PI #5

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS	
	X	Y	p	Deflexiones			o	'	"	o	'	"	NORTE	ESTE
				o	'	"								
ET	510.13	0.00	0.00	0	0	0.00	Δ	19.64						
	510.00	0.13	0.00	0	0	1.47	R	61.00		341	48	19.37	2353.43	2158.22
	505	5.13	0.06	5.13	0	38	Δc	1.00		341	48	20.84	2353.31	2158.18
CE	503.65	6.47	0.11	6.48	1	0	Lc	1.06		342	26	29.23	2348.54	2156.67
CE	503.65	1.06	0.01	1.06	0	30	Cuerda	5.00		342	49	9.36	2347.24	2156.31
EC	502.59	0.00	0.00	0.00	0	0	G	4.70		345	20	49.61	2347.24	2156.31
EC	502.59	32.97	3.00	33.11	5	11	β° corregido	10.44		345	50	49.61	2346.21	2156.04
	500.00	30.46	2.35	30.56	4	25	espiral TE EC Espiral CE ET			356	15	1.38	2346.21	2156.04
	495.00	25.56	1.38	25.60	3	5	Le	33.22	6.48	357	1	40.78	2343.69	2155.46
	490.00	20.61	0.72	20.62	2	0	A	45.01	19.88	358	21	8.35	2338.76	2154.61
	485.00	15.62	0.31	15.63	1	9	τe Rad	0.27	0.05	359	26	30.56	2333.79	2154.08
	480.00	10.63	0.10	10.63	0	31	τe GRADOS	15.60	3.04	360	17	45.73	2328.80	2153.79
	475.00	5.63	0.01	5.63	0	8	X	32.97	6.47	360	54	53.02	2323.80	2153.71
	470.00	0.63	0.00	0.63	0	0	Y	3.00	0.11	361	17	52.11	2318.80	2153.75
TE	469.37	0.00	0.00	0.00	0	0	ΔR	0.75	0.03	361	26	42.90	2313.80	2153.86
							Xo	16.57	3.24					
							Yo	61.75	61.03					
							TL	22.23	4.32					
							TC	11.15	2.16					
							CLe	33.11	6.48					
							σe°	5.20	1.01					
							F	3.11	0.11					
							Te	25.11	15.95					
							Coordenadas Planas PI							
							N	2338.27						
							E	2153.24						

CARTERA DE TRANSITO

PI #6

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS	
	X	Y	p	Deflexiones			o	'	"	o	'	"	NORTE	ESTE
				o	'	"								
ET	529.61	0.00	0.00	0	0	0.00	Δ	34.68						
	525	4.61	0.08	4.61	1	0	R	17.34		16	28	50.38	2372.45	2157.94
	520	9.56	0.73	9.59	4	22	Δc	5.00		15	28	23.51	2368.01	2159.17
CE	518.00	11.48	1.28	11.55	6	23	Lc	1.51		12	6	12.23	2363.08	2159.95
CE	518.00	1.51	0.07	1.51	2	29	Cuerda	5.00		10	5	41.92	2361.08	2159.97
EC	516.49	0.00	0.00	0.00	0	0	G	16.52		354	48	19.37	2361.08	2159.97
EC	516.49	6.34	0.39	6.35	3	29	β° corregido	7.01		352	18	19.37	2359.57	2159.83
	515	4.86	0.17	4.87	2	3	espiral TE EC Espiral CE ET			345	18	15.79	2359.57	2159.83
TE	510.13	0.00	0.00	0.00	0	0	Le	6.36	11.61	343	51	34.25	2358.11	2159.57
							A	10.50	14.19	341	48	19.37	2353.43	2158.22
							τe Rad	0.18	0.33					
							τe GRADOS	10.50	19.18					
							X	6.34	11.48					
							Y	0.39	1.28					
							ΔR	0.10	0.32					
							Xo	3.17	5.78					
							Yo	17.44	17.67					
							TL	4.25	7.79					
							TC	2.13	3.91					
							CLe	6.35	11.55					
							σe°	3.50	6.39					
							F	0.39	1.36					
							Te	9.02	10.90					
							Coordenadas Planas PI							
							N	2362.00						
							E	2161.04						

CARTERA DE TRANSITO

PI #7

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS			
	X	Y	p	Deflexiones			o	'	"	o	'	"	NORTE	ESTE		
				o	'	"										
ET	565.09	0.00	0.00	0	0	0.00	Δ	21.88								
	565	0.09	0.00	0	0	0.19	R	48.68				354	36	1.17	2407.59	2156.11
	560	5.09	0.02	5.09	0	10	Δc	2.00				354	36	1.36	2407.50	2156.10
	555	10.09	0.12	10.09	0	41	Lc	1.70				354	46	38.36	2402.52	2155.64
	550	15.08	0.41	15.08	1	33	Cuerda	5.00				355	17	46.52	2397.54	2155.28
	545	20.05	0.97	20.07	2	45	G	5.89				356	9	25.61	2392.54	2155.10
	540	24.96	1.88	25.03	4	18	β° corregido	2.00				357	21	34.74	2387.54	2155.18
CE	536.41	28.43	2.80	28.57	5	37	espiral TE EC Espiral CE ET			358	54	11.58	2382.56	2155.63		
CE	536.41	1.70	0.03	1.70	0	59	Le	5.10	28.68			360	13	22.66	2379.02	2156.22
	535.00	0.29	0.00	0.29	0	10						12	28	50.38	2379.02	2156.22
EC	534.71	0.00	0.00	0.00	0	0	A	15.75	37.36			13	18	27.88	2377.65	2156.52
EC	534.71	5.10	0.09	5.10	0	59	τE Rad	0.05	0.29			15	28	50.38	2377.36	2156.58
TE	529.61	0.00	0.00	0.00	0	0	τE GRADOS	3.00	16.88			16	28	29.18	2372.82	2157.83
							X	5.10	28.43			16	28	50.38	2372.45	2157.94
							Y	0.09	2.80							
							ΔR	0.02	0.70							
							Xo	2.55	14.30							
							Yo	48.70	49.38							
							TL	3.40	19.21							
							TC	1.70	9.64							
							CLe	5.10	28.57							
							σe	1.00	5.63							
							F	0.09	2.93							
							Te	13.79	22.02							
							Coordenadas Planas PI									
							N	2385.67								
							E	2154.03								

CARTERA DE TRANSITO

PI #8

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS			
	X	Y	p	Deflexiones			o	'	"	o	'	"	NORTE	ESTE		
				o	'	"										
ET	628.74	0.00	0.00	0	0	0.00	Δ	10.79								
	625	3.74	0.02	3.74	0	15	R	55.54				5	23	29.43	2471.00	2160.22
	620	8.73	0.21	8.74	1	23	Δc	1.00				5	8	16.90	2467.28	2160.55
CE	619.26	9.48	0.27	9.48	1	37	Lc	0.97				4	0	24.69	2462.29	2160.83
CE	619.26	0.97	0.01	0.97	0	29	Cuerda	5.00				3	45	40.37	2461.54	2160.84
EC	618.29	0.00	0.00	0.00	0	0	G	5.16				360	0	1.17	2461.54	2160.84
EC	618.29	9.49	0.27	9.50	1	37	β° corregido	3.27				359	30	1.17	2460.57	2160.84
	615.00	6.21	0.08	6.21	0	41	espiral TE EC Espiral CE ET			356	14	0.81	2460.57	2160.84		
	610.00	1.21	0.00	1.21	0	1	Le	9.50	9.48			355	17	56.00	2457.29	2160.73
TE	608.79	0.00	0.00	0.00	0	0	A	22.97	22.95			354	37	36.99	2452.30	2160.33
							τE Rad	0.09	0.09			354	36	1.17	2451.10	2160.22
							τE GRADOS	4.90	4.89							
							X	9.49	9.48							
							Y	0.27	0.27							
							ΔR	0.07	0.07							
							Xo	4.75	4.74							
							Yo	55.61	55.61							
							TL	6.34	6.32							
							TC	3.17	3.16							
							CLe	9.50	9.48							
							σe	1.63	1.63							
							F	0.27	0.27							
							Te	10.00	9.99							
							Coordenadas Planas PI									
							N	2461.05								
							E	2161.16								

CARTERA DE TRANSITO

PI #9

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS		
	X	Y	p	Deflexiones			o	'	"	o	'	"	NORTE	ESTE	
				o	'	"									
ET	660.02	0.00	0.00	0	0	0.00	Δ	13.91							
	660	0.02	0.00	0.02	0	0	R	66.84			351	29	0.29	2502.14	2161.74
	655	5.02	0.01	5.02	0	9	Δc	1.00			351	29	0.31	2502.11	2161.74
	650	10.02	0.11	10.02	0	37	Lc	1.17			351	38	21.75	2497.17	2161.01
	645	15.02	0.37	15.02	1	23	Cuerda	5.00			352	6	15.49	2492.21	2160.37
	640	19.99	0.86	20.01	2	28	G	4.29			352	52	41.36	2487.23	2159.88
							β° corregido	2.00			353	57	38.71	2482.24	2159.64
CE	636.91	23.05	1.33	23.09	3	18	espiral TE EC Espiral CE ET			354	47	6.99	2479.15	2159.65	
CE	636.91	1.17	0.01	1.17	0	29	Le	7.00	23.12		1	53	29.43	2479.15	2159.65
EC	635.74	0.00	0.00	0.00	0	0	A	21.63	39.31		2	23	29.43	2477.98	2159.68
EC	635.74	7.00	0.12	7.00	0	59	TE Rad	0.05	0.17		4	23	29.51	2477.98	2159.68
	635	6.26	0.09	6.26	0	48	TE GRADOS	3.00	9.91		4	35	29.30	2477.24	2159.72
	630	1.26	0.00	1.26	0	1	X	7.00	23.05		5	21	32.59	2472.26	2160.10
TE	628.74	0.00	0.00	0.00	0	0	Y	0.12	1.33		5	23	29.43	2471.00	2160.22
							ΔR	0.03	0.33						
							Xo	3.50	11.55						
							Yo	66.87	67.18						
							TL	4.67	15.44						
							TC	2.33	7.73						
							CLe	7.00	23.09						
							σe°	1.00	3.30						
							F	0.12	1.35						
							Te	12.91	18.48						
Coordenadas Planas PI															
							N	2483.86							
							E	2159.01							

CARTERA DE TRANSITO

PI #10

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS		
	X	Y	p	Deflexiones			o	'	"	o	'	"	NORTE	ESTE	
				o	'	"									
ET	748.18	0.00	0.00	0	0	0.00	Δ	22.65							
	745	3.18	0.00	3.18	0	1	R	114.00			14	8	9.98	2589.26	2157.27
	740	8.18	0.02	8.18	0	7	Δc	1.00			14	7	1.63	2586.18	2158.05
	735	13.18	0.08	13.18	0	19	Lc	1.99			14	0	37.24	2581.33	2159.25
	730	18.18	0.20	18.18	0	37	Cuerda	5.00			13	48	34.31	2576.46	2160.42
	725	23.17	0.41	23.17	1	0	G	2.51			13	30	52.85	2571.59	2161.52
	720	28.16	0.73	28.17	1	29	β° corregido	6.98			13	7	32.89	2566.69	2162.54
	715	33.14	1.20	33.16	2	4	espiral TE EC Espiral CE ET			12	38	34.50	2561.77	2163.44	
	710	38.10	1.82	38.14	2	44	Le	41.63	44.54		12	3	57.85	2556.83	2164.20
	705	43.03	2.64	43.11	3	30	A	68.89	71.25		11	23	43.16	2551.87	2164.81
CE	703.64	44.37	2.89	44.46	3	43	TE Rad	0.18	0.20		10	37	50.83	2546.89	2165.23
CE	703.64	1.99	0.02	1.99	0	30	TE GRADOS	10.46	11.19		10	24	23.88	2545.53	2165.30
EC	701.65	0.00	0.00	0.00	0	0	X	41.49	44.37		362	26	38.65	2545.53	2165.30
EC	701.65	41.49	2.53	41.56	3	29	Y	2.53	2.89		361	56	38.65	2543.54	2165.39
	700	39.86	2.24	39.93	3	12	ΔR	0.63	0.72		354	58	9.54	2543.54	2165.39
	695	34.92	1.50	34.95	2	27	Xo	20.79	22.24		354	41	54.68	2541.89	2165.43
	690	29.95	0.95	29.96	1	48	Yo	114.63	114.72		353	56	41.31	2536.89	2165.43
	685	24.97	0.55	24.97	1	15	TL	27.80	29.75		353	17	29.38	2531.90	2165.24
	680	19.97	0.28	19.97	0	48	TC	13.92	14.90		352	44	19.24	2526.91	2164.90
	675	14.98	0.12	14.98	0	27	CLe	41.56	44.46		352	17	11.11	2521.93	2164.43
	670	9.98	0.03	9.98	0	12	σe°	3.49	3.73		351	56	5.11	2516.97	2163.85
	665	4.98	0.00	4.98	0	2	F	2.57	2.95		351	41	1.29	2512.01	2163.19
TE	660.02	0.00	0.00	0.00	0	0	Te	43.99	44.98		351	31	59.69	2507.06	2162.48
							Coordenadas Planas PI			351	29	0.29	2502.14	2161.74	
							N	2545.64							
							E	2168.26							

**CARTERA DE TRANSITO
PI #11**

Tipo de Empalme: ECE Asimétrica

ABSCISA	COORDENADAS RECTANGULARES			POLARES			ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LA CURVA			AZIMUT			COORDENADAS					
	X	Y	p	Deflexiones			Δ	R	Δc	Lc	Cuerda	G	β° corregido	o	'	"	NORTE	ESTE
				o	'	"												
ET	791.86	0.00	0.00	0	0	0.00	74.51	21.03	30.00	11.01	5.00	13.62	21.50	299	37	42.48	2626.59	2169.45
	790	1.86	0.01	1.86	0	10	8.46							299	47	50.94	2625.67	2167.83
	785	6.85	0.27	6.86	2	17	30.47							301	55	12.95	2622.97	2163.63
CE	782.53	9.29	0.69	9.31	4	14	8.80							303	51	51.28	2621.41	2161.72
CE	782.53	10.52	2.82	10.89	15	0	0.00							327	20	27.98	2621.41	2161.72
	780	8.25	1.69	8.42	11	33	8.40							330	47	19.58	2619.59	2159.95
	775	3.47	0.29	3.48	4	44	29.86							337	35	58.11	2615.45	2157.17
EC	771.52	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00							342	20	27.98	2612.24	2155.84
EC	771.52	22.63	4.22	23.02	10	34	13.79											
	770	21.32	3.47	21.60	9	14	42.99											
	765	16.68	1.61	16.76	5	30	4.52											
	760	11.80	0.56	11.81	2	43	6.86											
	755	6.82	0.11	6.82	0	54	19.88											
	750	1.82	0.00	1.82	0	3	52.71											
TE	748.18	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00											
								espiral TE EC	Espiral CE ET									
								Le	23.34	9.33								
								A	22.16	14.01								
								τc Rad	0.55	0.22								
								τc GRADOS	31.80	12.71								
								X	22.63	9.29								
								Y	4.22	0.69								
								ΔR	1.07	0.17								
								Xo	11.55	4.66								
								Yo	22.10	21.20								
								TL	15.82	6.24								
								TC	8.02	3.13								
								CLe	23.02	9.31								
								αe°	10.60	4.24								
								F	4.97	0.71								
								Te	27.43	21.71								
								Coordenadas Planas PI										
								N	2615.86									
								E	2150.57									

ANEXO K. Carteras curvas verticales.

**CARTERA DE NIVEL
PIV #1 Abscisa K0 + 40**

PUNTO	ABSCISAS	COTA TAIG	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	33	2612.18	0.00	2612.18	P entrada 6.00
	34	2612.24	0.00	2612.24	P salida 6.00
	35	2612.30	0.02	2612.28	A -0.12
	36	2612.36	0.04	2612.32	L 7.00
	37	2612.42	0.07	2612.35	Cota PIV 2612.60
	38	2612.48	0.11	2612.37	Abscisa PIV 40.00
	39	2612.54	0.15	2612.39	r -0.02
PIV	40	2612.60	0.21	2612.39	cuerda 1.00
	40	2612.60	0.21	2612.39	
	41	2612.54	0.15	2612.39	
	42	2612.48	0.11	2612.37	
	43	2612.42	0.07	2612.35	
	44	2612.36	0.04	2612.32	
	45	2612.30	0.02	2612.28	
PTV	46	2612.24	0.00	2612.24	
	47	2612.18	0.00	2612.18	

**CARTERA DE NIVEL
PIV #2 Abscisa K0 + 60**

PUNTO	ABSCISAS	COTA TAIG	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	53	2611.82	0.00	2611.82	P entrada 6.00
	54	2611.76	0.00	2611.76	P salida 0.00
	55	2611.70	0.01	2611.71	A 0.06
	56	2611.64	0.02	2611.66	L 7.00
	57	2611.58	0.03	2611.61	Cota PIV 2611.40
	58	2611.52	0.05	2611.57	Abscisa PIV 60.00
	59	2611.46	0.08	2611.54	r 0.01
PIV	60	2611.40	0.11	2611.51	cuerda 1
	61	2611.40	0.08	2611.48	
	62	2611.40	0.05	2611.45	
	63	2611.40	0.03	2611.43	
	64	2611.40	0.02	2611.42	
	65	2611.40	0.01	2611.41	
	66	2611.40	0.00	2611.40	
PTV	67	2611.40	0.00	2611.40	

**CARTERA DE NIVEL
PIV #3 Abscisa K0 + 95**

PUNTO	ABSCISAS	COTA TAIG	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	89	2611.40	0.00	2611.40	P entrada 0.00
	90	2611.40	0.00	2611.40	P salida 4.25
	91	2611.40	0.01	2611.39	A -0.04
	92	2611.40	0.02	2611.38	L 6.00
	93	2611.40	0.03	2611.37	Cota PIV 2611.40
	94	2611.40	0.04	2611.36	Abscisa PIV 95.00
	95	2611.40	0.06	2611.34	r -0.01
PIV	95	2611.40	0.06	2611.34	cuerda 1.00
	96	2611.36	0.04	2611.31	
	97	2611.32	0.03	2611.29	
	98	2611.27	0.02	2611.26	
	99	2611.23	0.01	2611.22	
	100	2611.19	0.00	2611.19	
	PTV	101	2611.15	0.00	2611.15

CARTERA DE NIVEL
PIV #4 Abscisa K0 + 175

PUNTO	ABSCISAS	COTA TAIG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS	
PCV	165	2608.43	0.00	2608.43	P entrada 4.25	
	166	2608.38	0.00	2608.38	P salida 0.00	
	167	2608.34	0.00	2608.34	A 0.043	
	168	2608.30	0.01	2608.31	L 10.00	
	169	2608.26	0.02	2608.27	Cota PIV 2608.00	
	170	2608.21	0.03	2608.24	Abscisa PIV 175.00	
	171	2608.17	0.04	2608.21	r 0.004	
	172	2608.13	0.05	2608.18	cuerda 1	
	173	2608.09	0.07	2608.15		
	174	2608.04	0.09	2608.13		
	PIV	175	2608.00	0.11	2608.11	
		176	2608.00	0.09	2608.09	
		177	2608.00	0.07	2608.07	
		178	2608.00	0.05	2608.05	
179		2608.00	0.04	2608.04		
180		2608.00	0.03	2608.03		
181		2608.00	0.02	2608.02		
182		2608.00	0.01	2608.01		
183		2608.00	0.00	2608.00		
184		2608.00	0.00	2608.00		
PTV	185	2608.00	0.00	2608.00		

CARTERA DE NIVEL
PIV #5 Abscisa K0 + 240

PUNTO	ABSCISAS	COTA TAIG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS	
PCV	228	2608.00	0.00	2608.00	P entrada 0.00	
	230	2608.00	0.00	2608.00	P salida 1.82	
	232	2608.00	0.01	2607.99	A -0.02	
	234	2608.00	0.01	2607.99	L 12.00	
	236	2608.00	0.02	2607.98	Cota PIV 2608.00	
	238	2608.00	0.04	2607.96	Abscisa PIV 240.00	
PIV	240	2608.00	0.05	2607.95	r -0.002	
	240	2608.00	0.05	2607.95	cuerda 2.00	
PIV	242	2607.96	0.04	2607.93		
	244	2607.93	0.02	2607.90		
	246	2607.89	0.01	2607.88		
	248	2607.85	0.01	2607.85		
	250	2607.82	0.00	2607.82		
	PTV	252	2607.78	0.00	2607.78	

CARTERA DE NIVEL
PIV #6 Abscisa K0 + 283.99

PUNTO	ABSCISAS	COTA TAIG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	274	2607.38	0.00	2607.38	P entrada 1.82
	276	2607.35	0.01	2607.34	P salida 10.06
	278	2607.31	0.03	2607.28	A -0.08
	280	2607.27	0.07	2607.20	L 10.00
	282	2607.24	0.13	2607.10	Cota PIV 2607.20
PIV	284	2607.20	0.21	2606.99	Abscisa PIV 283.99
	284	2607.20	0.21	2606.99	r -0.01
PIV	286	2607.00	0.13	2606.87	cuerda 2.00
	288	2606.80	0.07	2606.72	
	290	2606.60	0.03	2606.56	
	292	2606.40	0.01	2606.39	
	PTV	294	2606.19	0.00	2606.19

CARTERA DE NIVEL
PIV #7 Abscisa K0 + 374.47

PUNTO	ABSCISAS	COTA TAIG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	367	2598.80	0.00	2598.80	P entrada 10.06
	368	2598.70	0.00	2598.71	P salida -3.56
	369	2598.60	0.01	2598.61	A 0.06
	370	2598.50	0.02	2598.52	L 7.00
	371	2598.40	0.04	2598.44	Cota PIV 2598.10
	372	2598.30	0.06	2598.36	Abscisa PIV 374.47
	373	2598.20	0.08	2598.28	r 0.01
PIV	374	2598.10	0.11	2598.21	cuerda 1
	375	2598.06	0.08	2598.15	
	376	2598.03	0.06	2598.09	
	377	2597.99	0.04	2598.03	
	378	2597.96	0.02	2597.98	
	379	2597.92	0.01	2597.93	
PTV	380	2597.89	0.00	2597.89	
	381	2597.85	0.00	2597.85	

CARTERA DE NIVEL
PIV #8 Abscisa K0 + 425

PUNTO	ABSCISAS	COTA TAIG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	411	2596.80	0.00	2596.80	P entrada 3.56
	413	2596.73	0.00	2596.73	P salida 2.07
	415	2596.66	0.02	2596.67	A 0.06
	417	2596.58	0.04	2596.62	L 14.00
	419	2596.51	0.06	2596.58	Cota PIV 2596.30
	421	2596.44	0.10	2596.54	Abscisa PIV 425.00
	423	2596.37	0.14	2596.52	r 0.00
PIV	425	2596.30	0.20	2596.50	cuerda 2
	427	2596.34	0.14	2596.49	
	429	2596.38	0.10	2596.48	
	431	2596.42	0.06	2596.49	
	433	2596.47	0.04	2596.50	
	435	2596.51	0.02	2596.52	
PTV	437	2596.55	0.00	2596.55	
	439	2596.59	0.00	2596.59	

CARTERA DE NIVEL
PIV #9 Abscisa K0 + 511.99

PUNTO	ABSCISAS	COTA TAIG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS
PCV	505	2597.96	0.00	2597.96	P entrada 2.07
	506	2597.98	0.00	2597.97	P salida 6.73
	507	2598.00	0.01	2597.98	A -0.09
	508	2598.02	0.03	2597.99	L 7.00
	509	2598.04	0.05	2597.99	Cota PIV 2598.10
	510	2598.06	0.08	2597.98	Abscisa PIV 511.99
	511	2598.08	0.11	2597.97	r -0.01
PIV	512	2598.10	0.15	2597.95	cuerda 1.00
	512	2598.10	0.15	2597.95	
PTV	513	2598.03	0.11	2597.92	
	514	2597.97	0.08	2597.89	
	515	2597.90	0.05	2597.85	
	516	2597.83	0.03	2597.80	
	517	2597.76	0.01	2597.75	
	518	2597.70	0.00	2597.69	
	519	2597.63	0.00	2597.63	

CARTERA DE NIVEL
PIV #10 Abscisa K0 + 566.95

PUNTO	ABSCISAS	COTA TAIG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS	
PCV	553	2595.34	0.00	2595.34	P entrada 6.73	
	555	2595.21	0.01	2595.20	P salida 14.43	
	557	2595.07	0.02	2595.05	A -0.08	
	559	2594.94	0.05	2594.89	L 14.00	
	561	2594.80	0.09	2594.72	Cota PIV 2594.40	
	563	2594.67	0.14	2594.53	Abscisa PIV 566.95	
	565	2594.53	0.20	2594.34	r -0.005	
	PIV	567	2594.40	0.27	2594.13	cuerda 2.00
		567	2594.40	0.27	2594.13	
	PTV	569	2594.11	0.20	2593.91	
571		2593.82	0.14	2593.69		
573		2593.53	0.09	2593.45		
575		2593.25	0.05	2593.20		
577		2592.96	0.02	2592.93		
579		2592.67	0.01	2592.66		
581		2592.38	0.00	2592.38		

CARTERA DE NIVEL
PIV #11 Abscisa K0 + 661.89

PUNTO	ABSCISAS	COTA TAIG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS	
PCV	648	2582.72	0.00	2582.72	P entrada 14.43	
	650	2582.43	0.01	2582.44	P salida 7.40	
	652	2582.14	0.02	2582.16	A 0.07	
	654	2581.85	0.05	2581.90	L 14.00	
	656	2581.57	0.08	2581.65	Cota PIV 2580.70	
	658	2581.28	0.13	2581.40	Abscisa PIV 661.89	
	660	2580.99	0.18	2581.17	r 0.01	
	PIV	662	2580.70	0.25	2580.95	cuerda 2.00
		664	2580.55	0.18	2580.73	
	PTV	666	2580.40	0.13	2580.53	
668		2580.26	0.08	2580.34		
670		2580.11	0.05	2580.15		
672		2579.96	0.02	2579.98		
674		2579.81	0.01	2579.82		
676		2579.66	0.00	2579.66		

CARTERA DE NIVEL
PIV #12 Abscisa K0 + 720

PUNTO	ABSCISAS	COTA TAIG.	CORREC.	COTA ROJA REAL	ELEMENTOS	
PCV	706	2577.44	0.00	2577.44	P entrada 7.40	
	708	2577.29	0.00	2577.29	P salida 9.36	
	710	2577.14	0.01	2577.13	A -0.02	
	712	2576.99	0.01	2576.98	L 14.00	
	714	2576.84	0.02	2576.82	Cota PIV 2576.40	
	716	2576.70	0.03	2576.66	Abscisa PIV 720.00	
	718	2576.55	0.05	2576.50	r 0.00	
	PIV	720	2576.40	0.07	2576.33	cuerda 2.00
		720	2576.40	0.07	2576.33	
	PTV	722	2576.21	0.05	2576.16	
724		2576.03	0.03	2575.99		
726		2575.84	0.02	2575.82		
728		2575.65	0.01	2575.64		
730		2575.46	0.01	2575.46		
732		2575.28	0.00	2575.28		
734		2575.09	0.00	2575.09		

Anexo L. Cartera de masas Vía perimetral occidental opción 2

ABSCISA	CORTE	RELLENO	VOLUMENES		Contrac.	Relleño	Volumen
			CORTE (+)	RELLENO (-)	Expans.	Corregido	Acumulado
2640	101.4		6025.4		0.75	0.0	-35785.1
2700	99.4		6510.3		0.75	0.0	-29274.8
2760	117.6		8673.8		0.75	0.0	-20600.9
2820	171.5		9568.2		0.75	0.0	-11032.7
2880	147.4		2948.5	250.5	0.75	334.0	-8418.2
2940		12.5		375.7	0.75	500.9	-8919.1
3000				0.0	0.75	0.0	-8919.1
3060			666.7	0.0	0.75	0.0	-8252.5
3120	33.3		666.7	1275.7	0.75	1700.9	-9286.7
3180		63.8			0.75	0.0	-9286.7
3240	162.3		27393.6		0.75	0.0	18106.8
3300	750.9		27916.7		0.75	0.0	46023.6
3360	179.7		3594.0	1672.9	0.75	2230.5	47387.1
3420		83.6		10557.7	0.75	14076.9	33310.2
3480		268.3		14886.8	0.75	19849.1	13461.1
3540		228.0		14750.5	0.75	19667.3	-6206.3
3600		263.7		14492.2	0.75	19322.9	-25529.2
3660		219.3		11340.7	0.75	15120.9	-40650.1
3720		158.7		6504.5	0.75	8672.6	-49322.7
3780		58.1	416.8	2714.6	0.75	3619.5	-52525.4
3840	20.8	33.5	416.8	2154.4	0.75	2872.5	-54981.2
3900		38.4		3527.4	0.75	4703.2	-59684.4
3960		79.2		3551.9	0.75	4735.8	-64420.2
4020		39.2		3507.9	0.75	4677.2	-69097.3
4080		77.7		5184.4	0.75	6912.5	-76009.9
4140		95.1		5606.3	0.75	7475.1	-83485.0
4200		91.8		4804.6	0.75	6406.1	-89891.1
4260		68.4		3444.8	0.75	4593.0	-94484.1
4320		46.5		2051.7	0.75	2735.6	-97219.7
4380		21.9	210.0	438.5	0.75	584.7	-97594.4
4440	10.5		1416.8		0.75	0.0	-96177.6
4500	36.7		2023.8		0.75	0.0	-94153.8
4560	30.7		2478.7		0.75	0.0	-91675.2
4620	51.9		4231.3		0.75	0.0	-87443.9
4680	89.2		4765.8		0.75	0.0	-82678.1
4740	69.7		2542.8		0.75	0.0	-80135.3
4800	15.1		5122.3		0.75	0.0	-75013.0
4860	155.7		9207.3		0.75	0.0	-65805.7
4920	151.2		9260.6		0.75	0.0	-56545.1
4980	157.5		9245.3		0.75	0.0	-47299.9
5040	150.7		7406.3		0.75	0.0	-39893.6
5100	96.2		3861.9		0.75	0.0	-36031.7
5160	32.6		3271.4		0.75	0.0	-32760.3
5220	76.5		5863.3		0.75	0.0	-26897.0
5280	119.0		7454.0		0.75	0.0	-19443.1

ABSCISA	CORTE	RELLENO	VOLUMENES		Contrac.	Relleño	Volumen
			CORTE (+)	RELLENO (-)	Expans.	Corregido	Acumulado
5340	129.5		10789.4		0.75	0.0	-8653.7
5400	230.2		10616.7		0.75	0.0	1963.0
5460	123.7		4483.1		0.75	0.0	6446.1
5520	25.7		3719.7		0.75	0.0	10165.9
5580	98.3		9954.2		0.75	0.0	20120.0
5640	233.5		13046.3		0.75	0.0	33166.3
5700	201.4		4027.3	1541.3	0.75	2055.0	35138.5
5760		77.1	1141.5	1541.3	0.75	2055.0	34225.0
5820	57.1		2410.5		0.75	0.0	36635.5
5880	23.3		465.6	362.0	0.75	482.7	36618.4
5940		18.1		1437.7	0.75	1917.0	34701.4
6000		29.8	4664.6	596.5	0.75	795.3	38570.8
6060	233.2		10357.7		0.75	0.0	48928.5
6120	112.0		4844.8		0.75	0.0	53773.3
6180	49.5		3487.7		0.75	0.0	57261.0
6240	66.8		3548.0		0.75	0.0	60808.9
6300	51.5		1029.5	739.3	0.75	985.8	60852.6
6360		37.0		1462.4	0.75	1949.8	58902.8
6420		11.8	1000.1	235.6	0.75	314.1	59588.8
6480	50.0		4062.7		0.75	0.0	63651.5
6540	85.4		3100.3		0.75	0.0	66751.8
6600	17.9		358.5	676.7	0.75	902.2	66208.0
6660		33.8		3222.1	0.75	4296.1	61911.9
6720		73.6		6034.2	0.75	8045.6	53866.2
6780		127.6		10807.9	0.75	14410.5	39455.8
6840		232.7	751.8	4653.8	0.75	6205.1	34002.5
6900	37.6		9984.8		0.75	0.0	43987.3
6960	295.2		15700.6		0.75	0.0	59687.9
7020	228.1		11129.6		0.75	0.0	70817.5
7080	142.9		3660.8	32.0	0.75	42.7	74435.6
7140	7.5	1.6	2638.3	32.0	0.75	42.7	77031.2
7200	97.4		8254.3		0.75	0.0	85285.5
7260	177.7		12417.3		0.75	0.0	97702.8
7320	236.2		13293.3		0.75	0.0	110996.1
7380	206.9		9612.3		0.75	0.0	120608.4
7440	113.5		7517.3		0.75	0.0	128125.8
7500	137.1		2741.5	551.3	0.75	735.0	130132.2
7560		27.6		15052.2	0.75	20069.7	110062.6
7620		474.2		20437.8	0.75	27250.4	82812.1
7680		207.1		12403.8	0.75	16538.4	66273.7
7740		206.4		23156.1	0.75	30874.8	35398.9
7800		565.5		34455.5	0.75	45940.6	-10541.7
7860		583.0		36590.5	0.75	48787.3	-59329.1
7920		636.7		37298.2	0.75	49730.9	-109060.0
7980		606.6		34812.7	0.75	46417.0	-155476.9

Anexo M. Conteos estaciones secundarias

HORA	REGIONAL				SENA			TOTAL
	CATEGORIA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	123	11	3	2	1	0	0	140
8 - 9	11	14	4	2	0	0	0	31
9 - 10	88	13	7	6	3	0	0	117
10 - 11	69	12	2	6	0	0	0	89
11 - 12	85	15	5	9	0	0	0	114
12 - 1	74	14	0	6	0	0	0	94
1 - 2	89	15	2	4	0	0	0	110
2 - 3	102	16	3	8	1	0	0	130
3 - 4	108	23	8	3	1	0	0	143
4 - 5	113	15	4	5	2	0	0	139
5 - 6	133	17	9	3	0	0	0	162
6 - 7	93	16	3	3	0	0	0	115
Total dia	1088	181	50	57	8	0	0	1384
	78,61	13,08	3,61	4,12	0,58	0,00	0,00	100
TOTAL	2446	372	93	117	9	0	0	3037

HORA	REGIONAL				SENA			TOTAL
	CATEGORIA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	116	10	1	0	0	0	0	127
8 - 9	13	14	3	1	0	0	0	31
9 - 10	69	13	8	5	2	0	0	97
10 - 11	54	11	0	5	0	0	0	70
11 - 12	77	13	4	6	0	0	0	100
12 - 1	65	10	1	8	1	0	0	85
1 - 2	89	14	3	3	1	0	0	110
2 - 3	91	13	1	7	0	0	0	112
3 - 4	101	19	5	2	1	0	0	128
4 - 5	103	15	2	4	0	0	0	124
5 - 6	111	14	7	2	0	0	0	134
6 - 7	94	12	1	2	1	0	0	110
Total dia	983	158	36	45	6	0	0	1228
%	80,05	12,87	2,93	3,66	0,49	0,00	0,00	100
TOTAL	2182	328	62	90	7	0	0	2669

OCCIDENTE - ORIENTE REGIONAL Briceño								
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	130	15	5	6	2	0	0	158
8 - 9	71	12	8	4	1	0	0	96
9 - 10	63	8	1	0	3	0	0	75
10 - 11	65	8	5	2	0	0	0	80
11 - 12	62	12	1	1	0	0	0	76
12 - 1	50	6	9	1	1	0	0	67
1 - 2	61	9	7	2	2	0	0	81
2 - 3	59	10	6	2	1	1	0	79
3 - 4	54	9	1	1	0	0	0	65
4 - 5	61	12	3	6	0	0	0	82
5 - 6	70	8	5	1	0	0	0	84
6 - 7	60	8	3	1	0	0	0	72
Total dia	806	117	54	27	10	1	0	1015
%	79,41	11,53	5,32	2,66	0,99	0,10	0	100

ORIENTE - OCCIDENTE REGIONAL Briceño								
HORA	CATEGORIA							Total hora
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	56	8	5	0	2	0	0	71
8 - 9	66	9	3	3	1	0	0	82
9 - 10	58	10	8	1	1	0	0	78
10 - 11	62	8	6	3	0	0	0	79
11 - 12	61	15	8	6	0	0	0	90
12 - 1	64	19	6	4	1	0	0	94
1 - 2	63	6	6	3	0	1	0	79
2 - 3	65	13	6	0	1	0	0	85
3 - 4	71	12	7	3	0	0	0	93
4 - 5	85	13	3	2	0	0	0	103
5 - 6	84	13	6	1	2	0	0	106
6 - 7	61	11	4	1	0	0	0	77
Total dia	796	137	68	27	8	1	0	1037
%	77	13	7	3	1	0	0	100
TOTAL	1602	254	122	54	18	2	0	2052

	NORTE-ESTE	REGIONAL	SENA					Total hora
	CATEGORIA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	113	17	0	4	0	0	0	134
8 - 9	105	15	1	3	1	0	0	125
9 - 10	101	13	3	6	0	0	0	123
10 - 11	121	17	5	5	0	0	0	148
11 - 12	116	17	3	5	0	0	0	141
12 - 1	101	12	5	3	0	0	0	121
1 - 2	116	16	2	4	0	0	0	138
2 - 3	119	18	4	6	0	0	0	147
3 - 4	133	17	8	5	0	0	0	163
4 - 5	122	17	3	4	0	0	0	146
5 - 6	126	18	4	11	0	0	0	159
6 - 7	85	14	5	4	0	0	0	108
Total dia	1358	191	43	60	1	0	0	1653
%	82,15	11,55	2,60	3,63	0,06	0,00	0,00	100

HORA	NORTE-ESTE	REGIONAL	SENA					Total hora
	CATEGORIA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	107	15	0	3	0	0	0	125
8 - 9	99	13	0	4	0	0	0	116
9 - 10	80	11	1	5	0	0	0	97
10 - 11	100	16	3	3	0	0	0	122
11 - 12	93	18	0	5	0	0	0	116
12 - 1	91	9	7	2	1	0	0	110
1 - 2	102	16	0	3	0	0	0	121
2 - 3	105	15	2	3	0	0	0	125
3 - 4	123	13	5	7	0	0	0	148
4 - 5	119	11	0	0	0	0	0	130
5 - 6	117	18	5	8	0	0	0	148
6 - 7	63	15	3	2	0	0	0	83
Total dia	1199	170	26	45	1	0	0	1441
%	83,21	11,80	1,80	3,12	0,07	0,00	0,00	100

NORTE-ESTE		REGIONAL			SENA			Total hora
HORA	CATEGORIA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	113	17	0	4	0	0	0	134
8 - 9	105	15	1	3	1	0	0	125
9 - 10	101	13	3	6	0	0	0	123
10 - 11	121	17	5	5	0	0	0	148
11 - 12	116	17	3	5	0	0	0	141
12 - 1	101	12	5	3	0	0	0	121
1 - 2	116	16	2	4	0	0	0	138
2 - 3	119	18	4	6	0	0	0	147
3 - 4	133	17	8	5	0	0	0	163
4 - 5	122	17	3	4	0	0	0	146
5 - 6	126	18	4	11	0	0	0	159
6 - 7	85	14	5	4	0	0	0	108
Total dia	1358	191	43	60	1	0	0	1653
%	82,15	11,55	2,60	3,63	0,06	0,00	0,00	100

NORTE-ESTE		REGIONAL			SENA			Total hora
HORA	CATEGORIA							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
7 - 8	107	15	0	3	0	0	0	125
8 - 9	99	13	0	4	0	0	0	116
9 - 10	80	11	1	5	0	0	0	97
10 - 11	100	16	3	3	0	0	0	122
11 - 12	93	18	0	5	0	0	0	116
12 - 1	91	9	7	2	1	0	0	110
1 - 2	102	16	0	3	0	0	0	121
2 - 3	105	15	2	3	0	0	0	125
3 - 4	123	13	5	7	0	0	0	148
4 - 5	119	11	0	0	0	0	0	130
5 - 6	117	18	5	8	0	0	0	148
6 - 7	63	15	3	2	0	0	0	83
Total dia	1199	170	26	45	1	0	0	1441
%	83,21	11,80	1,80	3,12	0,07	0,00	0,00	100