

**“APOYO TÉCNICO, CONTROL DE OBRA Y CONTROL DE CALIDAD EN LA
PAVIMENTACIÓN DE LA VÍA CARLOSAMA – IPIALES SECTOR SAN
FRANCISCO – PUENTE RÍO BLANCO”**

EYLEEN LISBETH ORTEGA BRAVO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2008**

**“APOYO TÉCNICO, CONTROL DE OBRA Y CONTROL DE CALIDAD EN LA
PAVIMENTACIÓN DE LA VÍA CARLOSAMA – IPIALES SECTOR SAN
FRANCISCO – PUENTE RÍO BLANCO”**

EYLEEN LISBETH ORTEGA BRAVO

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniera Civil**

**Director:
MELVIN LEE ORTIZ
Ingeniero Civil**

**Codirector:
ARMANDO MUÑOZ DAVID
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2008**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, 01 de septiembre de 2008

Ofrezco este trabajo a: Mi novio Carlos Guzmán Pino y a mis padres Jesús Ortega Bolaños y Aida Bravo Rodríguez, quienes con su amor y dedicación contribuyeron a él.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

MELVIN LEE ORTIZ, Ingeniero Civil y Director de la Pasantía, por sus valiosas orientaciones y por facilitar los recursos físicos y técnicos necesarios para el desarrollo de la pasantía.

ARMANDO MUÑOZ DAVID, Ingeniero Civil y Codirector de la Pasantía, por su orientación y por su constante colaboración en este trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	26
1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES	27
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	27
1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO	28
1.3 SITUACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA	28
1.4 DIVISIÓN POLÍTICA DEL MUNICIPIO DE CUAPUD CARLOSAMA	29
1.5 CLIMATOLOGÍA	30
1.5.1 Clasificación climática	30
1.5.2 Precipitación	30
1.5.3 Vientos	31
1.5.4 Hidrología	31
1.6 RED VIAL DEL MUNICIPIO DE CUASPUD	32
1.7 INFORMACIÓN GENERAL DEL CONTRATO DE OBRA	33
2. METODOLOGÍA	34
3. REVISIÓN DEL DISEÑO Y ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	35
3.1 DESCRIPCIÓN	35
3.2 PROYECCIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO VEHICULAR	35
3.3 ESTUDIO DE SUELOS DE LA SUBRASANTE	36

3.4 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA	40
3.4.1 Alineamiento horizontal	40
3.4.2 Alineamiento vertical	40
3.4.3 Transición del peraltado	40
3.5 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN CONCRETO ASFALTICO	40
3.6 ESTUDIO Y DISEÑO DE LAS OBRAS DE DRENAJE GENERAL	42
4. OPTIMIZACIÓN DE ESTUDIO DE DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO DE CAMPAMENTO	44
4.1 DESCRIPCIÓN	44
4.2 EQUIPO	44
4.3 MEDIDA	44
4.4 FORMA DE PAGO	44
4.5 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	45
4.6 AJUSTES DEL PROYECTO	45
4.7 CAMPAMENTO	47
4.8 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE	47
5. DESMONTE Y LIMPIEZA DE ZONAS BOSCOSAS	48
5.1 DESCRIPCIÓN	48
5.2 EQUIPO	48
5.3 MEDIDA	48
5.4 FORMA DE PAGO	49

5.5 ACTIVIDADES PARA EJECUTAR EL DESMONTE Y LIMPIEZA	49
5.5.1 Zona donde no se requiere excavación para la explanación	49
5.5.2 Zona donde se requiere excavación para la explanación	49
5.5.3 Zona tubería acueducto	50
5.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE	51
6. EXCAVACIONES SIN CLASIFICAR DE LA EXPLANACIÓN	52
6.1 DESCRIPCIÓN	52
6.2 EQUIPOS	52
6.3 MEDIDA	53
6.4 FORMA DE PAGO	53
6.5 ACTIVIDADES DE EXCAVACIÓN PARA LA EXPLANACIÓN	54
6.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE	59
7. FILTROS EN GEOTEXTIL NO TEJIDO 1600	61
7.1 DESCRIPCIÓN	61
7.2 EQUIPO	61
7.3 MEDIDA	62
7.3.1 Geotextil	62
7.3.2 Material filtrante	62
7.3.3 Excavación	62
7.4 FORMA DE PAGO	62
7.5 CONSTRUCCIÓN DE LOS FILTROS	63

7.5.1 Localización	63
7.5.2 Excavación	64
7.5.3 Colocación del geotextil	66
7.5.4 Material filtrante y material seleccionado	68
7.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE	70
8. MURO DE CONTENCIÓN EN GAVIONES	72
8.1 DESCRIPCIÓN	72
8.2 EQUIPO	73
8.3 MEDIDA	73
8.4 FORMA DE PAGO	74
8.5 CONSTRUCCIÓN DE MUROS EN GAVIONES	74
8.5.1 Localización	74
8.5.2 Dimensionamiento del muro	74
8.5.3 Excavación a mano	75
8.5.4 Colocación de canastas	76
8.5.5 Relleno para muro	77
8.5.6 Costura del gavión y retiro de formaleta	78
8.5.7 Relleno y compactación de espacios entre el gavión y la vía	78
8.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE	80
9. MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS	82

9.1 LOCALIZACIÓN	82
9.2 CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS	83
9.2.1 Construcción de nuevas alcantarillas	83
9.2.2 Adecuación de alcantarillas	91
9.3 RESUMEN DE CANTIDADES	96
9.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE	97
10. MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE INVOLUCRANDO SUELO EXISTENTE	99
10.1 DESCRIPCIÓN	99
10.2 EQUIPO	99
10.3 MEDIDA	99
10.4 FORMA DE PAGO	100
10.5 ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON SUELO EXISTENTE	100
10.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE	102
11. CONFORMACIÓN DE LA CALZADA EXISTENTE	104
11.1 DESCRIPCIÓN	104
11.2 MATERIALES	104
11.3 EQUIPO	105
11.4 MEDIDA	105

11.5 FORMA DE PAGO	105
11.6 ACTIVIDADES PARA LA CONFORMACIÓN DE CALZADA EXISTENTE	105
11.7 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE	108
12. EXPLOTACIÓN, SELECCIÓN Y MEZCLA PARA SUBBASE Y BASE GRANULAR	108
12.1 EQUIPO	109
12.2 ACTIVIDADES DE EXPLOTACIÓN, SELECCIÓN Y MEZCLA PARA SUBBASE Y BASE GRANULAR	109
12.2.1 Explotación cantera “Rio Blanco”	110
12.2.2 Selección material para subbase y base “Rio Blanco”	111
12.2.3 Mezcla o preparación de base	112
12.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE	114
13. SUBBASE GRANULAR	116
13.1 DESCRIPCIÓN	116
13.2 MATERIALES	116
13.3 EQUIPO	117
13.4 MEDIDA	117
13.5 FORMA DE PAGO	117
13.6 ACTIVIDADES PARA OBTENER UNA SUBBASE GRANULAR	118

13.7 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO	
POR EL PASANTE	120
14. BASE GRANULAR	122
14.1 DESCRIPCIÓN	122
14.2 MATERIALES	122
14.3 EQUIPO	123
14.4 MEDIDA	123
14.5 FORMA DE PAGO	123
14.6 ACTIVIDADES PARA OBTENER UNA BASE GRANULAR	124
14.7 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO	
POR EL PASANTE	126
15. IMPRIMACIÓN	128
15.1 DESCRIPCIÓN	128
15.2 MATERIALES	128
15.3 EQUIPO	128
15.4 ACTIVIDADES PARA IMPRIMAR	129
15.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO	
POR EL PASANTE	129
16. MEZCLA DENSA EN CALIENTE (CONCRETO ASFÁLTICO)	131
16.1 DESCRIPCIÓN	131
16.2 MATERIALES	131
16.3 CARPETA DE PAVIMENTO	132

16.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO	
POR EL PASANTE	135
17. OTRAS OBRAS	137
17.1 MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON GEOTEXTIL	137
17.2 MEJORAMIENTO RECEBO- CEMENTO	138
17.3 DISIPADOR	139
17.4 CONSTRUCCIÓN CUNETAS	140
18. CONTROL DE CALIDAD	142
19. CONCLUSIONES	143
20. RECOMENDACIONES	148
BIBLIOGRAFÍA	149
ANEXOS	151

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Conteo de tránsito.	35
Cuadro 2. Resultado de los apiques.	37
Cuadro 3. CBR de diseño	39
Cuadro 4. Resultado de espesores de la estructura del pavimento.	41
Cuadro 5. Modificación de cotas.	46
Cuadro 6. Localización y dimensión de cajeros.	58
Cuadro 7. Propiedades del geotextil.	61
Cuadro 8. Localización y características de los filtros a construir.	63
Cuadro 9. Localización y características de los filtros a construir en talud.	64
Cuadro 10. Localización del muro.	74
Cuadro 11. Dimensionamiento del muro.	75
Cuadro 12. Localización y estado de alcantarillas.	82
Cuadro 13. Volumen de demoliciones.	84
Cuadro 14. Requisitos de los materiales para afirmados.	104
Cuadro 15. Franja granulométrica para material de sub-base.	116
Cuadro 16. Resumen resultados densidad capa de sub-base.	120
Cuadro 17. Franja granulométrica para material de base.	122
Cuadro 18. Resumen resultados densidad capa de base.	126
Cuadro 19. Requisitos de agregados para concreto asfáltico.	131

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ubicación de Carlosama en el departamento de Nariño	29
Figura 2. Apique N° 1 – K0+340.73 Lado derecho	36
Figura 3. Estratigrafía de apiques	38
Figura 4. CBR de diseño	40
Figura 5. Tramo que no requiere corte de talud	45
Figura 6. Localización tramo tubería acueducto de Ipiales	45
Figura 7. Tramo modificado para evitar construcción de muro	47
Figura 8. Desmonte y limpieza tramo que no requiere corte	50
Figura 9. Desmonte y limpieza tramo tubería	50
Figura 10. Daño tubería acueducto Ipiales	51
Figura 11. Inicio de la excavación de la explanación	54
Figura 12. Excavación de la explanación K0+330 a K0+450	55
Figura 13. Excavación de la explanación K0+450 a K0+720	55
Figura 14. Excavación de la explanación K0+720 a K0+800	56
Figura 15. Excavación de la explanación K0+800 a K0+900	56
Figura 16. Excavación de la explanación K0+925 a K1+080.	57
Figura 17. Excavación de la explanación variante K1+100 a K1+140	57
Figura 18. Botadero ubicado vereda San Francisco estadio	59
Figura 19. Excavación para filtros con maquina	65

Figura 20. Conformación de excavación con obreros	65
Figura 21. Terminación excavación para filtros	66
Figura 22. Colocación de geotextil	67
Figura 23. Filtro en talud	67
Figura 24. Material utilizado para el llenado de los filtros	68
Figura 25. Colocación de material filtrante.	68
Figura 26. Cosido del filtro	69
Figura 27. Cobertura del filtro con material seleccionado	69
Figura 28. Compactación del filtro	70
Figura 29. Muro de contención en gaviones	72
Figura 30. Excavación a mano	75
Figura 31. Preparación de la malla	76
Figura 32. Solado para muro	76
Figura 33. Instalación de las canastas del gavión	77
Figura 34. Colocación del material de relleno y tensores	77
Figura 35. Costura del gavión y retiro de formaleta	78
Figura 36. Retiro de material entre gavión y vía	78
Figura 37. Relleno de material seleccionado entre gavión y vía	79
Figura 38. Compactación de material con saltarín	79
Figura 39. Compactación con vibrocompactador	80
Figura 40. Demolición manual de los cabezotes de alcantarilla	83
Figura 41. Excavación para instalación de nueva tubería	85
Figura 42. Conformación de excavación para instalación de tubería	85

Figura 43. Solado para instalación tubería 24"	86
Figura 44. Atraque y revoque de tubería 24"	86
Figura 45. Relleno con material seleccionado sobre tubería 24"	87
Figura 46. Revestimiento en concreto	87
Figura 47. Compactación de material seleccionado sobre tubería	88
Figura 48. Excavación para cabezotes	88
Figura 49. Solado para cabezotes	89
Figura 50. Encofrado para alcantarillas	89
Figura 51. Fundición de alcantarillas	90
Figura 52. Desencofrado de los cabezotes de las alcantarillas	90
Figura 53. Instalación tubería de la alcantarilla N° 5	91
Figura 54. Terminación adecuación de la alcantarilla N° 5	92
Figura 55. Demolición parte cabezote de la alcantarilla N°9	92
Figura 56. Encofrado y colocación de hierro de alcantarilla N°10	93
Figura 57. Fundición de losa de soporte de la alcantarilla N°9	93
Figura 58. Terminación adecuación de cabezote de alcantarilla N°9	94
Figura 59. Demolición cabezote e instalación tubería alcantarilla N°11	94
Figura 60. Encofrado de cabezote alcantarilla N°11	95
Figura 61. Fundición de cabezote de la alcantarilla N°11	95
Figura 62. Terminación adecuación de cabezote de alcantarilla N°11	96
Figura 63. Disgregación del material	100
Figura 64. Adición de material seleccionado	101
Figura 65. Conformación de subrasante	101

Figura 66. Mejoramiento en variante	102
Figura 67. Escarificación calzada existente	106
Figura 68. Conformación calzada existente	106
Figura 69. Humedecimiento de material	107
Figura 70. Compactación calzada existente	107
Figura 71. Descapote de mina	110
Figura 72. Explotación material para subbase y base	110
Figura 73. Acopio material explotado	111
Figura 74. Selección material de subbase y base	111
Figura 75. Acopio triturado	112
Figura 76. Mezclado para base en cantera	115
Figura 77. Acopio material de Macas	113
Figura 78. Visita cantera de Macas Cruz	114
Figura 79. Acordonamiento material subbase	118
Figura 80. Distribución y humedecimiento del material subbase	118
Figura 81. Conformación del material de subbase	119
Figura 82. Compactación del material de subbase	119
Figura 83. Ensayo cono y arena para capa de subbase	120
Figura 84. Distribución material base mezclado en cantera	124
Figura 85. Distribución material base proveniente “Macas”	125
Figura 86. Mezclado del material base	125
Figura 87. Conformación del material de base	126
Figura 88. Imprimación	129

Figura 89. Preparación de base para instalación carpeta asfáltica	132
Figura 90. Descargue de la mezcla asfáltica MDC-2	133
Figura 91. Conformación carpeta pavimento	134
Figura 92. Compactación carpeta	134
Figura 93. Planta de asfalto Pilcuan	135
Figura 94. Mejoramiento se subrasante con geotextil	137
Figura 95. Mejoramiento recebo-cemento	138
Figura 96. Disipador	139
Figura 97. Construcción de cunetas	141

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Estudio suelos subrasante	151
Anexo B. Tablas diseño geométrico	175
Anexo C. Secciones tipo para la transición del peraltado	182
Anexo D. Calculo de la estructura de pavimento	183
Anexo E. Diseño del filtro	191
Anexo F. Formatos y resultados de maquinaria y equipos	194
Anexo G. Resultado de densidades tramo gavión	203
Anexo H. Resultado de densidades cajeros	204
Anexo I. Ensayos agregados de base y subbase	206
Anexo J. Tablas cotas subrasante	216
Anexo K. Tablas cotas subbase	221
Anexo L. Tablas cotas base	226
Anexo M. Resultados ensayos subbase y base	231
Anexo N. Diseño de mezcla asfáltica (Marshall)	236

GLOSARIO

ABRASIÓN: efecto de desgaste por causa de fricción.

ACORDONAR: distribuir en montones algún material sobre la vía.

AFIRMADO: consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la subrasante terminada.

ALINEAMIENTO: se refiere a cada una de las porciones rectas o curvas, que sucesiva y alternativamente, componen el trazado de una vía.

ATRAQUE: apoyo que se da a una estructura.

BASE: capa sobre sub-base destinada a sustentar la estructura del pavimento, es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por los vehículos.

CAJEO: excavar en forma de cajón.

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

CAPA RODADURA: superficie sobre la cual transitan los vehículos.

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

CORTE: es aquella parte de la estructura de una obra vial realizada por la excavación del terreno existente con el fin de formar las secciones previstas.

COTA BATEA: indica el nivel al cual se encuentra la parte inferior de una tubería.

CONFORMAR: se refiere a distribuir o disponer de las partes que forman un conjunto, para que se adecuen de acuerdo a un proyecto.

DESCAPOTE: retiro de la capa vegetal y demás materiales hasta llegar a la capa deseada.

DESCOLE: recorrido que hace el agua desde el cabezote de salida al sitio de disposición (quebrada, río, etc).

DISGREGAR: separar, desunir, apartar lo que estaba unido.

ENCOFRADO: molde formado con tableros o chapas de metal, en el que se vacía el hormigón hasta que fragua, y que se desmonta después.

ESCARIFICAR: remover la tierra con el escarificador para que se aire.

EXPALANACIÓN: conjunto de cortes y terraplenes de una obra vial ejecutados hasta la superficie de la subrasante.

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.

PERFILAR: afinar o rematar una cosa para que tome forma.

RASANTE: alineación vertical que define, en alzado, el trazado de una línea del camino de rodadura considerada en su inclinación respecto al plano horizontal.

REVESTIMIENTO: capa o cubierta de que se cubre una superficie.

REVOQUE: revestimiento con mortero de cemento.

SEGREGAR: Separar o apartar algo de otra u otras cosas.

SUB-BASE: capa que actúa como plataforma de construcción para las capas superiores, sirve como capa de transición entre la subrasante y la base.

SUBRASANTE: la subrasante es la superficie sobre la cual se apoya el pavimento.

TRASLAPO: Cubrir total o parcialmente algo con otra cosa.

RESUMEN

“APOYO TÉCNICO, CONTROL DE OBRA Y CONTROL DE CALIDAD EN LA PAVIMENTACIÓN DE LA VÍA CARLOSAMA – IPIALES SECTOR SAN FRANCISCO – PUENTE RIO BLANCO”

El presente trabajo contiene las diferentes actividades realizadas durante la pasantía, con la cual se busca la terminación de la pavimentación de la vía principal, en lo que compete a la jurisdicción del Municipio de Carlosama. De esta manera se pretende brindar un apoyo técnico, control de obra y control de calidad en cada una de las labores que se realizaran, como son:

- Ampliación – movimiento de tierras
- Drenajes
- Preparación de la sub-rasante
- Construcción de sub-base granular
- Construcción de la base granular
- Construcción carpeta en pavimento flexible

En cada una de estas labores, se realizó un seguimiento continuo, permitiendo así aplicar y poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera, al igual que obtener más conocimientos, que en su conjunto, aportan la capacidad suficiente para desempeñar un buen trabajo profesionalmente.

Para la realización del proyecto, se hizo énfasis en tres fases que se encuentran explícitas en el trabajo, que corresponden al apoyo técnico, control de obras y control de calidad, así:

- Apoyo técnico: Donde se realizó la intervención de las actividades ejecutadas, en cuanto al cumplimiento de los parámetros pactados en el contrato por parte de la Alcaldía de Cuaspud Carlosama y las especificaciones dadas por el instituto nacional de vías.
- Control de obra: Donde se supervisa el funcionamiento adecuado de la maquinaria, la ejecución de las labores del personal contratado y disposición correcta de los recursos.
- Control de calidad: Donde se verifica que las tareas se ejecuten de manera correcta, utilizando el equipo y material adecuado.

ABSTRACT

"TECHNICAL SUPPORT, CONTROL OF WORK AND QUALITY CONTROL IN PAVING OF THE ROAD CARLOSAMA - IPIALES STRETCH SAN FRANCISCO - BRIDGE RIVER BLANCO"

The present report contains the different activities accomplished during the internship, with the one which is search the completion of the paving of the main road, in what is incumbent to the jurisdiction of the Municipality of Carlosama. In this way it is intended to offer a technical support, control of work and quality control in each one of labors that will be carried out, as are:

- Enlargement - lands movement
- Drainage
- Preparation of the subgrade
- Construction of granular sub-base
- Construction of the granular based
- Construction layer flexible pavement

In each one of these labors, will be accomplished a continuous follow-up, thus allowing apply and put on practice the knowledge acquired during the career, the same as obtain many knowledge, which together, provide the sufficient capacity to perform a good work professionally.

For the accomplishment of the project, emphasis was done in three phases that are explicit in the work, that correspond to technical support, control of work and quality control, of the following way:

- Technical support: Where will be accomplished the intervention of the executed activities, with respect to the fulfillment of the parameters contained in the contract on the part of the Mayoralty of Cuaspud Carlosama and the specifications given by the national institute of roads.
- Control of work: Where will be oversees the suitable functioning of the Machinery, the execution of the labors of the contracted personnel and correct disposition of the resources.
- Quality control: Where they are checked that the tasks execute in a correct way, using the equipment and suitable material.

INTRODUCCIÓN

En todo municipio las vías de comunicación terrestre son de vital importancia y más aun cuando se trata de un municipio fronterizo como lo es Cuaspud Carlosama, su ubicación geográfica es una condición que potencializa la utilización de sus carreteras, principalmente la vía que comunica a la cabecera municipal con la ciudad de Ipiales, la cual debido a su considerable volumen de trafico debe estar en óptimas condiciones. Para tal fin la alcaldía del municipio en colaboración de la gobernación mediante invitación publica adjudicaron a la empresa SINCO S.A la ejecución de obras para la terminación de la pavimentación de la carretera Carlosama - Ipiales hasta lo que corresponde a la jurisdicción de Carlosama (puente Rio Blanco).

Es así como respuesta a la necesidad de cooperar en la ejecución del proyecto con la empresa de construcciones SINCO SA se plantea el proyecto: “Apoyo técnico, control de obra y control de calidad en la pavimentación de la vía Carlosama – Ipiales sector San Francisco – Puente Rio Blanco”; con la finalidad de lograr un mayor control de las todas las actividades ejecutadas en obra.

De esta forma, la Universidad se proyecta socialmente ante un problema de índole regional y al mismo tiempo contribuye a la formación integral del profesional de la Facultad de Ingeniería; con lo cual se pretende también poner en práctica los conocimientos adquiridos durante toda la carrera y obtener experiencia para un buen desempeño laboral.

El siguiente proyecto presenta un resumen de los resultados de la ejecución del proyecto de pasantía dando cumplimiento a lo planteado en el mismo, y las conclusiones obtenidas de la experiencia de su realización.

Así con el desempeño de funciones en apoyo técnico y control de calidad en la Pavimentación vía Carlosama – Ipiales sector San Francisco – Puente Rio Blanco, se permite la aplicación de variedad de conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera y además se asegura uno de los objetivos fundamentales la satisfacción contratista - contratante y usuario, la cual se va a ver reflejada en la labor realizada durante y después de la ejecución de la obra por parte del pasante y demás involucrados. Para la realización del proyecto se hará énfasis en tres fases que corresponden al apoyo técnico, control de obra y control de calidad.

1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Para el comienzo del desarrollo de las funciones como pasante, es primordial la realización de una evaluación preliminar de aspectos técnicos y sociales del proyecto de “Pavimentación de la vía Carlosama – Ipiales sector San Francisco – Puente Río Blanco”.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Dentro de la red vial del municipio, la arteria principal es la vía que comunica a Carlosama con la ciudad de Ipiales por donde se comercializa la gran mayoría de la producción económica de la población. Esta vía tiene una longitud total de 12 kilómetros, de los cuales 7 kilómetros corresponden al tramo entre Carlosama y el puente sobre el Río Blanco, límite entre los municipios de Cuaspud e Ipiales.

La vía en cuestión tiene una extensión de 7 km de los cuales 5,7 km se encuentra ya pavimentados y los 1,2 km restantes correspondientes al sector San Francisco – Puente Río Blanco, son los que están destinados a pavimentarse, y así asegurar a los habitantes de Carlosama principales usuarios, una vía segura y cómoda, dado que los diseños de las vías alternas cumplen pocos de los requisitos técnicos para su adecuado funcionamiento, presentando altos riesgos de accidentalidad.

Teniendo en cuenta las condiciones actuales del sector comprendido entre San Francisco – Puente Río Blanco, en comparación con los 5.5 kilómetros ya terminados, es evidente la necesidad de la terminación de la pavimentación, debido a que el sector en cuestión no cumple con las especificaciones adecuadas para el tránsito que circula actualmente, en cuanto, a la resistencia de la rasante, obras de drenaje, características geométricas, etc., de esta manera con la pavimentación a realizar se pretende mejorar las características de la vía permitiendo el rodamiento de los vehículos con comodidad, seguridad y rapidez y así mismo con el control llevado a cabo en obra, garantizar la calidad, eficiencia y economía en la ejecución de las actividades a realizar.

La importancia de pavimentación de la vía Carlosama – Ipiales sector San Francisco – Puente Río Blanco, radica principalmente en mejorar las condiciones de transporte, promoviendo así las actividades económicas del Municipio como el comercio de cultivos, leche, bovinos, etc.; además de mejorar la movilización terrestre de la población.

1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO

Tramo: Carlosama – Ipiales sector San Francisco – Puente Rio Blanco.

Longitud del tramo: 1.2 km.

Ancho de banca: 8 m.

Ancho de calzada: 6 m.

Ancho de carril: 3 m.

Espesor capa asfáltica = 7 cm.

Espesor base granular = 20 cm.

Espesor sub-base granular = 20 cm.

1.3 SITUACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Municipio de Cuaspud-Carlosama se encuentra localizado al sur del Departamento de Nariño en límites con la República del Ecuador, lo que determina unas coordenadas de latitud norte de 0° 52' y longitud oeste de Greenwich de 77° 44' 12".

Geográficamente el Municipio de Cuaspud – Carlosama se encuentra ubicado en la región suroccidental del Departamento de Nariño, en la parte Andina del mismo. Forma parte de la denominada Exprovincia de Obando cuyo polo de desarrollo regional es la ciudad de Ipiales. (Ver figura 1)

Los límites actuales del Municipio son:

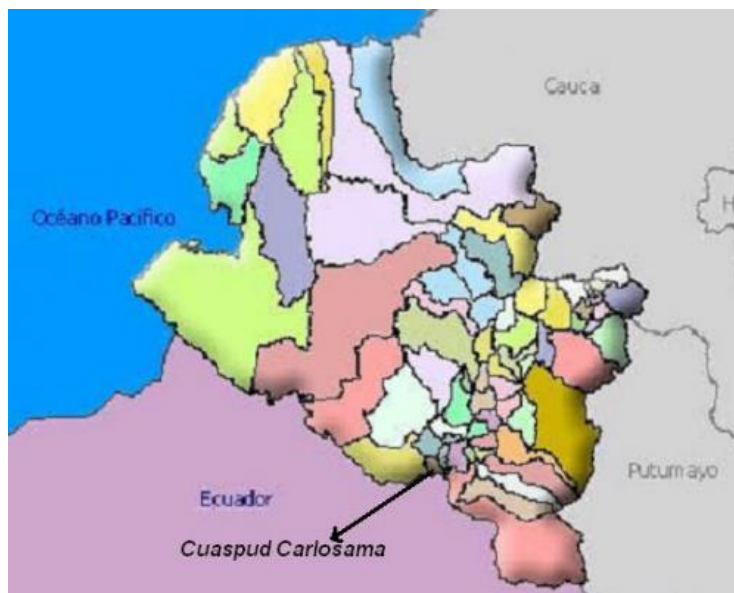
- ☒ Al norte con los municipios de Aldana y Guachucal;
- ☒ Al occidente con el municipio de Cumbal;
- ☒ Al oriente con el municipio de Ipiales;
- ☒ Al sur con la República del Ecuador, Río Carchi de por medio.¹

Cuaspud se encuentra ubicado a una distancia de 13 kilómetros de ciudad de Ipiales y a 118 kilómetros de su capital San Juan de Pasto, con una altura de 3050

¹ PAREDES CADENA, Carlos Arturo. Monografía del municipio de Cuaspud – Carlosama, 2007.

m.s.n.m. Entre la cabecera municipal existe aproximadamente una población de 2023 habitantes y en el sector rural del municipio de Cuaspud Carlosama hay aproximadamente 6085 habitantes dando un total 8108 habitantes.

Figura 1. Ubicación de Carlosama en el departamento de Nariño



Fuente: Dane

1.4 DIVISIÓN POLÍTICA DEL MUNICIPIO DE CUAPUD CARLOSAMA

La superficie total del municipio es de 52 kilómetros cuadrados de los cuales el 5.77% correspondiente a 3 kilómetros cuadrados pertenecen a la cabecera municipal y el 94.23% correspondiente a 49 kilómetros cuadrados distribuidos en cuatro veredas con sus respectivas divisiones.

La capital es la población de Carlosama y la división de sus veredas son:

Sección Macas: Al norte, tiene una extensión aproximada de 2.288 hectáreas y es la zona más alejada pero es atravesada por la carretera que une Aldana, Guachucal, Cumbal, Túquerres y Tumaco, entre otros.

Sección Chavisnán: Al occidente, tiene una extensión aproximada de 338 hectáreas.²

² PAREDES CADENA, Carlos Arturo. Monografía del municipio de Cuaspud – Carlosama, 2007.

Sección Carchi: Al sur occidente, tiene una extensión aproximada de 338 hectáreas y se comunica con la ciudad de Tulcán.

Sección San Francisco: Al sur oriente, tiene una extensión aproximada de 1430 hectáreas, donde está ubicada la carretera principal que comunica con la ciudad de Ipiales.

1.5 CLIMATOLOGÍA

La temperatura varía de acuerdo con la altitud, oscilando entre los 6 y 16 °C.

Los registros de temperatura fueron tomados de la Estación meteorológica de San Luís en el municipio de Aldana, para un periodo de 24 años suministrados por el IDEAM. Estos registros son de suma importancia ya que la temperatura es determinante para el ciclo biológico de los cultivos y sobre todo fenómenos de gran importancia regional como las heladas que son consecuencia de las drásticas elevaciones de temperatura.

Por lo general los meses más fríos corresponden a los períodos de tendencia seca, acentuándose especialmente en los meses de Julio y Agosto, debido a la presencia de fuertes vientos y a la ocurrencia de heladas.

1.5.1 Clasificación climática. Con base en las características del medio físico, en el municipio se distinguen dos pisos térmicos: Clima muy frío y frío.

- Piso térmico muy frío. Se localiza desde los 3.000 hasta los 3.300 m.s.n.m., con temperaturas que oscilan entre los 6 y 12 grados centígrados y precipitaciones entre 800 y 1.000 mm/año. Presenta una extensión de 3673 has.

Piso térmico frío. Se localizan en el municipio desde los 2.800 y 3.000 m.s.n.m., con temperaturas que varían entre 12 y 16 grados centígrados, con precipitaciones de 900 a 2.000 mm/año. Alcanza una extensión de 1527 has.³

1.5.2 Precipitación. Para determinar el comportamiento de la precipitación que se presenta en el municipio de Carlosama, se analizaron datos históricos de un periodo de 30 años, los cuales fueron suministrados por el IDEAM, de la estación San Luis. Efectuando un análisis de la desviación que existe entre la precipitación

³ PAREDES CADENA, Carlos Arturo. Monografía del municipio de Cuaspud – Carlosama, 2007.

media mensual y la precipitación media general (78 mm), obteniéndose de manera general los periodos secos y lluviosos para el municipio de Cuaspud Carlosama. MEDIA GENERAL (M) = 78 mm.

Para el primer semestre del año, durante los meses de enero y febrero se presentan algunas lluvias pero de baja intensidad, posteriormente el invierno se ve acentuado en los 2 meses siguientes (marzo y abril), ocurriendo luego una disminución de la precipitación en el mes de mayo para entrar a un período seco que se prolonga hasta el mes de septiembre, siendo agosto el más seco; posteriormente ocurre otro período húmedo (octubre-diciembre), siendo noviembre el más crítico.

1.5.3 Vientos. Para el municipio de Carlosama se cuenta con un registro histórico de datos de velocidad del viento de 19 años (1981-2000) provenientes de la estación San Luis, al analizar los datos, se concluye que en dicho municipio se registra un promedio anual de velocidad del viento de 2 m/s , siendo en el mes de agosto la época más crítica. Por lo general, los vientos más fuertes ocurren a mediados del año y los más débiles en los meses de febrero, marzo, abril, mayo y noviembre.

De acuerdo al registro histórico, la máxima velocidad del viento se registro en el mes de julio de 1986, donde alcanzó un valor de 2.6 m/s , y la mínima velocidad hasta el momento ha ocurrido en el mes de marzo del año 2000 con un promedio de velocidad de 0.30 m/s .

1.5.4 Hidrología. El municipio de Cuaspud-Carlosama se encuentra haciendo parte de la cuenca del río Carchi-Guáitara, a la cual pertenece la sub-cuenca del río Blanco, identificándose en esta última las siguientes microcuencas: San Francisco, Puente de tierra, Nicanán y Duendes; cabe destacar que dentro de la sub-cuenca del río Blanco existen micro-cuencas las cuales no alcanzan a ser delimitadas en su totalidad dentro del perímetro del municipio de Carlosama, puesto que los divorcios de aguas se extienden hacia los municipios vecinos; tal es el caso de las micro-cuencas: Pispur, Los Sapos, Pangata y Chichiguas; las tres primeras son compartidas con el municipio de Cumbal, y la última con el municipio de Aldana. A estas áreas se las denomina Unidades de Manejo Hídrico.

Igualmente se identifican algunos escurrimientos directos que desembocan en el río Blanco y en el río Carchi, a estas áreas también se las ha denominado unidades de manejo hídrico: río Blanco y río Carchi respectivamente.⁴

⁴ PAREDES CADENA, Carlos Arturo. Monografía del municipio de Cuaspud – Carlosama, 2007.

Por su envergadura e importancia tanto al nivel local, regional, nacional e internacional la cuenca Carchi es analizada más profundamente. A las dos cuencas tributan sus aguas un sin número de quebradas y riachuelos que sirven de abastecimiento de agua a los habitantes aledaños que la utilizan para labores domésticas.

1.6 RED VIAL DEL MUNICIPIO DE CUASPU

La malla urbana vial del Municipio de Cuaspud – Carlosama está conformada por siete calles y cinco carreras de las cuales en un 80% se encuentran pavimentadas o adoquinadas, en el contorno regional Cuaspud – Carlosama esta comunicada con los Municipios aledaños como Ipiales, Aldana y Tulcán a través de una carretera principal, mientras las diferentes veredas están unidas entre sí por vías transitables además de caminos de herradura, permitiendo la comunicación con los lugares agrícolas y ganaderos del Municipio.

En cuanto a las vías de acceso regional e intermunicipal este Municipio cuenta con una gran cantidad, sin embargo estas se encuentran en regular estado de conservación y sin pavimentar, volviéndose de difícil acceso en las temporadas de lluvias, debido a que sus diseños solo cumplen con las especificaciones mínimas de adecuación, por lo cual se presentan riesgos de accidentalidad terrestre.

Así se puede decir que en el ámbito de las vías terrestres la evolución ha sido muy marcada, desde 1927 fecha en la cual se inicio la construcción de la carretera Carlosama – Ipiales, mas tarde en el período de 1995 a 1997 siendo alcalde municipal el Doctor Omar Villareal se inicio la pavimentación de la misma, continuada en el periodo de 1998 a 2000 por el señor Manuel Viterbo y en el periodo de 2001 a 2003 por la señora Sara Mercedes Bolaños, hasta el año anterior que siendo alcalde el señor Julio Cesar Cabrera se comenzó la terminación de la pavimentación hasta el puente sobre el Rio Blanco.

Con lo anterior se puede vislumbrar que las últimas administraciones, ha sido prevalente la adecuación de la carretera Carlosama – Ipiales, eje principal para el desarrollo de las actividades económicas del Municipio.

Con el mejoramiento continuo de la carretera en Carlosama - Ipiales, se ha aumentado el tránsito que circula por esta vía, desde automóviles hasta vehículos de tipo pesado, lo que ha generado la imperiosa necesidad de brindar a conductores y pasajeros una vía placentera, segura y ágil; lo cual se puede lograr con la terminación de su pavimentación.⁵

⁵ PAREDES CADENA, Carlos Arturo. Monografía del municipio de Cuaspud – Carlosama, 2007.

1.7 INFORMACIÓN GENERAL DEL CONTRATO DE OBRA

Contratista:	SINCO S.A.
Representante Legal:	ARMANDO ORDOÑEZ
Contrato No.	0210-2007 del 15 mayo/2007
Objeto:	Pavimentación de la vía Carlosama – Ipiales sector San Francisco – Puente Rio Blanco”
Valor total de la obra:	\$ 770´000.000
Plazo inicial:	Seis meses
Plazo modificado:	Ocho meses
Fecha iniciación:	09 de Agosto de 2007
Fecha terminación:	09 de Febrero de 2008
Fecha terminación modificada:	19 de Abril de 2008
Interventor:	EDGAR LOPEZ

Para la ejecución de esta obra, El Municipio de Cuaspud Carlosama tiene disponibilidad presupuestal de la suma de SETECIENTOS SETENTA MILLONES DE PESOS M/C, (\$770´000.000), que están asignados en el rubro: código 260601, denominado: “CONSTRUCCIÓN Y PAVIMENTACIÓN CARRETERA PRINCIPAL” del Presupuesto de Rentas y Gastos del Municipio de Cuaspud Carlosama para la vigencia 2007.

En este presupuesto la Gobernación de Nariño mediante convenio con el Municipio aporta a esta obra la suma de DOSCIENTOS SETENTA MILLONES DE PESOS (\$270.000.000), con cargo a la apropiación de recursos prevista según código presupuestal No. 2130106010111 denominado OBRAS PUBLICAS, con certificado presupuestal No. 2006080260 del presupuesto general del Departamento de Nariño para la vigencia fiscal 2006.

2. METODOLOGÍA

El trabajo comprende realizar actividades como apoyo técnico, control de obra y control de calidad en el proyecto “Pavimentación de la vía Carlosama – Ipiales sector San Francisco – Puente Rio Blanco”.

Para cumplir los objetivos propuestos se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Recopilación y análisis de información relacionada con la obra (planos, especificaciones técnicas, diseño de vía, diseño de la estructura del pavimento, filtros y obras de arte); información que permitirá poseer un conocimiento total de la obra, y por lo tanto una asimilación del proyecto.

Visita del sector de la vía a pavimentar; con lo cual se pretende empalmar la información en cuanto a diseños con las características del terreno real.

Recabar la información necesaria respecto a la maquinaria y equipo que se debe utilizar y del cual tiene disponibilidad la empresa, para la ejecución de las actividades estipuladas en el contrato. Además de obtener la información necesaria respecto al personal del cual se dispone para la ejecución de los trabajos establecidos.

Realización de informes periódicos acerca de los avances e imprevistos, los cuales se presentaran al director de obra para que tenga pleno conocimiento de lo que sucede durante la ejecución del proyecto.

Elaboración de un registro fotográfico permanente de las actividades que se realicen para verificar el avance de las obras ejecutadas.

Permanencia diaria en el sitio de la obra para colaborar en la coordinación de los diferentes grupos de trabajo y los trabajos a realizar, con la posterior supervisión de los mismos.

En todo el transcurso de obra se realizara el correspondiente registro de horas trabajadas de maquinaria, al igual que de entrega de insumos como combustible, aceite, grasa etc.

Realizar un registro de las actividades de cada día.

Presentar informes bimestrales al comité curricular del avance de las obras.

3. REVISIÓN DEL DISEÑO Y ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

3.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la recopilación y análisis de la información existente suministrada por la alcaldía del municipio de Carlosama, esta información al ser una licitación, el diseño del mismo, ya esta efectuado anteriormente.

3.2 PROYECCIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO VEHICULAR

Según los documentos entregados el diseño geométrico y el cálculo de la estructura del pavimento se calcularon bajo el criterio de que los tramos ya pavimentados de la vía Ipiales – Carlosama se construyeron en concreto asfáltico, considerando como el tipo de pavimento más conveniente por economía.

Para la pavimentación se muestra que la cuantificación previa del tránsito vehicular diario actual, dio un número de vehículos pesados inferior a 50 unidades diarias, por lo tanto se adoptó como norma el Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos en vías con Bajos Volúmenes de Tránsito establecida por el Instituto Nacional de Vías; es completamente válido. Para la determinación del volumen se hizo un conteo de tránsito no direccional durante 18 horas diarias durante 7 días.

Cuadro 1. Conteo de tránsito

FECHA	TIPO DE VEHÍCULO		
	AUTOMÓVILES	BUSES	CAMIONES
Enero 10 - 2005	353	25	65
Enero 11 - 2005	367	19	64
Enero 12 - 2005	309	15	65
Enero 13 - 2005	365	14	62
Enero 14 - 2005	423	16	58
Enero 15 - 2005	447	22	64
Enero 16 - 2005	259	12	53
TOTAL	2523	123	431
PROMEDIO DIARIO	360	18	62
TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL (TPDS)			440

Fuente: Rediseño vía Puenes – Carlosama, sector San francisco – puente sobre río blanco municipio de Cuaspud Carlosama. Ing Arturo Montenegro.

Tránsito promedio diario semanal (TPDS) 2005:	440 vehículos / día
	360 automóviles 82.00%
	18 buses 4.00%
	62 camiones 14.01%

De acuerdo a la tabla 2-2 del Manual de Diseño y considerando que se tendrá un ancho de calzada de 6 m.

Tránsito actual: Ta = 360 Automóviles
18 Buses
62 Camiones

Cálculo del Tránsito futuro (Tf): $Tf = Ta (1 + i)^n$

Donde: Ta= Tránsito promedio diario actual
i = Tasa de crecimiento anual = 2.5%
n = Periodo de diseño = 15 años
Tf = 522 Automóviles (82%)
26 Buses (4%)
90 Camiones (14%)

Total vehículos = 638 vehículos / día

3.3 ESTUDIO DE SUELOS DE LA SUB-RASANTE

El objetivo del estudio es determinar las características del suelo, obteniendo para esto el perfil estratigráfico del suelo mediante el análisis de los ensayos de humedad, límites de consistencia, granulometría y ensayos de CBR. (Ver figura 2)

Figura 2. Apique N° 1 - K0+340.73 Lado derecho



Rediseño vía Puenes – Carlosama, sector San Francisco – puente sobre río Blanco municipio de Cuaspud Carlosama. Ing Arturo Montenegro.

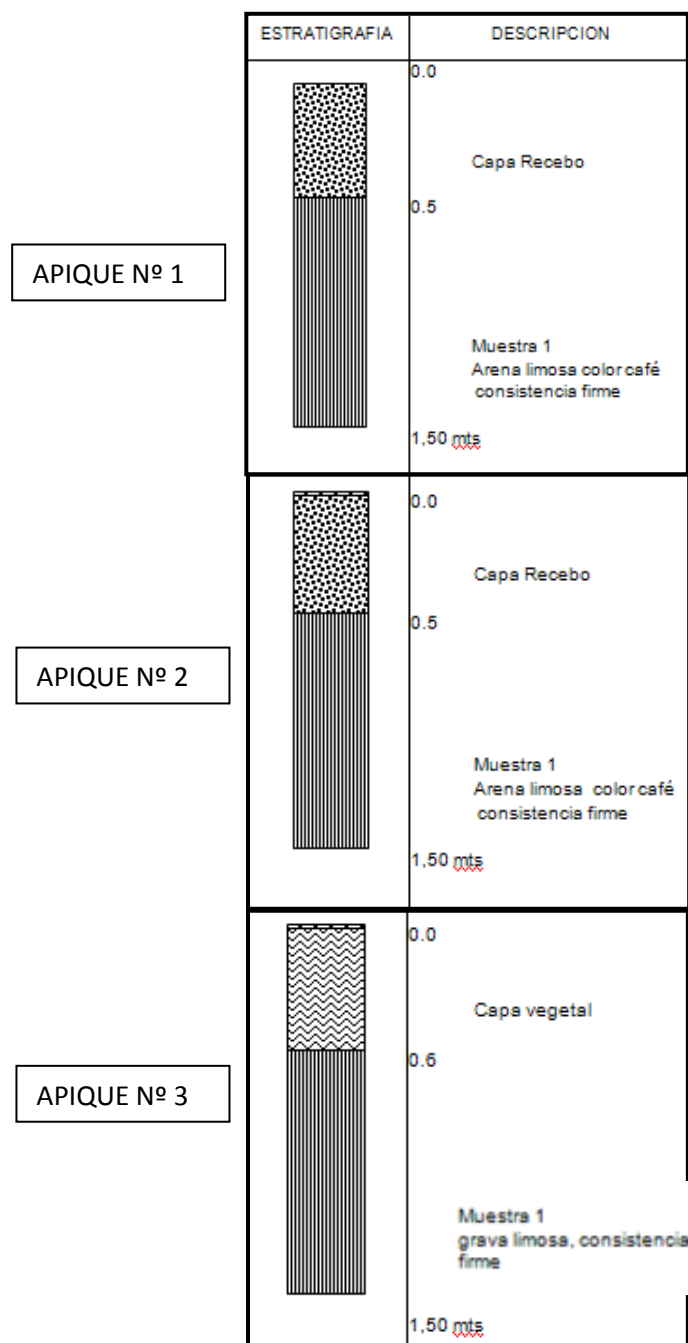
Según el estudio dado a conocer, con el objeto de determinar los diferentes estratos del suelo se muestra los resultados de 3 apiques a cielo abierto de una profundidad de 1.50 mts y la toma de 15 C.B.R a lo largo de la vía. (Ver cuadro 2 y figura 3)

Cuadro 2. Resultado de los apiques

N° APIQUE Y UBICACION	CAPAS	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LÍQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	CBR%	PESO ESPECÍFICO
1 K0+340.73 Lado derecho	- 0.00 a 0.5 mts: recebo -0.5 a 1.5 mts: suelo areno limoso de consistencia firme, color café	32.72%	36%	31.88%	4.12%	40%	1.75gr/cm ³
2 K0+730.45 Lado izquierdo	- 0.00 a 0.5 mts: recebo -0.5 a 1.5 mts: suelo areno limoso de consistencia firme, color café	33.63%	35%	30.82%	4.18%	37%	1.75gr/cm ³
3 K1+173.10 Lado derecho	- 0.00 a 0.6 mts: capa vegetal -0.6 a 1.5 mts: suelo grava limosa de consistencia firme, color café	35.04%	36%	31.84%	4.16%	26%	1.80gr/cm ³

Fuente: Rediseño vía Puenes – Carlosama, sector San francisco – puente sobre rio blanco municipio de Cuaspud Carlosama. Ing Arturo Montenegro.

Figura 3. Estratigrafía de apiques



Fuente: Rediseño vía Puenes – Carlosama, sector San francisco – puente sobre rio blanco municipio de Cuaspud Carlosama. Ing Arturo Montenegro.

De los C.B.R tomados en la vía, se determino: **Diseñar la vía con un C.B.R de 10%** (Ver Anexo A).

Según el estudio de suelos realizado, se puede analizar que al tomarse los porcentajes de CBR de los apiques estuvieron en un rango de 26 al 40%, pero para la comprobación final se realizan tomas de CBR en campo y así determinar el CBR de diseño.

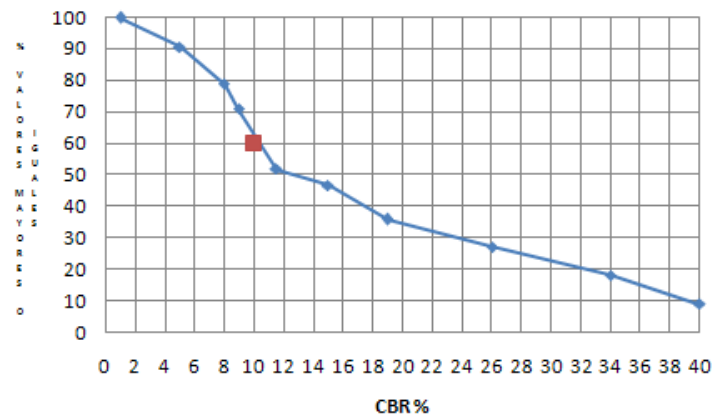
Para la selección del valor de C.B.R de diseño se organiza de menor a mayor los resultados, luego se calcula el numero y el porcentaje de valores de CBR que son mayores o iguales a él. (Ver cuadro 3)

Cuadro 3. CBR de diseño

Valores de CBR obtenidos (organizados)	Numero de valores de CBR iguales o mayores	% de valores de CBR
1	11	100
5	10	90.9
8	9	81.8
9	8	72.7
11.5	7	63.4
15	5	45.45
19	4	36
26	3	27.2
34	2	18.2
40	1	9.1

Se grafica realizada del “CBR vr % de valores mayores o iguales” el CBR para un valor igual o mayor del 60% tomado para tráfico liviano estaría en el orden del CBR del 10%. (Ver figura 4)

Figura 4. CBR de diseño



3.4 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

3.4.1 Alineamiento horizontal. Teniendo en cuenta las características geométricas de la vía existente, se utiliza el alineamiento actual (curvas circulares), mejorando su trazado en donde es posible y diseñando una variante a partir de la abscisa K 1 + 080 hasta el puente sobre el Río Blanco, con el fin de conseguir una disminución apreciable en la longitud de la vía (más del 10%) con respecto al actual trazado. (Ver Anexo B)

3.4.2 Alineamiento vertical. Teniendo en cuenta las normas vigentes se adopta como pendiente longitudinal máxima el 10%. Utilizaron en el diseño curvas verticales cóncavas y convexas.

3.4.3 Transición del peraltado. Para el diseño de la vía se adopta como pendiente transversal en tangente el 2% y para el peraltado se utiliza una pendiente transversal del 10% y una longitud de transición mínima de 30 metros. (Ver Anexo C)

3.5 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN CONCRETO ASFÁLTICO

Según el criterio y los estudios realizados por el ingeniero consultor, este define tres unidades de diseño teniendo en cuenta los tramos de carretera cuyas características se pueden considerar uniformes para efectos del diseño de un pavimento, tales como la geología, pedología, las condiciones ambientales

especialmente en lo referente al drenaje y las variaciones de tránsito a lo largo de la vía, adoptando tres unidades de diseño definidas así: (Ver anexo 4)

Unidad de diseño 1: K0+000.00 a K0+400.00

Unidad de diseño 2: K0+400.00 a K0+850.00

Unidad de diseño 3: K0+850.00 a K1+196.60

Como parte de la documentación entregada a SINCO S.A. se encontraba los cálculos estructurales del pavimento en los cuales el ingeniero consultor calcula los espesores por dos métodos: (Ver cuadro D)

Cuadro 4. Resultado de espesores de la estructura del pavimento

Unidad de diseño N° 1	Método TRL-93 Nota vial 31	M.O.P.T
CBR	6.7%	7.1%
Espesor carpeta	T.D.S	T.D.S
Espesor base	15 cm	15 cm
Espesor sub-base	25 cm	14 cm
Unidad de diseño N° 2	Método TRL-93 Nota vial 31	M.O.P.T
CBR	4.0%	4.8%
Espesor carpeta	T.D.S	T.D.S
Espesor base	15 cm	15 cm
Espesor sub-base	30 cm	22 cm
Unidad de diseño N° 3	Método TRL-93 Nota vial 31	M.O.P.T
CBR	12.2%	12.4%
Espesor carpeta	T.D.S	T.D.S
Espesor base	15 cm	15 cm
Espesor sub-base	17 cm	10 cm

Fuente: Rediseño vía Puenes – Carlosama, sector San francisco – puente sobre río blanco municipio de Cuaspud Carlosama. Ing Arturo Montenegro.

Finalmente, obtenidos los resultados del diseño por los diferentes métodos, según la documentación entregada, el ingeniero consultor define que de acuerdo a su criterio y considerando las experiencias locales y las características actuales de la vía a pavimentar, los espesores para cada unidad de diseño los concretó así:

- UNIDAD DE DISEÑO 1: ABSCISA K0+000.00 – K0+400.00

Espesor Capa Asfáltica = 7 cm.

Espesor Base Granular = 20 cm.

Espesor Sub-Base Granular = 20 cm.

- UNIDAD DE DISEÑO 2: ABSCISA K0+400.00 – K0+850.00

Espesor Capa Asfáltica = 7 cm.

Espesor Base Granular = 20 cm.

Espesor Sub-Base Granular = 20 cm.

- **UNIDAD DE DISEÑO 3: ABSCISA K0+850.00 – K1+196.60**

Espesor Capa Asfáltica = 7 cm.

Espesor Base Granular = 20 cm.

Espesor Sub-Base Granular = 20 cm.

Para el trabajo en obra se trabajo con los espesores establecidos en los pliegos y las especificaciones técnicas de la licitación donde se precisaba la siguiente estructura, ya aprobada por la alcaldía de Carlosama y la Gobernación de Nariño:

Espesor Capa Asfáltica = 7 cm.

Espesor Base Granular = 20 cm.

Espesor Sub-Base Granular = 20 cm.

3.6 ESTUDIO Y DISEÑO DE LAS OBRAS DE DRENAJE GENERAL

Las Alcantarillas se ubican de acuerdo a la pendiente del terreno con una distancia de separación máxima entre sí de 120 metros. Su estructura es la convencional y se utiliza tubería de concreto de 24" de diámetro, cuyos detalles de ubicación y forma se establecieron definitivamente en obra de acuerdo con las características topográficas.

En el estudio de suelos realizado por el Ing. Consultor, este encontró en algunos tramos de la vía objeto del presente estudio un nivel de aguas freáticas a una profundidad cercana al nivel de la sub rasante, así como observó la presencia de aguas de infiltración que se vierten desde los taludes contiguos a la vía, determinó por tanto, el diseño de un sistema de filtración que recolecte las aguas en mención, mediante la utilización de sub-drenes longitudinales con geotextil; todo esto, ya estaba determinado en los documentos entregados a la empresa contratista, para efecto de conocimiento.

Datos básicos:

Longitud Máxima entre alcantarillas: 120 m

Pendiente longitudinal mínima: 0.6%

Pendiente transversal: 2%

Ancho de la banca de la vía: 8 m

Semibanca: B = 4 m

Profundidad mínima del nivel freático en puntos críticos: 0.50 m

Espesor total de la estructura del pavimento: 0.47 m

Material predominante en la sub-rasante: Arena limosa (SM)

Permeabilidad: K = 0.0020 cm/s (dato obtenido in-situ)

El diseño de filtros de sub-drenaje longitudinal, después del correspondiente cálculo realizado por el ingeniero consultor, este utilizó como norma de diseño el Manual de Geotextiles de la firma PAVCO, el cual se fundamenta en las normas establecidas en “Geotextiles Engineering Manual” de la Federal Highway Administration (FHWA) de los Estados Unidos y el Artículo 673 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS); las secciones se establecieron con un ancho de 40cm con una profundidad de 1 m⁶. (Ver anexo E)

En la etapa de construcción y con la respectiva autorización de la Interventoría la sección del filtro se cambio a 60 cm de ancho y una profundidad de 80 cm.

⁶ MONTENEGRO, Arturo. Rediseño vía Puenes – Carlosama, sector San Francisco – Puente sobre Río Blanco municipio de Cuaspud Carlosama. 2005.

4. OPTIMIZACIÓN DEL ESTUDIO DE DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO DE CAMPAMENTO

4.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la localización y replanteo del proyecto, y la realización de las modificaciones pertinentes conjuntamente con el interventor. Al igual que el establecimiento del equipo de trabajo en obra.

4.2 EQUIPO

Para esta actividad se llevo equipo de topografía, con el cual se realizó el replanteo y ajustes del proyecto.

4.3 MEDIDA

La unidad de medida para la localización y replanteo fue ML, ejecutándose en total 1.196 metros lineales.

La unidad de medida para la optimización del diseño (ajustes) será global (GI).

4.4 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por toda la obra ejecutada.

Localización y replanteo - (ML) con un precio unitario de \$4.031

Optimización del diseño - Global (GI) un precio unitario de \$6'250.017

4.5 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO

Se inicia la localización en el terreno desde la abscisa K0+00 a la abscisa K1+080, donde se presenta un mejoramiento del diseño geométrico inicial y de la abscisa K1+080 a la abscisa K1+196, donde se diseñó la variante. De abscisa K0+00 a K0+330 se ratificó que no hay necesidad de corte. (Ver figura 5)

Figura 5. Tramo que no requiere corte de talud



Abscisa k0+110 a k0+250

De abscisa K0+360.9 a K0+385, K0+410 K0+900 y K0+980 a K1+196: se realizó el replanteo y localización con las especificaciones dadas, sin modificaciones considerables.

4.6 AJUSTES DEL PROYECTO

Entre las abscisas K0+385 a K0+410, se deberá modificar alineamiento debido a existencia de tuberías de acueducto de Ipiales. (Ver figura 6)

Figura N° 6. Localización tramo tubería acueducto de Ipiales



Por orden del interventor se modificó alineamiento de abscisa K0+900 a K0+980 para evitar construcción de muro, por tanto el corte se vio incrementado, aumentando de esta manera los volúmenes.

Se aclara que la modificación se realizó en obra donde participó el Ing. Interventor, Ing. Director y la comisión de topografía, pero no se realizó una modificación en planos ni en carteras del proyecto.

Para la modificación se desplazo el eje hacia a la derecha modificando el alineamiento de la curva #18, pero empalmándola con la curva #17 y # 19. La modificación se realizó por que, entre la abscisa K0+910 a la K0+940, el lado izquierdo los 7m daban justo en el borde que estaba un poco inestable y entrando el eje no era necesario construir algún muro, que al igual no estaba contemplado en el proyecto. (Ver figura 7)

Para los chequeos que realizó el pasante en este sector, fue fundamental la ayuda del topógrafo, el cual tenía por escrito la modificación realizada y se encargo de la colocación de las respectivas referencias para la ubicación adecuada del eje. Por tanto, con las referencias establecidas el control de niveles, se considero el cambio de cota del eje. (Ver cuadro 5)

CUADRO 5. Modificación de cotas

CURVA	ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE e (%)
HORIZON.			Dis. bordes 4.5m
CURVA#18	0+905.00	2935,80	6
	0+910.00	2935,71	6
	0+915.00	2935,58	6
	0+919.68	2935,54	6
	0+920.00	2935,34	6
	0+925.00	2935,15	4
	0+930.00	2935,89	2
	0+935.00	2934,69	2
	0+940.00	2934,40	2
	0+950.00	2934,32	2
	0+960.00	2933,71	2
	0+970.00	2933,00	2
	0+980.00	2932,43	6
	0+982.72	2932,27	10

Figura N° 7. Tramo modificado para evitar construcción de muro



Abscisa k0+900 a k0+920

4.7 CAMPAMENTO

Se arrendó una pieza cercana a la obra como bodega para guardar herramienta y suministros en general.

En la cantera “Río blanco”, de donde se va extraer material para base y sub-base, se ubicó el patio de mezclas, acopio de materiales, parqueadero de maquinaria y el campamento en general.

4.8 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE

El trabajo consistió en detallar el diseño geométrico en obra con ayuda de la comisión de topografía, mediante la localización y replanteo del proyecto, con el uso de estacas, chaflanes y referencias en el abscisado.

Además se llevó un seguimiento de la ejecución de la actividad basada en un registro fotográfico y una bitácora de obra.

5. DESMONTE Y LIMPIEZA DE ZONAS BOSCOSAS

5.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de bosque, vegetación en forma de bosque continuo, etc., incluyendo la remoción de tocones, arboles, desraicé, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

El material proveniente del descapote y limpieza fue llevado al sitio definido como botadero en el estadio ubicado en la vereda San Francisco, sin que la empresa contratista dispusiera de este para empradizar, ni con otros fines.

5.2 EQUIPO

Para la ejecución de los trabajos de desmonte y limpieza se utilizó una retro-cargadora (pajarita) y herramientas menores (Pico y pala), según aprobación previa del Interventor. Su desalojo se realizó con la ayuda de volquetas y la retrocargadora.

Este ítem se ejecutó teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajuste al programa de ejecución de los trabajos.

Cabe destacar que esta actividad se realizó conjuntamente con el corte en los sectores entre la abscisa K0+330 a K0+385 y K0+410 a K1+100, para lo cual se utilizó una retroexcavadora.

5.3 MEDIDA

El área desmontada y limpiada fue de 1.3 Ha dentro de las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Interventor. No se incluyen en la medida las áreas correspondientes a las calzadas de vías existentes.

Tampoco se midió las áreas limpiadas y desmontadas en zonas de préstamos o de canteras y otras fuentes de materiales que se encuentren localizadas fuera de

la zona del proyecto, ni aquellas que el Constructor haya despejado por conveniencia propia, tales como vías de acceso, vías para acarreos, campamentos, instalaciones o depósitos de materiales.

El tiempo requerido hasta finalizar la actividad fue de cinco semanas debido a que se trabajo en algunos sectores el desmonte y corte conjuntamente, así prácticamente cuando acabo el corte acabo el desmonte.

Sin embargo para los tramos en el que se utilizaron herramientas menores, como el comprendido entre K0+385 a K0+410, se desarrollo la actividad de desmonte y limpieza en medio día utilizando dos obreros.

5.4 FORMA DE PAGO

El pago del desmonte y limpieza se hizo al respectivo precio unitario del contrato, correspondiente a \$350.000, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Interventor.

Por tanto, como el área de desmonte y limpieza fue de 1.3 Ha el costo de este ítem fue de \$ 455.000.

5.5 ACTIVIDADES PARA EJECUTAR EL DESMONTE Y LIMPIEZA

Para la realización de las actividades de desmonte limpieza se destacan tres casos:

5.5.1 Zona donde no se requiere excavación para la explanación. De la abscisa K0+000 a K0+330, no se necesitó realizar ampliaciones, por tanto se realizó el desmonte y limpieza del talud con ayuda de los obreros y la retro cargadora.

5.5.2 Zona donde se requiere excavación para la explanación. Entre las abscisa del K0+330 a K0+385 y K0+410 a K1+100, se realizó el desmonte y limpieza conjuntamente con las actividades de descapote y excavación, con ayuda de una retro-excavadora. (Ver figura 8)

Figura 8. Desmonte y limpieza de zona que requiere corte



Punto de referencia K0+590

5.5.3 Zona tubería acueducto. Entre la abscisa del K0+385 y K0+410, atraviesa por la vía la tubería del acueducto de Ipiales, por tal motivo la excavación en este sector no se pudo realizar, además en el talud la tubería se encuentra superficial. Entonces para arreglar el tramo se necesitó de obreros y herramientas menores, y con el mayor cuidado posible se realizó el desmonte y limpieza. (Ver figura 9)

Figura 9. Desmonte y limpieza tramo tubería



Punto de referencia K0+385 a K0+410

Es importante destacar que el día 04 de febrero del 2008, en el sector de la tubería perteneciente a Empoobando se presentó un daño grave, que ocasionó el deslizamiento del talud. (Ver figura 10)

Figura10. Daño tubería acueducto Ipiales



Punto de referencia K0+385 a K0+410

Fue labor de la Alcaldía de Ipiales y la empresa Empoobando el arreglo de la tubería y del sector afectado, el cual, en el proceso de pavimentación se tuvo que saltar, para su posterior pavimentación.

5.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE

Para esta actividad se realizó el control de personal, maquinaria, equipo y suministros, al igual, que un registro fotográfico y de bitácora. (Ver Anexo 6)

Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desmonte y limpieza se realice en los lugares indicados.

Se realizó la medición de las áreas en las que se ejecuten los trabajos en acuerdo a esta especificación.

En esta actividad se incluye la supervisión de transporte y disposición del material proveniente del desmonte y por último se verificó que el terreno quede limpio, para el desarrollo de las siguientes actividades.

6. EXCAVACIONES SIN CLASIFICAR DE LA EXPLANACIÓN

6.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, canales y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Interventor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal o descapote y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.⁷

6.2 EQUIPO

El equipo utilizado para el desarrollo de esta actividad fue una retroexcavadora e inicialmente 3 volquetas, las cuales al final se incrementaron a 6 debido al incremento de la distancia para llevar el material al botadero.

Para la explanación el rendimiento general obtenido por la retroexcavadora fue de 400 m³/día.

Características del equipo empleado:

- Excavadora hidráulica de orugas Caterpillar **EL200B** Modelo 1988
Peso 20 Ton
Capacidad 1.1m³
118 HP
Longitud total en posición de transporte 9,565m, Altura 2,970m, Anchura 3,180m.
- Volquetas

⁷ MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS "INVIAS". Especificaciones generales de construcción de Carreteras, Capítulo II. Artículo 210. Excavaciones sin clasificar de la explanación, canales y préstamos.

Se utilizaron diferentes marcas de volquetas pero para su uso se enfatizó en el volumen de cubijaje dado con enrase.

Volqueta Dodge Placas GUD 625 capacidad 7.3m³

Volqueta Chevrolet Placas PZB 597 capacidad 7m³

Volqueta Ford Placas SDM 102 capacidad 7m³

Volqueta Chevrolet Kodiak Placas OGJ 085 capacidad 6.9m³

Volqueta Mercedes Benz Placas NVH 045 capacidad 7m³

Volqueta Chevrolet Placas NCC 531 capacidad 7.2m³

Con el equipo se garantizó el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permitió el desarrollo de las etapas constructivas siguientes como lo es el mejoramiento de la subrasante donde se realizó la explanación.

6.3 MEDIDA

Para este ítem el volumen ejecutado fue de 14552 m³, con base en las áreas de corte de las secciones transversales del proyecto modificado, verificadas por el Interventor antes y después de ejecutarse el trabajo de excavación.

El tiempo requerido para la ejecución de este ítem fue de ocho semanas.

No se medirán las excavaciones que el Constructor haya efectuado por negligencia o por conveniencia fuera de las líneas de pago del proyecto. Si dicha sobre-excavación se efectúa en la sub-rasante o en una calzada existente, el constructor deberá rellenar y compactar los respectivos espacios, a su costa y usando materiales y procedimientos aceptados por el Interventor.

6.4 FORMA DE PAGO

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario (m³) del contrato, el cual se realizó por la suma de \$3112, por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por el interventor.

El precio unitario para la excavación cubrió todos los costos por concepto de excavación, remoción, cargue, acarreo libre, y descargue en la zona de utilización o desecho; la mano de obra, equipos y herramientas.⁸

⁸ MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS “INVIAS”. Especificaciones generales de construcción de Carreteras, Capítulo II. Artículo 210. Excavaciones sin clasificar de la explanación, canales y préstamos.

No habrá pago por las excavaciones y disposición o desecho de los materiales no utilizados en las zonas de préstamo.

El volumen total fue de 14552 m³, por tanto el costo de este ítem fue de \$45.285.824 o 98 S.M.L.V.

6.5 ACTIVIDADES DE EXCAVACIÓN PARA LA EXPLANACIÓN

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes y cunetas; así como la escarificación, conformación y compactación de la sub-rasante en corte. Incluye, además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de calzadas existentes.

En esta actividad hace referencia a las excavaciones de corte realizadas para la ampliación de la calzada desde la abscisa K0+330 a K1+100, exceptuando el tramo por donde pasa la tubería de acueducto de Ipiales. (Ver figura 11)

Además se debe tener en cuenta que en los ajustes al proyecto realizados para evitar la construcción de muros, el volumen de material de corte se incrementó y por tanto se presentó una modificación al cronograma.

Figura 11. Inicio de la excavación de la explanación



Punto referencia K0+340 a K0+395

Tramo donde se realizo cortes (Ver figura 12)

Figura 12. Excavación de la explanación abscisa K0+330 a K0+450



Tramo donde se realizo cortes (Ver figura 13 y 14)

Figura 13. Excavación de la explanación abscisa K0+450 a K0+720



Figura 14. Excavación de la explanación abscisa K0+720 a K0+800



Tramo donde se realizo cortes (Ver figura 15 y 16)

Figura 15. Excavación de la explanación abscisa K0+800 a K0+900



Figura 16. Excavación de la explanación abscisa K0+925 a K1+080



Se debe tener en cuenta en esta actividad también el trabajo de excavación de la explanación de la variante de la abscisa K1+080 a K1+196. (Ver figura 17)

Figura 17. Excavación de la explanación variante abscisa K1+100 a K1+140



Por último también se incluye en este ítem las cajeos realizados, a lo largo de la vía, principalmente en la parte ampliada de la calzada. (Ver cuadro 6)

Luego de realizar la excavación para el cajeo y este se encuentre dimensionado, limpio y drenado, se deberá conformar, rellenar con material seleccionado y compactar en capas adecuadamente.

Cuadro 6. Localización y dimensión de cajeos

ABSCISAS	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	PROFUNDIDAD (m)	Volumen (m ³)
K0+465 a k0+485	20	1.8	0.65	23.4
K0+485 a k0+510	23	1.6	0.65	23.9
K0+562 a k0+575	13	2.1	0.60	16.4
K0+575 a k0+595	20	0.7	0.60	8.4
K0+597 a k0+615	18	2.5	0.50	22.5
K0+615 a k0+633	18	1.8	0.7	22.7
K0+625 a k0+630	5	2.8	0.3	4.2
K0+630 a k0+633	3	3.8	0.60	6.8
K0+633 a k0+655	22	1.4	0.60	18.5
K0+655 a k0+663	8	1.8	0.70	10.1
K0+670 a k0+680	10	0.9	0.70	6.3
K0+540 a k0+562	21	2.5	0.50	26.2
K0+470 a k0+500	30	1.9	0.80	45.6
Volumen total				235

Finalmente, el material de proveniente de la explanación, cajeos y desalojos realizados en obra, fue transportado al botadero designado por la alcaldía, el cual se ubico en el estadio de la vereda de San Francisco, perteneciente el municipio de Cuaspud Carlosama. La distancia del botadero a K0+000 de obra fue de 1.32 km. (Ver figura 18)

Figura 18. Botadero ubicado en estadio Vereda San Francisco



Como el estadio presentaba un desnivel, por disposición de la alcaldía e Interventoría, designaron este sitio para la disposición del material de corte, la empresa contratista solo se encargo de descargar el material de las volquetas y extender el material con una retro cargadora hacia el desnivel, así que el acondicionamiento final del estadio se encargo la alcaldía.

6.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE

El trabajo consistió en llevar un control de todas las cantidades de obra (Volumen de corte), para lo cual, en primer lugar la comisión de topografía localizan las de estacas de chafan y puntos de referencia topográfica de corte de cada sección, según el abscisado establecido; buscando limitar el área de trabajo y evitar la sobre-excavación.

Además se llevó un seguimiento de las actividades desarrolladas en un registro fotográfico y una bitácora de obra.

Al terminar los trabajos de excavación, se supervisó la limpieza y conformación de las zonas laterales de la vía.

Otra de las funciones es el control de la maquinaria, personal, materiales y suministros utilizados para la ejecución de esta obra. (Ver Anexo 6)

Se realizaron chequeos permanentes con el fin de asegurarse que los alineamientos, inclinación de taludes (al tercio), perfiles y sección de las áreas excavadas sean iguales a las estipuladas en el proyecto.

Para el chequeo del volumen de excavación, se llevo un reporte de viajes realizados por cada volqueta con su correspondiente cubicación y teniendo en cuenta el porcentaje de expansión del material en un 30%.

También se supervisó el transporte y la disposición final del material (sobrantes).

Esta labor se realizó de forma presencial, debido a que para tener un seguimiento total de la obra era necesario permanecer en el sitio, garantizando el adecuado desarrollo de todas las actividades descritas anteriormente.

7. FILTROS EN GEOTEXTIL NO TEJIDO 1600

7.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de filtros para sub-drenaje, con geotextil y material filtrante, en los sitios indicados en el proyecto o por el interventor.

En cuanto al geotextil este debe cumplir la siguiente normativa. (Ver cuadro 7)

Cuadro 7. Propiedades del geotextil

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO INV	VALOR MINIMO
Resistencia a la tensión	E-901	360N
Resistencia al punzonamiento	E-902	110N
Resistencia al desgarre trapezoidal	E-903	110N
Espesor	E-906	2mm

Fuente: Instituto Nacional de vías. Especificaciones generales de construcción de carreteras. Capítulo VI. Artículo 673. Filtros.

7.2 EQUIPO

El equipo utilizado para este ítem fueron dobletroques que transportaron el material a la obra y aquí se usó una retrocargadora para cargar, transportar y colocar el material filtrante y colocar el suelo impermeable que sellará el filtro.

Además de utilizar la retrocargadora (pajarita) para la excavación de la zanja.

El avance de obra general de la retrocargadora en cuanto al cargue, transporte y colocación del material filtrante y sello impermeable fue de 80 ml/día.

Finalmente para compactar el suelo impermeable que sellará el filtro se utilizó un saltarín.

Características del equipo

- Retro-cargadora mixta Caterpillar 428B Modelo 1995
75 HP
Peso 8 Ton

Longitud 4.9m, ancho 2.4m y alto 2.5m.
Capacidad Balde 1 m³

- Saltarín Marca Mikasa referencia MT4F
Dimensiones de la zapata 285 x 340 mm
Fuerza de impacto 1400 kg
Peso 73 kg
Potencia del Motor 3.5 HP
Largo Ancho Alto 720 x 412 x 1050 mm
- De la cantera Pilcuan enviaron dobletroques con el material filtrante y en obra la única característica que se tenía en cuenta era la cantidad de m³ con que llegaban.

7.3 MEDIDA

7.3.1 Geotextil. Para el geotextil se instalaron 4940 m², el cual fue suministrado y colocado en obra, teniendo en cuenta los traslapos, debidamente aceptados por el Interventor.

7.3.2 Material filtrante. El material filtrante utilizado fue de 457 m³, el cual fue suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor. El volumen se determinará multiplicando la longitud de la zanja (900m) medida a lo largo del eje del filtro, por el ancho de la misma (0.6m) y la altura de (0.8m) o hasta la cual determine el Interventor la colocación del material filtrante. Este volumen será el que se considerará para efectos de pago del filtro. Se debe tener en cuenta que se necesitó la construcción de otros filtros en los taludes, por lo tanto, este volumen de material también está considerado.

7.3.3 Excavación. Para el contrato esta excavación fue contemplada en el ítem de excavaciones sin clasificar, que para esta actividad tubo un volumen de 920 m³.

7.4 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato que fue de \$59.961 por el material drenante (m³), \$2.931 precio unitario de geotextil (m²) y por las excavaciones a un precio unitario de \$10.950.

El precio unitario del filtro cubre todos los costos por concepto de suministro del material filtrante, su almacenamiento, cargues, transportes, descargues, desperdicios y colocación en la zanja, así como la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante el período de ejecución de los trabajos. Este ítem también, deberá cubrir los costos por concepto de suministro y colocación del material para la capa impermeable de cobertura del filtro.⁹

Por tanto; costo total de este ítem fue de \$51.955.317
113 S.M.L.V.

7.5 CONSTRUCCIÓN DE FILTROS

7.5.1 Localización. Se inicia con la localización en el terreno de los filtros, la ubicación y descripción de estos viene dada en el siguiente cuadro: (Ver cuadro 8) Los filtros longitudinales se hacen en la parte de la calzada contigua al talud, hasta la abscisa K0+900, de aquí en adelante según el estudio realizado, no es necesario un sistema de drenaje subterráneo.

Cuadro 8. Localización y características de los filtros a construir.

DESCRIPCIÓN FILTRO	Abscisas		Dimensiones			Vol. m ³
	Inicio	Final	h (m)	a (m)	L (m)	
Sub-dren longitudinal que recolecta aguas freáticas y aguas de infiltración que se vierten desde los taludes contiguos a la vía. (No incluye tramo tubería K0+387 a K0+400)	K0+000	K+900	0.8	0.6	887	426
Sub-dren longitudinal para recolección de agua de infiltración que se vierte desde talud del tramo donde se ubicada tubería acueducto de Ipiales.	K0+385	K+400	0.85	0.6	15	7.7
Sub-dren transversal para recolección de agua de infiltración que se vierte en calzada del tramo	K0+393	K+394	0.8	0.6	9	4.3

⁹ MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS “INVIAS”. Especificaciones generales de construcción de Carreteras, Capítulo VI. Artículo 673. Filtros.

donde está ubicada tubería de acueducto de Ipiales.						
Sub-dren longitudinal para recolección de agua de infiltración que se vierte del talud.	K0+230	K+240	0.5	0.6	10	3
			TOTAL		934	441

Aquellos filtros que quedan expuestos o descubiertos se cubrirán después de construidas la base y la sub-base.

En esta actividad también se consideran la localización de filtros determinados por el interventor, que buscan recolectar el agua proveniente del talud. (Ver cuadro 9)

Cuadro 9. Localización y características de los filtros a construir en talud

DESCRIPCIÓN	Abscisas		Dimensiones			Vol. m ³
	Inicio	Final	h (m)	a (m)	L (m)	
FILTRO EN TALUD PARA RECOLECCION DE AGUA PROVENIENTE DEL MISMO	K0+130	K+131	1.3	0.3	1	0.4
	K0+240	K+250	1	0.5	8	4
	K0+400	K+406	1.5	0.5	6	4.5
	K0+460	K+462	1.2	0.3	2	2.7
	K0+470	K+474	1.2	0.3	4	1.5
	K0+477	K+485	1.2	0.3	8	2.9
			TOTAL		29	16

7.5.2 Excavación. La excavación se realizó a máquina hasta la profundidad requerida y de conformidad con la dimensiones, pendientes (mayor al 1%) y detalles indicados en los cuadros de localización. Las paredes de las excavaciones quedaran verticales, su fondo limpio y conformado. (Ver figura 19)

Figura 19. Excavación para filtros con maquina



Puntos de referencia filtro longitudinal de abscisa K0+400 a K0+441

Para perfilar la excavación los obreros utilizaron herramienta menor como son: pica, pala, etc. (Ver figura 20)

Figura 20. Conformación de excavación con obreros



Puntos de referencia K0+441 a K0+560

Terminación de excavación filtros (Ver figura 21)

Figura 21. Terminación excavación para filtros



Puntos de referencia abscisa K0+00 a K0+130 y K0+130 a K0+180

También se realizó la excavación para la construcción de los filtros para recolección del agua del talud, en los sitios críticos. (Ver figura 19)

En las abscisas K0+000 a K0+020 y K0+360 a K0+385, la excavación se hace en contra pendiente, es decir que el agua escurre en sentido inverso al que lleva la vía, debido a la ubicación de las obras de drenaje y la conveniencia de niveles.

7.5.3 Colocación del geotextil. Se coloca el geotextil cubriendo totalmente la parte inferior y las paredes laterales de la excavación, evitando las arrugas de este y acomodándolo para asegurar un buen contacto con la excavación. Además, dejando por encima la cantidad de geotextil suficiente para el traslape, para esta ocasión se dejan 0.4m y también como la longitud del filtro es extensa se debió traslapar una longitud de 0.45m. (Ver figura 22)

Figura 22. Colocación de geotextil



Puntos de referencia K0+400 a K0+441 y K0+130 a 180

Para los filtros en talud, el geotextil queda a la vista. (Ver figura 23)

Figura 23. Filtro en talud



Puntos de referencia K0+470 a K0+474

7.5.4 Material filtrante y material seleccionado. El material filtrante utilizado es de la cantera ubicada en Pilcuan de propiedad del ingeniero CARLOS CORDOBA, el cual viene de la explotación de río, la granulometría de este material esta determinado por las normas INVIAS. (Ver figura 24)

Figura 24. Material utilizado para el llenado de los filtros



Punto de referencia K0+340

- **Colocación del material:** Se coloca el material filtrante dentro de la zanja en capas con un espesor de más o menos 0.2 m, teniendo cuidado de no dañar el geotextil las paredes de la excavación Para esto se garantiza una altura de caída del material menor a 1 m. Además se ubicó la marca respectiva para su llenado asegurando que tenga una altura de 0.8 m. (Ver figura 25)

Figura 25. Colocación de material filtrante



Punto de referencia K0+130 a K0+180 y K0+680 a K0+800

- **Cosido del filtro:** Una vez terminado el llenado del material filtrante, se traslapó con la porción excedente del geotextil y se cosió. (Ver figura 26)

Figura 26. Cosido del filtro



Punto de referencia K0+00 a K0+130 y K0+180 a k0+250

- **Cobertura del filtro:** Se cubrirá el filtro con material impermeable, para el caso según autorización del interventor se utilizó material proveniente de la misma excavación y para sectores críticos se utilizó recebo de la cantera.

El material de relleno proveniente de explotación de cantera “Rio Blanco”, para subbase, fue colocado y compactado en capas sucesivas, no mayores a diez centímetros (10 cm) y cada capa llego hasta la altura requerida. (Ver figura 27)

Figura 27. Cobertura del filtro con material seleccionado



Punto de referencia K0+130 a k0+180

La compactación de los filtros para sub-drenaje longitudinal se realizó con la ayuda de un saltarín. (Ver figura 28)

Figura 28. Compactación del filtro



Punto de referencia K0+000 a K0+130 y K0+130 a K0+180

7.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE

El trabajo consistió en llevar un control de todas las cantidades de obra, lo cual comenzó con la localización de las obras a ejecutar por parte de la comisión de topografía y posteriormente se desarrollo la medición y cubicación de los tramos de trabajo, además se llevó un seguimiento de las actividades desarrolladas en un registro fotográfico y una bitácora de obra.

Se realizaron chequeos permanentes con el fin de asegurarse que las dimensiones, alineamientos y pendientes de excavación realizadas sean iguales a las estipuladas en el proyecto y que las paredes de estas queden totalmente verticales.

Otra de las funciones es el control de la maquinaria, personal, materiales y suministros utilizados para la ejecución de esta obra. (Ver anexo F)

Como recomendación del pasante se sugirió seguir la norma INVIAS, la cual indica que es función del contratista el realizar los ensayos a los materiales utilizados, en este caso para comprobar que el agregado pétreo a utilizar en el filtro tenga una porcentaje de desgaste menor al 40% y tenga también la granulometría especificada (partículas entre 4" y 3/4"), sin embargo, estos ensayos no se realizaron dado que el interventor recomendó la utilización del material proveniente de Pilcuan del cual el conocía sus características y buena calidad, razón por la cual no exigió estos ensayos. Como función del pasante se llevó un

registro de la cantidad de material drenante llevado a obra, observando a simple vista en cada acopio que no presente restos de tierra vegetal, materia orgánica y tamaños superiores o inferiores al máximo y mínimo especificado.

Con respecto al geotextil se chequeo que no tenga rasgaduras y que durante su llenado no se presenten daños sobre este.

Se verificó que el geotextil al momento de ser instalado para el llenado cubra todas las caras de la excavación y que sus traslapos sean los acordados. Al igual que se reviso que la altura de llenado del filtro sea la especificada y al final se chequea el cosido del filtro y su cobertura con material seleccionado, el cual se debió compactar en capas.

Se vigiló que el material proveniente de la excavación se transporte y deposite en el lugar indicado por el interventor, llevado el control de los desalojos.

Esta labor se realizó de forma presencial, debido a que para tener un seguimiento total de la obra era necesario permanecer en el sitio, garantizando el adecuado desarrollo de todas las actividades descritas anteriormente.

8. MURO DE CONTENCION EN GAVIONES

Las estructuras a base de gaviones, son una de las más económicas y resultan ser una solución ventajosa a problemas originados por la fuerza erosiva del agua, al igual que han demostrado ser un buen recurso para la contención de un terreno. (Ver figura 29)

Figura 29. Muro de contención en gaviones



Punto de referencia K0+870 a k0+880

8.1 DESCRIPCIÓN

Un gavión se conforma por una caja de forma prismática rectangular, elaborado con enrejado metálico de mallas hexagonales, confeccionado con alambre galvanizado reforzado. Estos gaviones se llenan con rajón o piedra de cantera.¹⁰

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento e instalación de canastas metálicas, y el suministro, transporte y colocación de

¹⁰ MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS “INVIAS”. Especificaciones generales de construcción de Carreteras, Capítulo VI. Artículo 681. Gaviones.

material de relleno dentro de las canastas, de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones y en los sitios indicados en los planos del proyecto o determinados por el Interventor.

Entre las características de las obras en gaviones están: Adaptación al terreno, sin precisar cimentación, tiene Facio diseño, mano de obra no especializada y trabajan por gravedad.

Entre la ventajas se encuentran que los muros son: flexibles, drenante, de rápido montaje, durables y económicos.

8.2 EQUIPO

Para la explotación del material de sub-base y base se utilizó una retro-excavadora Caterpillar EL200B, el material extraído se seleccionaba por medio de una zaranda y mediante recolección manual los obreros clasificaban las piedras a ser utilizadas para el gavión, las cuales fueron cargadas con ayuda de la Retrocargadora Caterpillar 428 B y las volquetas.

Para el transporte de las canastas de alambre y materiales se utilizó una volqueta, para la excavación se utilizó Retrocargadora Caterpillar 428B y herramienta menor, el proceso constructivo se requirió herramienta menor y finalmente para la compactación del material entre el muro construido y el talud de la vía se utilizó el saltarín y un Vibrocompactador.

8.3 MEDIDA

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), en este caso 50 m^3 de gaviones fabricados y colocados a satisfacción del Interventor.

El volumen se determinará sumando los volúmenes de las canastas correctamente colocadas de acuerdo con los planos y las instrucciones del Interventor. No se medirán cantidades en exceso de las recién indicadas.¹¹

¹¹ MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS “INVIAS”. Especificaciones generales de construcción de Carreteras, Capítulo VI. Artículo 681. Gaviones.

8.4 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato correspondiente a \$106.381, por toda obra ejecutada a satisfacción por el Interventor.

Si los documentos del proyecto contemplan que la preparación de la superficie de apoyo de los gaviones consiste en una adecuación simple del terreno, su costo deberá quedar incluido dentro del precio unitario de los gaviones. En caso contrario, se deberá pagar de acuerdo con el Artículo 600, “Excavaciones Varias” de estas especificaciones.¹²

- **ITEM DE PAGO** Gaviones Metro cúbico (m³)

Por lo tanto el costo total del desarrollo de este ítem fue de \$ 2'340.392
8 S.M.L.V

8.5 CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN

8.5.1 Localización. Se inicia la localización en el terreno, la ubicación y descripción de este viene dada en el siguiente cuadro. (Ver cuadro 10)

Cuadro 10. Localización del muro

ABSCISAS		DIMENSIONES	
INICIO	FINAL	h (m)	L(m)
K0+870	K0+880	2	10

8.5.2 Dimensionamiento del muro. El diseño del muro para este proyecto se hizo de acuerdo a la topografía del terreno y desde el lugar donde se requería la ampliación. (Ver cuadro 11)

Punto de referencia K0+875

¹² MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS “INVIAS”. Especificaciones generales de construcción de Carreteras, Capítulo VI. Artículo 681. Gaviones.

Longitud L= 5 metros
Sin grada

Cuadro 11. Dimensionamiento muro.

No Fila	L (m)	h (m)	A (m)	V (m ³)
Primera fila	10	1	1	10
Segunda fila	10	1	1	10
			Total =	20

L= distancia longitudinal
h= altura de cada fila o gavión
A= ancho de cada fila o gavión
V= volumen de cada fila

8.5.3 Excavación a mano. Dado que la excavación a realizar no era muy grande y que por la presencia de una quebrada adyacente se debía realizar cuidadosamente, se optó por no realizar una excavación a máquina. Además con la excavación a mano se logró una base firme y lisa para apoyarse, la cual es necesaria para su construcción. Para este tipo de excavación se utilizó herramienta menor como son: pica, pala, etc. (Ver figura 30)

También se realizó la excavación para el desvío de la quebrada, que si se hizo con ayuda de los obreros y una retroexcavadora, con la cual, se movió el material proveniente del talud contiguo a la quebrada.

Figura 30. Excavación a mano



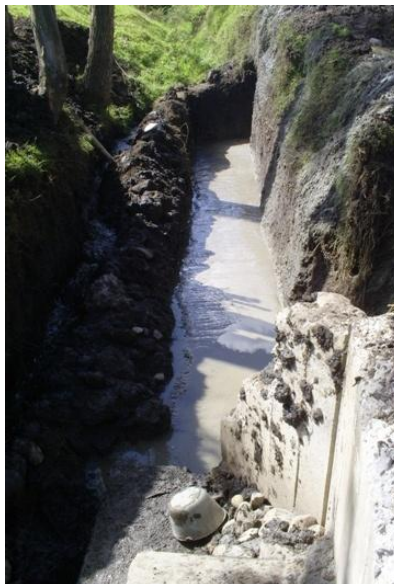
8.5.4 Colocación de las canastas. Para comenzar se amarraron las caras de la malla con alambre galvanizado No 14. (Ver figura 31)

Figura 31. Preparación de la malla



Antes de construir el muro la base de este debe estar lista, para lo cual se utilizó concreto clase G. (Ver figura 32)

Figura 32. Solado para muro



Para darle la forma prismática se decidió utilizar formaletas, construidas en el sitio de obra y con las dimensiones de la malla. (Ver figura 33)

Figura 33. Instalación de las canastas del gavión



8.5.5 Relleno para muro. El material de relleno utilizado para el muro de contención es de la mina Rio Blanco, donde se está explotando el material para sub-base y base.

Se coloca el material dentro de la malla manualmente, teniendo en cuenta que las partículas de menor tamaño queden hacia el centro de ella y las más grandes junto a la malla, procurando que el material quede con la menor cantidad de vacíos posible. A medida que se hace el llenado, se colocan tensores con alambre galvanizado No 10. Estos tensores se instalan a $1/3$ y $2/3$ de la altura del gavión y en los dos sentidos, con el fin de evitar abombamiento y deformación del gavión al retirar la formaleta. (Ver figura 34)

Figura 34. Colocación del material de relleno y tensores



8.5.6 Costura del gavión y retiro de formaleta. Una vez finalizado el llenado se realiza la costura del gavión utilizando alambre galvanizado No 14. (Ver Figura 35)

Figura 35. Costura del gavión y retiro de formaleta



Para finalizar, se revisa que el gavión construido quede firme en todos sus lados y con la menor cantidad de vacíos.

8.5.7 Relleno y compactación de espacios entre el gavión y la vía. En primer lugar, se realiza el retiro del material junto al gavión con ayuda de una retro cargadora. (Ver figura 36)

Figura 36. Retiro de material entre gavión y vía



Posteriormente, se rellena y se compacta las partes necesarias con material seleccionado en capas de 10 cm con ayuda de un saltarín. (Ver figuras 37)

Figura 37. Relleno de material seleccionado entre gavión y vía



Las primeras capas se compactan con saltarín (Ver figuras 38)

El material utilizado para el relleno fue el mismo que se utilizó para la sub-base, y para comprobar su compactación se tomaron ensayos de densidad, en las tres últimas capas de 20 cm cada una, con la aprobación del interventor. (Ver anexo G)

Según los resultados obtenidos en el cimiento debería ser del 90% y el porcentaje de compactación de cuerpo y la corona sería de 95%; sin embargo para este caso, en las tres últimas capas (20cm, 40cm y 60cm) el porcentaje obtenido fue del 95% dando cumplimiento al requisito establecido por Interventoría, de que en la corona tenga un porcentaje de compactación igual al de la sub-base del proyecto.

Figura 38. Compactación de material con saltarín



Para las últimas capas se utilizó para la compactación el vibrocompactador. (Ver figura 39)

Figura 39. Compactación con vibrocompactador



8.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE

Se realizó conjuntamente con interventora la localización del muro y su diseño, determinando las cantidades de obra a ejecutar.

En el desarrollo de las labores se lleva a cabo un registro fotográfico y de bitácora, al mismo tiempo se realiza un control de personal, maquinaria, equipo y materiales.

En la excavación se revisa que su fondo sea firme y tenga las dimensiones acordadas, para las canastas se hace un chequeo del estado en que se encuentran, se verifica el diámetro del alambre y una vez armada se verifica si se cosió correctamente. Durante su llenado se chequea la adecuada instalación de los tensores y su proceso constructivo, buscando que no queden piedras de menos diámetro al de la malla, cercanas a la misma.

Según la norma INVIAS para la construcción de gaviones se debe examinar que el material a utilizar tenga un porcentaje de desgaste menor al 50% y una capacidad de absorción inferior al 2% en peso, sin embargo, tanto contratista

como Interventoría determinaron que estos ensayos no eran necesario, ya que el muro en gaviones era pequeño y se utilizó como medida preventiva.

Una vez terminado su relleno y costura se revisa que este quede firme en todos sus lados y con la menor cantidad de vacios posibles.

Se chequea que el material utilizado para el relleno sea de buena calidad, en este caso el recebo y finalmente, se inspecciona que la compactación sea la apropiada y por tanto, se haga en capas que no superen los 10cm.

9. MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS

9.1 LOCALIZACIÓN

Se inicia con la ubicación en la obra de cada una de las alcantarillas existentes, revisando y acordando con el interventor que trabajos necesita cada una. Además se localiza las nuevas alcantarillas a construir en los sitios determinados en los planos o determinados por el interventor. (Ver cuadro 12)

En esta actividad se realizó la limpieza y descole de las alcantarillas.

Cuadro 12. Localización y estado de alcantarillas

NUMERO	ABSCISA	ESTADO ACTUAL
1	K0+000	Bueno, solo requiere limpieza.
2	K0+130	Mal estado, requiere cambio de tubería de 18" a 24" y construcción de nuevos cabezotes con mayor dimensión.
3	K0+187.5	Buen estado, requiere, acondicionamiento para entrada de filtro y limpieza.
4	K0+250	Mal estado, requiere cambio de tubería de 18" a 24" y construcción de nuevos cabezotes con mayor dimensión.
5	K0+360.9	Cabezotes en buen estado, pero tubería dañada. Se requiere cambio de tubería de tubería, construcción de nuevo cabezote de entrada, debido a que el actual interfiere con el alineamiento del proyecto y por ultimo requiere un ajuste en el cabezote de salida para su desagüe.
7	K0+500	Construcción de nueva alcantarilla
8	K0+560	Buen estado, solo requiere que se alcen sus cabezotes 20 cm y limpieza.
9	K0+682.5	Buen estado, pero como interfiere con alineamiento horizontal, se realizará un ajuste.
10	K0+802.5	Buen estado, pero como interfiere con alineamiento horizontal, se realizará un ajuste.

11	K0+880	Buen estado, este sector se requiere ampliación de calzada, el cabezote de salida deberá ser desplazado y por tanto requiere nuevo cabezote de salida.
12	K0+990	Construcción de nueva alcantarilla
13	K1+070	Construcción de nueva alcantarilla

9.2 CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS

9.2.1 Construcción de nuevas alcantarillas. Para esta actividad se registraron dos casos, la construcción de alcantarillas en abscisas donde existían alcantarillas viejas (K0+130, K0+250 y K0+360.9) y la construcción de nuevas alcantarillas (K0+500, K0+990 y K1+070).

Para ambos casos se realiza en mismo procedimiento, sin embargo, para la construcción de nuevas alcantarillas no se realizan actividades de demolición y retiro de tubería vieja.

Para esta actividad se utilizaron tres clases de concreto, el concreto tipo G para los cabezotes, concreto tipo E para losa de soporte cabezote de entrada y concreto tipo F para solados, revestimientos, atraques y revoques. Además se utilizó tubería de concreto de 600 mm de diámetro interior y tubería corrugada para drenaje 4". Para la elaboración del concreto se exigió el uso de mezcladora.

Para realizar este trabajo se sigue el siguiente procedimiento:

- Con ayuda de obreros y herramienta menor se procede a demoler los cabezotes existentes. (Ver figura 40)

Figura 40. Demolición manual de los cabezotes de alcantarilla



Para las demoliciones, cabe aclarar que existían alcantarillas viejas en mal estado que tenían menores dimensiones a las establecidas en el proyecto; pero también se encontraban otras alcantarillas construidas más adelante las cuales tenían las dimensiones establecidas en el proyecto y se encontraban en buen estado, pero debido a su interferencia con el diseño fue necesaria su demolición total o parcial. (Ver cuadro 13)

Cuadro 13. Volumen de demoliciones

UBICACION	DESCRIPCION	VOLUMEN (M ³)
K0+130	Demolición total de cabezotes de entrada y salida incluyendo solados (alcantarilla vieja)	4.2
K0+250	Demolición total de cabezotes de entrada y salida incluyendo solados (alcantarilla vieja).	4.6
K0+360.9	Demolición total de cabezote de entrada con solado (alcantarilla nueva). Demolición parcial de cabezote de salida y solado, debido a que el descole quedó en una cota más baja al que tenía	5
K0+682.5	Demolición parcial de cabezote de salida y demolición para entrada de tubería corrugada en cabezote de entrada (alcantarilla nueva)	1.1
K0+802.5	Demolición parcial de cabezote de salida y demolición para entrada de tubería corrugada en cabezote de entrada. (alcantarilla nueva)	1.2
K0+880	Demolición de cabezote de salida y solado, también se incluye demolición de bordillo ubicado en el box-couvert y demolición para entrada de tubería corrugada en cabezote de entrada (alcantarilla nueva)	3.5
	Demolición cabezotes de entrada para instalación de tubería corrugada del filtro.	0.4
TOTAL VOLUMEN DE DEMOLICION M ³		20

Los trabajos de demolición se establecían en un ítem del contrato con un precio unitario de \$ 47.658, dando un total de obra ejecutada de \$ 953.160.

Para las alcantarillas que se encontraron en buen estado se demolió en su cabezote de entrada la parte donde llega el filtro para la colocación de la tubería corrugada para drenaje.

- Se procede a la excavación con ayuda de obreros y una Retrocargadora, para sacar tubería vieja. Esta actividad se realizó en dos tramos, para evitar obstaculizar totalmente el tránsito vehicular. (Ver figura 41)

Figura 41. Excavación para instalación de nueva tubería



Punto de referencia K0+360.9

- Con los obreros se conforma la excavación, buscando que su fondo sea firme y sus paredes lo mas verticales posibles. (Ver figura 42)

Figura 42. Conformación de excavación para instalación de nueva tubería



Punto de referencia K0+250

- Se prepara el terreno sobre el cual va ir la tubería con un solado de concreto tipo F. (Ver figura 43)

Figura 43. Solado para instalación tubería 24"



Punto de referencia K0+360.9

- Se realiza la instalación de la nueva tubería con ayuda de obreros y retroexcavadora y después se realiza su correspondiente atraque y revoque. (Ver figura 44)

Figura 44. Atraque y revoque de tubería 24"



Punto de referencia K0+130

- Sobre la tubería instalada se rellena con material seleccionado. (Ver figura 45)

Figura 45. Relleno con material seleccionado sobre tubería



Punto de referencia K0+990

En la alcantarilla ubicada en la abscisa K0+130, en la tubería que entra al cabezote de entrada se realizó un revestimiento con concreto clase F, debido a que en este tramo el relleno es menor a 60 cm. (Ver figura 46)

Figura 46. Revestimiento en concreto



Punto de referencia K0+130, revestimiento por su quedar muy superficial

- Para finalizar se compacta el material de relleno en capas que no superen los 15 cm. Para las primeras capas la compactación se utiliza un saltarín y después de que haya una capa lo suficientemente gruesa (50cm) se utilizó el saltarín, con el fin de no dañar la tubería instalada.(Ver figura 47)

Figura 47. Compactación de material seleccionado sobre tubería



Punto de referencia K0+360 y K0+990

- Luego se procede a excavar en los sitios donde se ubicaban los cabezotes para lograr su ampliación, ya que el diseño, estos son de mayor dimensión. Para las alcantarillas nuevas se hace la excavación con las dimensiones estipuladas en los planos y según la topografía del terreno. (Ver figura 48)

Figura 48. Excavación para cabezotes



Punto de referencia K0+990

- Después de realizar la excavación para los cabezotes, se funde el solado del fondo de cada uno. (Ver figura 49)

Figura 49. Solado para cabezotes



Punto de referencia cabezote salida K1+070 y cabezote de entrada K0+360.9

- Una vez terminada la excavación, se procede a instalar la formaleta, teniendo en cuenta las dimensiones establecidas anteriormente y revisando la verticalidad de los tableros con la utilización de plomada. También se tiene mucho cuidado con el apuntalamiento de la formaleta, ya que es responsable de soportar la carga que ejerce el concreto. (Ver figura 50)

Figura 50. Encofrado de alcantarillas



Punto de referencia cabezote de salida K0+250 y cabezote de entrada k0+130

Se debe aplicar productos a la formaleta para evitar que se pegue con el concreto y así facilitar el desencofrado.

- Después de instalada la formaleta se funden los cabezotes. (Ver figura 51)

Figura 51. Fundición de alcantarillas



Punto de referencia cabezote de entrada K0+360 y cabezote de entrada k1+070

Cabe destacar que para la salida del agua del filtro en el proceso de fundición se instaló la tubería de corrugada de 4”.

- Por último, se realiza el desencofrado de los cabezotes de las alcantarillas, al siguiente día de la fundición, ya que esta formaleta es utilizada para la ampliación de las siguientes alcantarillas realizando el mismo procedimiento. (Ver figura 52)

Figura 52. Desencofrado de los cabezotes de las alcantarillas



Punto de referencia K0+250 y K0+360

- Se realiza el respectivo curado de la alcantarilla fundida, adicionándole agua para su hidratación.

9.2.2 Adecuación de alcantarillas. Para esta actividad no se realizó cambio de tubería, pero si el desplazamiento de cabezotes con el fin de ampliar la calzada y cumplir con las especificaciones del proyecto.

En la alcantarilla ubicada en la abscisa K0+360.9, el cabezote de entrada se construyó nuevamente, pero el cabezote de salida al encontrarse en buenas condiciones se tuvo que ajustar. El ajuste se debió a que la cota batea de la tubería se vio modificada con la construcción del nuevo cabezote en una cota más baja, lo que origino que la tubería saliera en una cota más baja en el cabezote de salida.

El procedimiento a seguir fue el siguiente:

- Se realiza la demolición de parte del solado del cabezote de salida y se instala tubería. (Ver figura 53)

Figura 53. Instalación tubería de alcantarilla N° 5



Punto de referencia cabezote de salida K0+360.9

- Se hace el recubrimiento en el cabezote de salida, se realiza el solado en la parte donde ahora sale el agua (Cota más baja) y finalmente se encofra y funden las paredes para terminar la adecuación del cabezote. (Ver figura 54)

Figura 54. Terminación adecuación de alcantarilla N° 5



Punto de referencia cabezote de salida K0+360.9

En las alcantarillas ubicadas en las abscisas K0+682.5 y K0+802.5, se realizó una modificación el cabezote de entrada, desplazando parte de este, cumpliendo de este modo el ancho de calzada y minimizando el riesgo de accidentes.

Para estas alcantarillas el procedimiento que se desarrollo es el siguiente:

- Demolición de parte del cabezote de alcantarilla N° 9 y 10. (Ver figura 55)

Figura 55. Demolición parte cabezote de alcantarilla N°9



Punto de referencia cabezote de entrada K0+682.5

- Se encofra la losa de soporte y se coloca el hierro para su fundición. El diseño de esta losa se acordó con el interventor en obra. (Ver figura 56)

Figura 56. Encofrado y colocación de hierro de alcantarilla N°10



Punto de referencia cabezote de entrada K0+802.5

- Se funde la losa de soporte. (Ver figura 57)

Figura 57. Fundición de losa de soporte de la alcantarilla N°9



Punto de referencia cabezote de entrada K0+682.5

- Se encofra la parte nueva del cabezote para su fundición.
- Por último, se cura la parte del cabezote fundida. (Ver figura 58)

Figura 58. Terminación adecuación de cabezote de alcantarilla N°9



Punto de referencia cabezote de entrada K0+682.5

Para la alcantarilla ubicada en la abscisa K0+880, se tuvo que desplazar cabezote de salida para permitir ampliación de calzada. Para esta alcantarilla el procedimiento que se desarrollo fue el siguiente:

- Se realizó la ampliación del solado, luego se demolió de parte del cabezote viejo de alcantarilla N° 11 y se instaló tubería para ampliación. (Ver figura 59)

Figura 59. Demolición cabezote e instalación tubería de alcantarilla N°11



Punto de referencia cabezote de salida K0+880

- Se encofra el nuevo cabezote de salida. (Ver figura 60)

Figura 60. Encofrado de cabezote alcantarilla N°11



Punto de referencia cabezote de salida K0+802.5

- Se funde el cabezote de alcantarilla. (Ver figura 61)

Figura 61. Fundición de cabezote de la alcantarilla N°11



Punto de referencia cabezote de salida K0+880

- Se desencofra el cabezote y se rellena con material seleccionado el espacio entre en cabezote viejo y el cabezote nuevo. (Ver figura 62)

Figura 62. Terminación adecuación de cabezote de alcantarilla N°11



Punto de referencia cabezote de salida K0+880

9.3 RESUMEN DE CANTIDADES

La actividad correspondiente a la construcción de alcantarillas, para su pago y cuantificación se determinaron así:

Demolición por (m^3) que fue especificada anteriormente.

Excavaciones varias sin clasificar 80m^3 , con un precio unitario de \$10.950, dando un total de \$876.000.

Concreto clase G 35 m^3 , con un precio unitario de \$283.936, dando un total de \$ 9'937.760.

Concreto clase F 10 m^3 , con un precio unitario de \$310.938, dando un total de \$ 3'109.380.

Concreto clase E, utilizado en dos alcantarillas, 1 m^3 , con un precio unitario de \$331.435, dando un total de \$ 331.435.

Tubería de concreto simple de 600mm diámetro interior, 67.6 ml, con un precio unitario de \$131.364, dando un total de \$ 8.880.2060.

9.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE

Se realizó conjuntamente con el interventor la visita a los diferentes sitios de obra, determinado en cada sitio los trabajos a ejecutarse. En las infraestructuras existentes que se debieron demoler en su totalidad se chequeo la llegada hasta el fondo natural del terreno y para las demoliciones parciales se verifica que los trabajos se efectúen de tal modo que sea mínimo el daño a la parte que se vaya a utilizar posteriormente. Además se calculó volumen de demolición a ejecutar.

Se chequea que las excavaciones para alcantarillas se efectúen de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados en los planos y para la colocación de la tubería se controla que la zanja excavada tenga la profundidad requerida y la conformación del fondo, asegurando un lecho firme en toda la longitud de la alcantarilla. También se chequea que el ancho de dicha zanja sea ser el mínimo que permita trabajar y se verifica que las paredes de la zanja queden lo más verticales posible.

Se comprueba que los tubos se encuentren en buen estado y se verificar su correcto solado, atraque y revoque; según la norma INVIAS se debió realizar el ensayo de resistencia al aplastamiento (3900 Kg/m) por lo menos a dos ejemplares, dado que no fue una exigencia por parte de Interventoría, el contratista omitió estos ensayos, además se aclara que la tubería fue comprada y no elaborada por el contratista y a consideración de las dos partes la cantidad de tubos empleados no fue grande. En este sentido la recomendación de del pasante era realizar los ensayos estipulados en pro de comprobar la calidad de la tubería a utilizar y garantizar su buen funcionamiento durante el tiempo de vida útil.

En cuanto, a la formaleta utilizada se chequea que se encuentre en buen estado y se ensamble firmemente, garantizando que tenga la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto.

El concreto se comprobó permanentemente el estado de los materiales, se supervisó la elaboración, transporte, colocación, vibrado, acabado y curado de la mezcla y finalmente se tomaron las medidas de las dimensiones de la estructura y comprobó la uniformidad de la superficie. Se realizó el cálculo del volumen.

Para los materiales y controlar su calidad, dado que fueron traídos de las minas recomendadas por el interventor (Triturado de Pilcuan y Arena del Espino), del las cuales el mismo, tenía conocimiento en cuanto a las características y calidad del material, no exigió la realización de los ensayos a los materiales, además para el triturado se utilizó el mismo que se usaría para la mezcla de la base.

Cabe aclarar que por orden del Ing. Director de obra, conjuntamente con el interventor a cargo, no se exigió realizar las pruebas de consistencia, ni resistencia

al concreto hidráulico al no realizarse más de 50 metros cúbicos. Aunque a consideración del pasante se debieron realizar los ensayos establecidos en la norma de INVIAS, donde con el ensayo de consistencia muestre un asentamiento no mayor a 5 cm y la resistencia del concreto de 2000 PSI. Para comprobar el cumplimiento de la resistencia se debía tomar de cuatro cilindros por cada fracción colocada en la jornada de trabajo, dos de los cuales se fallaran a los siete días y los otros dos a los veintiocho días; pero según el pasante aunque el volumen de fundición en el día era poco (menor a los 5 metros cúbicos), por lo menos se debió realizar tres o más ensayos de resistencia del concreto total utilizado que permitiera comprobar la calidad del concreto por medio de los resultados obtenidos en las muestras empleadas y así tener mayor seguridad en que todas los cabezotes de las alcantarillas tiene una resistencia especificada.

Para la ejecución de estos trabajos se realizó un control continuo de personal, maquinaria, materiales y suministros utilizados en la obra, además de llevar un registro fotográfico y una bitácora. (Ver anexo F)

10. MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE INVOLUCRANDO SUELO EXISTENTE

10.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la eventual disgregación del material de la subrasante existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con la presente especificación, conforme y con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

10.2 EQUIPO

El equipo empleado fue una retrocargadora 428 B, una motoniveladora, un vibrocompactador, un saltarín, volquetas y herramientas menores.

Características del equipo:

- Motoniveladora Champion 710 Modelo 85
140 HP
Peso 14 Ton
Hoja= 12' x 25" x 7/8"
- Vibrocompactador Dynapac CA15 Modelo 92
Alto: 9'5" Largo: 17'3" Ancho: 7'4"
Peso: 7.5 Ton.

10.3 MEDIDA

Para el caso de que el mejoramiento de la subrasante que involucre el suelo existente, la unidad de medida será el metro cubico (m^3), para esta obra el total de metros cúbicos ejecutados fue de 454.

En este caso, el volumen se determinará con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por el Interventor antes y después de la construcción de la subrasante mejorada.

10.4 FORMA DE PAGO

El trabajo de mejoramiento de la subrasante se pagará al precio unitario pactado en el contrato, el cual es de \$15.796, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor.

El costo total de la obra con referencia a este ítem fue de \$7'161.259 o 16 S.M.L.V

10.5 ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON SUELO EXISTENTE

El mejoramiento de la subrasante se hace con el suelo existente debido a que a la vía tiene material de afirmados anteriores, que hacen que la subrasante tenga buenas especificaciones técnicas.

En toda la vía desde la abscisa K0+000 a K1+080 se disgrego el material, para su mejoramiento. (Ver figura 63)

Figura 63. Disgregación del material



Punto de referencia K0+050 a K0+080

En algunos sectores críticos fue necesario el retiro de material y la adición de material seleccionado, para este caso se utilizó material de sub-base proveniente de la cantera “RÍO BLANCO”.

En esta actividad también se hace referencia a los cajos realizados con el mejoramiento de la subrasante utilizando material de sub-base. (Ver figura 64)

Figura 64. Adición de material seleccionado



Punto de referencia K0+580 a K0+600

En los sectores comprendidos entre las abscisas K0+650 a K0+860 y K0+950 a K1+180, para el cumplimiento del diseño se efectúan cortes para llegar al nivel de subrasante y posteriormente se retira el material sobrante. (Ver figura 65)

Figura 65. Conformación de subrasante



Punto de referencia K0+820 a K0+860

Para el tramo perteneciente a la variante K1+080 a K1+196 también se realizó el retiro de material y su posterior relleno con material seleccionado. (Ver figura 66)

Figura 66. Mejoramiento en variante



Punto de referencia K1+100 a K1+140

10.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE

Se llevó un seguimiento de las actividades desarrolladas en un registro fotográfico y una bitácora de obra. También se desarrollaron las funciones es el control de la maquinaria, personal, materiales y suministros utilizados para la ejecución de esta obra. (Ver anexo F)

Para el control de la compactación se tomaran ensayos de densidad de cada capa de subrasante mejorada a razón de cuando menos una (1) vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m^2), siguiendo la norma INVIAS, pero para la ejecución de este ítem del proyecto interventoría solo exigió la realización de ensayos de densidad donde se ejecutaron cajeos considerables, teniendo en cuenta que el material utilizado fue el mismo que se utilizó para la sub-base. (Ver anexo H).

Según los resultados dados para los cajeos dieron un porcentaje de compactación del 95%, con lo cual se verifica su cumplimiento, ya que, obtenemos en estos sectores una sub-rasante con las características de sub-base.

Se hizo el chequeo de medidas para determinar espesores y comprobar la uniformidad de la superficie. Además de controlar la cantidad (m^3) de material retirado y adicionado, con el reporte de viajes realizados por cada volqueta con su

correspondiente cubicación y teniendo en cuenta el porcentaje de expansión del material retirado y el porcentaje de compactación del material compactado.

Se realiza el control topográfico (cajeos) para verificar los niveles determinados en el proyecto, los cuales los variaban de 3cm de la cota proyectada.

También se supervisó la disposición final del material de retiro, de acuerdo con las indicaciones del Interventor.

Comprobación que los materiales por emplear en el mejoramiento cumplan los requisitos de calidad exigidos (sean de subbase y no contengan piedras mayores a 75 mm).

Se controla que la subrasante mejorada presente una superficie uniforme y se ajuste a las rasantes y pendientes establecidas.

Esta labor se realizó de forma presencial, debido a que para tener un seguimiento total de la obra era necesario permanecer en el sitio, garantizando el adecuado desarrollo de todas las actividades descritas anteriormente.

11. CONFORMACIÓN DE LA CALZADA EXISTENTE

11.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la escarificación, la conformación, renivelación y compactación del afirmado existente, con o sin adición de material de afirmado o de subbase granular; así como la conformación o reconstrucción de cunetas.

11.2 MATERIALES

Se aprovecharán los materiales del afirmado existente que cumplan con lo estipulado en el siguiente cuadro, para la colocación en vía de material seleccionado utilizado en la conformación de la calzada.¹³ (Ver cuadro 14)

Cuadro 14. Requisitos de los materiales para afirmados.

CAPA	PARTICULAS FRACTURADAS MECANICAMENTE (Agr. grueso)	DESGAST E LOS ANGELES	PERDIDAS EN ENSAYO DE SOLIDEZ EN		INDICES DE APLANAM. Y ALARGAM.	C. B. R.	I. P.	EQUIV. DE ARENA
			Sulfato de sodio	Sulfato de magnesio				
Norma INV	E-227	E-218yE-219	E.-220	E-220	E-230	E-148	E-125 y E-126	E-133
AFIRMADO		50 % máx.	12 % máx.	18 % máx.			4-9	
SUBBASE GRANULAR		50 % máx.	12 % máx.	18% máx.		20, 30 ó 40% mín. ₁	<= 6	25 % mín.
BASE GRANULAR	50 % mín.	40 % máx.	12 % máx.	18 % máx.	35 % máx.	80 % mín . ₂	<= 3	30 % mín.

¹³ MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS "INVIAS". Especificaciones generales de construcción de Carreteras, Capítulo III. Artículo 300. Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbase granulares y bases granulares y estabilizadas.

11.3 EQUIPO

El equipo empleado para este ítem fue:

Para extensión: motoniveladora Champion 710

Para humedecimiento: Carrotanque (1000gal)

Para compactación: Vibrocompactador Dynapac

Para Transporte y cargue de material: Dos volquetas de 7 m³ y Retrocargadora
Herramientas menores en general

El general el rendimiento de este ítem estuvo marcado por la motoniveladora que tuvo un rendimiento general de 280m²/hora con un avance de 250 metros lineales en un día normal. Sin embargo, la actividad demoro 4 semanas en completarse totalmente, debido al mal tiempo.

11.4 MEDIDA

Para la conformación de la calzada existente, se ejecutaron 9570 m² de acuerdo con esta especificación y a satisfacción del Interventor en el área definida por éste.

11.5 FORMA DE PAGO

El pago se hizo al respectivo precio unitario del contrato de \$350 por toda área de calzada conformada a plena satisfacción del Interventor.

ITEM DE PAGO Conformación de la calzada existente Metro cuadrado (m²)
Por lo tanto, el costo general fue de \$3'770.551.

11.6 ACTIVIDADES PARA LA CONFORMACIÓN DE CALZADA EXISTENTE

Esta actividad se ejecutó desde la abscisa K0+000 a K1+080, en la variante K1+180 a K1+196 se realizó la conformación de la calzada después de realizado su mejoramiento. Para ver las cotas del proyecto de la subrasante ver Anexo 10.

Procedimiento desarrollado para la conformación de la calzada existente:

- Escarificación del material (Ver figura 67)

Figura 67. Escarificación calzada existente



Punto de referencia K0+925 a K0+950

- Conformación del material.

Figura 68. Conformación calzada existente



Punto de referencia K0+480

- En algunos sectores hubo que humedecer el material para su compactación (Ver figura 69)

Figura 69. Humedecimiento de material



Punto de referencia K0+130 a K1+150

- Finalmente se realizó la compactación del material. (Ver figura 70)

Figura 70. Compactación calzada existente



Punto de referencia K0+710 a K0+740

11.7 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE

Se llevó un seguimiento de las actividades desarrolladas en un registro fotográfico y una bitácora de obra. Al igual que se desarrollaron las funciones es el control de la maquinaria, personal, materiales y suministros utilizados para la ejecución de esta obra. (Ver anexo F)

Se chequea que los trabajos de conformación de la calzada se ajusten a los planos y secciones del proyecto, mediante las referencias colocadas en ambos lados de la vía, cuando se realizó el replanteo (normales). En cuanto a los niveles, estos se chequearon con las cotas dadas para la subrasante y acabada esta actividad se colocaron las estacas que indicaban la altura a la que iba a quedar la sub-base. (Ver anexo J)

Se aclara que para este, ítem no se tomaron ensayos, aunque la recomendación era seguir la normativa era tomar y por lo menos tomar un ensayo de densidad por cada 250m²; pero como fue orden proseguir con la construcción de la capa de base sin haber comprobado la compactación de la capa, primordialmente se supervisó la uniformidad de la superficie y que se realizara en las condiciones climáticas requeridas para su ejecución.

Esta labor se realizó de forma presencial, debido a que para tener un seguimiento total de la obra era necesario permanecer en el sitio, garantizando el adecuado desarrollo de todas las actividades descritas anteriormente.

12. EXPLOTACIÓN, SELECCIÓN Y MEZCLA PARA SUBBASE Y BASE GRANULAR

12.1 EQUIPO

El equipo empleado fue una retroexcavadora Caterpillar EL200B para la explotación, una retrocargadora Caterpillar 428B para movimiento y mezclado de material y las volquetas que transportaron el material de otra cantera (gravilla).

Para la selección se utilizó una zaranda que tenía una abertura de 2 cm y se impedía el paso de sobre tamaños.

Todos los equipos fueron aprobados por previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras.

12.2 ACTIVIDADES DE EXPLOTACIÓN, SELECCIÓN Y MEZCLA PARA SUBBASE Y BASE GRANULAR

Para desarrollar esta actividad, primeramente la empresa constructora tomo las muestras necesarias y realizó los ensayos pertinentes al material para comprobar su posible utilización como material de sub-base y base.

Después de realizar varios ensayos se determinó la factibilidad de la utilización del material de explotación de la cantera “Rio Blanco”.

Para la subbase según los ensayos de dosificación realizados se determinó, la utilización del 90% de material proveniente de la explotación de la cantera “Rio Blanco”, previamente seleccionado y un 10% de material ligante proveniente de la misma cantera.

Para la base según los ensayos de dosificación realizados para cumplir con las especificaciones, se determinó finalmente, la utilización del 50% de material proveniente de la explotación de la cantera “Rio Blanco”, previamente seleccionado, 30% de triturado proveniente de la planta de Pilcuan y un 20% de material proveniente de la cantera “Macas” ubicada en Carlosama.

12.2.1 Explotación cantera “Rio Blanco”.

- Descapote de mina (Ver figura 71)

Figura 71. Descapote de mina



Punto de referencia cantera “Rio Blanco”

- Se procede a mover el material proveniente del descapote de mina y comenzar explotación de material utilizable para subbase y base.
- Explotación de material utilizable para subbase y base. (Ver figura 72)

Figura 72. Explotación material para subbase y base



- Acopio para subbase y base, el cual se debe proteger. (Ver figura 73)

Figura 73. Acopio material explotado



12.2.2 Selección material para subbase y base “Rio Blanco”. Para esta actividad se utilizó una zaranda para retirar los sobre tamaños. (Ver figura 74)

Figura 74. Selección material de subbase y base



12.2.3 Mezcla o preparación de base. Para el cumplimiento de las especificaciones técnicas de un material, el cual pueda ser utilizado como base, se realizó una dosificación de tres materiales:

1. Rio blanco en una proporción del 50%
2. Macas en una proporción del 20%
3. Triturado en una proporción del 30%

La mezcla por facilidad y por disposición de espacio se efectúa en dos etapas:

Inicialmente se realizó en la cantera la mezcla del triturado con el material proveniente de la explotación de la cantera “Rio Blanco”, y por último se realizó la mezcla de estos dos materiales con el proveniente de “Macas” en la vía.

- **Mezcla en cantera:** esta es la primera etapa, donde se utilizó para el procedimiento de mezcla el patio de mezclas ubicado en la cantera, mezclando aquí el triturado traído de Pilcuan con el material explotado de la cantera de “Rio Blanco”. (Ver figuras 75)

Figura 75. Acopio triturado



Para el proceso de mezclado se establecieron las cantidades de acuerdo a la dosificación establecida para el cumplimiento de las especificaciones. (Ver figura 76)

Figura 76. Mezclado para base en cantera



- **Mezcla en vía.** Cabe destacar que la determinación de la utilización del material de “Macas” en la dosificación, se encuentra fundamentado en el cumplimiento de los requerimientos establecido, al igual que la cercanía al la zona del proyecto.

Se destino un sitio específico para la disposición de este material proveniente de Macas, para posteriormente ser utilizado. (Ver figura 77)

Figura 77. Acopio material de Macas



Se realizó una visita a la cantera de Macas (Ver figura 78)

Figura 78. Visita cantera de Macas Cruz



12.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE

Inicialmente se realizó la delimitación del área de explotación, según las cantidades establecidas y se llevo un registro tanto fotográfico como de bitácora de las actividades ejecutadas.

Se verificó que el material explotado se seleccione adecuadamente con ayuda de una zaranda, se chequeo que el proceso de mezclado en la cantera, que se compone de triturado y material explotado, exceptuando el porcentaje correspondiente al material traído de la cantera de Macas, así se tiene:

Una palada de la retrocargadora Caterpillar 428 B tiene una capacidad de 1m^3 , entonces la mezcla se realizó para cada 8m^3 , que corresponden a 5 paladas de triturado (50% del total) y 3 paladas de material explotado (30% del total).

Para el descapote y su movimiento, solo se registro las horas trabajadas por la retroexcavadora que en total fueron 150 horas, para el material de explotación utilizado en la sub-base y base se cuantifico los metros cúbicos que dieron un total de 4080. Se supervisó el suministro y estado de los materiales provenientes de otras canteras, por ejemplo, la gravilla traída de Pilcuan se cuantifico 500m^3 y el recebo de Macas se cuantifico en 470m^3 .

Para el cumplimiento de las especificaciones de la sub-base se realizó un ensayo a su granulometría que mostro que la gradación se encuentra en entre los límites, para la de base se tomo cuando se mezclo con el porcentaje de material proveniente de macas y también dio entre los límites establecidos. Ver Anexo I.

También con los ensayos se pudo comprobar que en la sub-base el índice de plasticidad fue de 2.92% menor al 6% especificado y en base el índice de plasticidad fue de 2.92% menor al 3% especificado. En cuanto a la resistencia a los sulfatos para el agregado grueso y fino es menor o igual al 18% permitido.

Se tomo un ensayo de compactación para la base y la sub-base, indicando así la densidad máxima y la humedad optima obtenida en laboratorio. Como también el cumplimiento del más del 80% en el CBR de la base. Ver Anexo I.

El desgaste para el triturado utilizado para la base realizada en la máquina de los ángeles fue en promedio del 26.7, menor al establecido por la norma 40%.

El equivalente de arena en los agregados finos para la base mayor al 30%, lo que da cumplimiento a la especificación dada por el Invias.

En todo el proceso se lleva un control de maquinaria, materiales, suministros, empleados y equipos. (Ver anexo F)

13. SUBBASE GRANULAR

13.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto o establecidos por el interventor.

13.2 MATERIALES

Los agregados para la construcción de la subbase granular deberán satisfacer los requisitos indicados en el cuadro N° 9 del numeral 14. Ajustándose a la siguiente franja granulométrica.¹⁴ (Ver cuadro 15)

Cuadro 15. Franja granulométrica para material de subbase

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
Normal	Alternativo	SBG-1
50 mm	2"	100
37.5 mm	1 ½"	70-100
25 mm	1"	60-100
12.5 mm	1/2"	50-90
9.5 mm	3/8"	40-80
4.75 mm	No.4	30-70
2.0 mm	No.10	20-55
425 µm	No.40	10-40
75 µm	No.200	4-20

Fuente: instituto nacional de vías. Especificaciones generales de construcción de Carreteras, Capítulo III. Artículo 320. Subbase granular.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia, el material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja.

¹⁴ MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS "INVIAS". Especificaciones generales de construcción de Carreteras, Capítulo III. Artículo 320. Subbase granular.

13.3 EQUIPO

Se utilizó para el cargue de material una Retrocargadora Caterpillar 428B, para su transporte dos volquetas de 7m³ cada una, para la extensión y conformación una motoniveladora Champion 710, para el humedecimiento del material un carrotanque y para la compactación un Vibrocompactador Dynapac CA15.

El rendimiento para esta actividad estuvo sujeto al trabajo de la motoniveladora, ya que las volquetas se podían hacer más de 20 viajes cada una.

El rendimiento de la motoniveladora fue de 10m³/hora o tenía un avance de cincuenta metros lineales en un día normal. Esta actividad se hubiese ejecutado en un tiempo máximo de 5 semanas pero por la temporada de lluvia se extendió otras semanas más.

En cuanto, al Vibrocompactador este tenía un rendimiento general en condiciones normales de 15m³/h, pero también estuvo sujeto al avance de la motoniveladora. Para el desarrollo de esta actividad también se utilizó herramienta menor y equipo de topografía.

13.4 MEDIDA

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), para este proyecto la cantidad de material o mezcla suministrado, colocado y compactado, a satisfacción del Interventor, fue de 1.915 m³.

13.5 FORMA DE PAGO

El pago se hará por metro cúbico al respectivo precio unitario del contrato, que fue de \$36.393, por toda obra ejecutada aceptada a satisfacción por el Interventor.

ITEM DE PAGO	Subbase granular de CBR >= 30%	Metro cúbico (m ³)
---------------------	--------------------------------	--------------------------------

Por lo tanto el costo total de este ítem fue de \$69'692.595 o 151 S.M.L.V.

13.6 ACTIVIDADES PARA OBTENER UNA SUBBASE GRANULAR

Después de realizar la conformación de la calzada, el terreno se encontraba preparado para la distribución de la capa de subbase (CBR $\geq$ 30%). Los niveles y el resultado de los ensayos para la subbase se muestran en los Anexos 11 y 13. La mezcla de la subbase realizada en la cantera se compone en un 90% del material explotado como sub-base y un 10% de material ligante proveniente de la misma explotación pero correspondiente a otra beta.

Para distribuir el material de la estructura del pavimento correspondiente la subbase, se siguió el siguiente procedimiento:

- Se acordona el material de subbase. (Ver Figura 79)

Figura 79. Acordonamiento material subbase



- Se distribuye el material de subbase, buscando una extensión uniforme del mismo y si es necesario se realiza el humedecimiento del material con ayuda de carro tanque. En algunos sectores se necesitó secar el material por exceso de humedad, debido a que se afectó por las lluvias presentadas. (Ver Figura 80)

Figura 80. Distribución y humedecimiento del material subbase



Se conforma el material de subbase. (Ver Figura 81)

Figura 81. Conformación del material de subbase



Punto de referencia K0+090 a K0+120

- Se compacta la capa de subbase. (Ver Figura 82)

Figura 82. Compactación del material de subbase



Punto de referencia K0+000 a K0+050

- Por último, se realiza el ensayo de densidad con el método del cono y arena, para compararlo con el proctor y determinar el cumplimiento de la compactación de la capa en un 95%. (Ver figura 83)

Figura 83. Ensayo cono y arena para capa de subbase



Punto de referencia K0+130

Cuadro 16. Resumen resultado densidad capa de sub-base

ABSCISA	K0+030	K0+230	K0+480	K0+630	K0+760	K0+860	K0+920	K1+070
Compactación del terreno	95	95	95	96	96	99	95	96

13.7 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE

Antes de comenzar la estructura de pavimento correspondiente a la capa de subbase, se verificó la preparación del terreno, en cuanto, limpieza en general.

La comisión de topografía, se encargó de la colocación de estacas que indicaban el nivel de la subbase de acuerdo a las cotas del proyecto, por tanto, se realizó el chequeo observando que el material llegue al nivel indicado y al finalizar la actividad la comisión de topografía revisó los niveles nuevamente y en caso de no cumplir los niveles de subbase se realizaba la respectiva rectificación. (Anexo K)

La comisión de topografía verificó cumplimiento de los alineamientos de acuerdo las referencias colocadas en la etapa de localización.

En esta actividad se supervisó el correcto acordonamiento (sin segregación) y extensión uniforme del material a largo de toda la vía, de acuerdo a cálculos preestablecidos anteriormente y evitar así que en el proceso de conformación del material, la motoniveladora, tenga que acarrear el material innecesariamente.

Dentro de los trabajos ejecutados se encuentra el control de la cantidad de material utilizado en la capa de subbase, mediante el conteo de viajes realizados por las volquetas, después de su respectiva cubicación.

La supervisión del humedecimiento o secado del material, se realizó cualitativamente, ya que, no se dispuso del equipo para hacerlo (SPEEDY), la forma apropiada seria con el resultado arrojado por el ensayo, pero como no fue posible, la labor como pasante fue de percepción, guiada por aquellos que tienen más experiencia como es el Ing. Director, los mismos operadores y el Ing. Interventor.

Como se ha realizado en todas las actividades, se realiza un registro fotográfico y de bitácora, además de un control de personal, maquinaria, suministros, equipo y materiales. (Ver anexo F)

Finalmente, para dar por terminada la capa de subbase se supervisó el ensayo de cono y arena, realizado en las abscisas indicadas por el interventor, obteniendo para estas abscisas un porcentaje de compactación entre 95 - 96 y 99%, dado cumplimiento del 95% de compactación requerido para una capa de sub-base y así proseguir con la capa de base. Se puede observar que en ninguna de las abscisas da un valor inferior al especificado, es mas, la mitad de los ensayos tienen un porcentaje de compactación mayor. (Ver anexo M)

Se aclara que se recomendó la toma de más ensayos como indica la norma (por cada 250 m²), sin embargo se realizó en promedio por cada 900m².

14. BASE GRANULAR

14.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto o establecidos por el interventor.

14.2 MATERIALES

Los agregados para la construcción de la subbase granular deberán satisfacer los requisitos indicados en el cuadro N° 9 del numeral 14. Ajustándose a la siguiente franja granulométrica.¹⁵ (Ver cuadro 17)

Cuadro 17. Franja granulométrica para material de base

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
Normal	Alternativo	BG-1	BG-2
37.5 mm	1 1/2"	100	-
25.0 mm	1	70-100	100
19.0 mm	3/4"	60-90	70-100
9.5 mm	3/8"	45-75	50-80
4.75 mm	No.4	30-60	35-65
2.0 mm	No.10	20-45	20-45
425 µm	No.40	10-30	10-30
75 µm	No.200	5-15	5-15

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

¹⁵ MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS "INVIAS". Especificaciones generales de construcción de Carreteras, Capítulo III. Artículo 330. Base granular.

14.3 EQUIPO

Se utilizó para el cargue de material una Retrocargadora Caterpillar 428B, para su transporte dos volquetas de 7m^3 cada una, para la extensión y conformación una motoniveladora Champion 710, para el humedecimiento del material un carrotanque y para la compactación un Vibrocompactador Dynapac CA15.

El rendimiento para esta actividad estuvo sujeto al trabajo de la motoniveladora, ya que las volquetas se podían hacer más de 20 viajes cada una.

El rendimiento de la motoniveladora fue de $5\text{m}^3/\text{hora}$ o tenía un avance de treinta metros lineales en un día normal. Esta actividad se ejecuto en un tiempo de 9 semanas mayor al tiempo establecido de siete semanas. Es importante destacar que el rendimiento con respecto al de la actividad de la sub-base se incremento a razón de la ejecución de parte de la mezcla de base en la vía, así el rendimiento descrito incluye la mezcla del material proveniente de Macas.

En cuanto, al Vibrocompactador este tenía un rendimiento general en condiciones normales de $15\text{m}^3/\text{h}$, pero también estuvo sujeto al avance de la motoniveladora.

Para el desarrollo de esta actividad también se utilizó herramienta menor y equipo de topografía.

14.4 MEDIDA

La unidad de medida fue el metro cúbico (m^3), para este proyecto la cantidad de material o mezcla suministrado, colocado y compactado, a satisfacción del Interventor fue de 1.680 m^3 .

14.5 FORMA DE PAGO

El pago se hizo por metro cúbico al respectivo precio unitario del contrato, que fue de \$44.687, por toda obra ejecutada aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, eventual lavado,

transportes, almacenamiento, clasificación, desperdicios, cargues, descargues, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte y distribución del agua requerida.

ITEM DE PAGO

Base granular

Metro cúbico (m³)

Para el proyecto el costo total de esta actividad fue de \$75'074.160 o 163 S.M.L.V.

14.6 ACTIVIDADES PARA OBTENER UNA BASE GRANULAR

Después de aprobada la capa de subbase por el interventor se procede a la ejecución para la capa de base.

Para distribuir el material de la estructura del pavimento correspondiente la base, se siguió el siguiente procedimiento:

La mezcla de la base correspondiente a la mezcla del material explotado proviene de la cantera “Rio Blanco”, triturado y material proveniente de Macas.

- En primer lugar transporta a la vía el material proveniente de la mezcla realizada en la cantera “Material Rio blanco y triturado” con ayuda de volquetas.

Se acordona y extiende uniformemente el material mezclado (Ver Figura 84)

Figura 84. Distribución material base mezclado en cantera



Punto de referencia K0+070 a K0+100

- Se transporta el material proveniente de “Macas” en la vía, con ayuda de las volquetas y posteriormente se acordona y distribuye el material. (Ver figura 85)

Figura 85. Distribución material base proveniente de cantera “Macas”



Punto de referencia K0+040 a K0+090

- Se inicia el mezclado del material y si es necesario se realiza el humedecimiento del material con ayuda de carro tanque. (Ver Figura 86)

Figura 86. Mezclado del material base



Punto de referencia K0+090 a K0+130

- Se conforma el material de base. (Ver Figura 87)

Figura 87. Conformación del material de base



Punto de referencia K0+070 a K0+100

- Se compacta la capa de base (Se humedece el terreno si es necesario) y por último, se realiza el ensayo de densidad con el método del cono y arena, para compararlo con el proctor y determinar el cumplimiento del 100% de compactación. Ver cuadro 18.

Cuadro 18. Resumen resultado densidad capa de base

ABSCISA	K0+070	K0+265	K0+430	K0+650	K0+780	K0+900	K1+065	K1+180
Compactación del terreno	99	99	100	99	100	100	100	99

14.7 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE

Antes de comenzar la estructura de pavimento correspondiente a la capa de base, el interventor aprobó la capa de subbase. De acuerdo al abscisado se colocaron las estacas de nivel para la base con ayuda de la comisión de topografía y de esta manera hacer el chequeo correspondiente al espesor y alineamientos.

En esta actividad se supervisó el correcto acordonamiento (sin segregación) y extensión uniforme del material a largo de toda la vía, de acuerdo a cálculos preestablecidos anteriormente y evitar así que en el proceso de conformación del material, la motoniveladora, tenga que acarrear el material innecesariamente.

Dentro de los trabajos ejecutados se encuentra el control de la cantidad de material utilizado en la capa de base, mediante el conteo de viajes realizados por las volquetas, después de su respectiva cubicación. Se vigiló el mezclado en vía de los materiales y su uniformidad.

La supervisión del humedecimiento o secado del material, se realizó cualitativamente, ya que, no se dispuso del equipo para hacerlo (SPEEDY), la forma apropiada sería con el resultado arrojado por el ensayo, pero como no fue posible, la labor como pasante fue de percepción, guiada por aquellos que tienen más experiencia como es el Ing. Director, los mismos operadores y el Ing. Interventor.

La comisión de topografía acabada la actividad de sub-base, colocaron las estacas de base que indicaba el nivel de esta capa (de acuerdo a las cotas del proyecto) y para el chequeo de la conformación de la capa se observó y comprobó el llenado del material de base hasta el nivel indicado y una vez terminada la compactación la comisión chequeaba los niveles, si existía un desfase se procedía a su corrección. También fue importante observar la uniformidad de capa. (Ver anexo L)

Se realizó un registro fotográfico y de bitácora, además de un control de personal, maquinaria, suministros, equipo y materiales.

Finalmente, para dar por terminada la capa de base se supervisó el ensayo de cono y arena, realizado en las abscisas indicadas por el interventor y de este modo, según los resultados que arrojados en cuatro abscisas la compactación fue del 100% que cumple con las especificaciones para la capa de base, sin embargo, cuatro abscisas arrojaron un porcentaje de compactación del 99%, que a consideración de interventoría era un porcentaje aceptable y así se prosiguió con la carpeta pavimento. (Ver anexo M)

Se aclara que se recomendó la toma de más ensayos como indica la norma (por cada 250 m²), sin embargo se realizó en promedio por cada 900m².

15. IMPRIMACIÓN

15.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transportes, eventual calentamiento y aplicación uniforme de un ligante bituminoso sobre una superficie granular terminada, previamente a la extensión de una capa asfáltica. El riego también podrá aplicarse a bermas construidas en material granular y a sus taludes.

15.2 MATERIALES

El ligante bituminoso por emplear será emulsión catiónica de rotura lenta tipo CRL-1 la cual, para su aplicación, deberá diluirse en agua hasta que tenga una concentración aproximada de cuarenta por ciento (40%).

El precio unitario fue de \$ 1.750 por metro cuadrado y como se utilizó un total de 7.200 m², el costo total fue de \$12.600.000.

15.3 EQUIPO

Para los trabajos de imprimación se requieren elementos de limpieza. El carro tanque irrigador de materiales bituminosos deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo.

El carro tanque deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.¹⁶

¹⁶ MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS “INVIAS”. Especificaciones generales de construcción de Carreteras, Capítulo IV. Artículo 420. Imprimación.

15.4 ACTIVIDADES PARA IMPRIMAR

Primeramente, se alisto la superficie, con ayuda de obreros, barriendo el terreno y posteriormente se delimito el área a ser imprimada.

Como se trata de una superficies no tratadas la base deberá imprimarse.

La imprimación inicialmente se realizo en el sector de K0+000 a K1+100.

Los operadores del carro irrigador calibran el equipo y se comenzó a imprimir, posteriormente, pasado un tiempo con ayuda de una volqueta sella la imprimación con una capa de arena. El tránsito vehicular se suspende en el tramo de imprimación hasta cuando la emulsión se encuentre seca.

- Imprimación. (Ver Figura 88)

Figura 88. Imprimación



Punto de referencia K0+540 a K0+650

15.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE

Para esta actividad se supervisó el suministro, aplicación, preparación de la superficie, uniformidad de imprimación en el área determinada, el sellado con arena y la conservación del área imprimada hasta la construcción de la siguiente capa.

Además se realizó un registro fotográfico y de bitácora.

Para este ítem se realizó un control del personal, maquinaria, y materiales. (Ver anexo F)

16. MEZCLA DENSA EN CALIENTE (CONCRETO ASFALTICO)

16.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica de tipo denso, preparada en caliente, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

16.2 MATERIALES

Agregados pétreos y llenante mineral

Los agregados pétreos y el llenante mineral para la elaboración de mezclas densas en caliente (concreto asfáltico) deberán satisfacer los requisitos de calidad impuestos para ellos en la norma respectiva. El conjunto de agregado grueso, agregado fino y llenante mineral deberá ajustarse a alguna de las siguientes gradaciones.¹⁷ (Ver cuadro 19)

Cuadro 19. Requisitos de agregados para concreto asfaltico

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA		
Normal	Alterno	MDC-1	MDC-2	MDC-3
25.0 mm	1"	100	-	-
19.0 mm	3/4"	80-100	100	-
12.5 mm	1/2"	67-85	80-100	-
9.5 mm	3/8"	60-77	70-88	100
4.75 mm	No.4	43-54	51-68	65-87
2.00 mm	No.10	29-45	38-52	43-61
425 µm	No.40	14-25	17-28	16-29
180 µm	No.80	8-17	8-17	9-19
75 µm	No.200	4-8	4-8	5-10

Para esta actividad, se utilizó una mezcla densa en caliente de tipo MDC-2.

¹⁷ MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS "INVIAS". Especificaciones generales de construcción de Carreteras, Capítulo IV. Artículo 450. Mezcla densa el caliente.

16.3 CARPETA DE PAVIMENTO

Inicialmente, se alistó la superficie y luego se delimitó el área a ser pavimentada, con el replanteo del eje y sus anchos. (Ver figura 89)

Las mezclas deberán extenderse sobre superficies secas y previamente imprimadas.

Figura 89. Preparación de base para instalación de mezcla asfáltica



Punto de referencia K0+905 a K0+940

La carpeta tiene un ancho total de 6 m y se pavimento por carriles ancho de 3 m, el espesor de la carpeta es de 7 cm, en una longitud de 1200 metros.

La pavimentación se realizó de K0+000 a K1+100, pero se salto el tramo donde se ubica la tubería de acueducto, debido a que con el daño presentado se afectó la estructura del pavimento y además por orden de Empoobando, no se permitió el trabajo con maquinaria pesada en este sector. Por tanto, el tramo de la variante y tubería se pavimento posteriormente, cuando el terreno estuvo preparado.

El profesional encargado de la pavimentación (Ing. Consuelo Criollo) efectúa la calibración de la pavimentadora teniendo en cuenta que el porcentaje de compactación del material (25%) y el espesor de la carpeta.

Se procedió a la extensión de la mezcla, cuidando el descargue de las volquetas en la Finisher y verificando la temperatura de llegada de la mezcla asfáltica. (Ver figura 90)

Figura 90. Descargue de la mezcla asfáltica MDC-2



Punto de referencia K0+915 a K0+930

La temperatura de la mezcla salida de la planta fue de 160 °C y a la llegada a la obra la mezcla asfáltica tenía una temperatura de 140° C, con la cual se procedía a descargar a la terminadora, para su extensión.

Mediante el empleo de personal se efectúa la terminación de la conformación de la carpeta de pavimentación como la conformación de sus respectivos bordes y el chequeo de su espesor. (Ver figura 91)

Para esta actividad se estableció un precio unitario por metro cubico de \$408.933 y en total se ejecutaron 540m³, dando un total de \$220'826.520.

Figura 91. Conformación carpeta pavimento



Punto de referencia K0+855 a K0+875

La compactación se inicio utilizando rodillo tándem, durante la compactación las ruedas de las apisonadoras deberán mantenerse húmedas para evitar que se adhieran al material. Antes de iniciar la compactación se vigila que la temperatura sea la adecuada y que pueda soportar el paso del vibrocompactador.

Tras haberse hecho las correcciones necesarias después del apisonado inicial, se procede a seguir compactando con el rodillo neumático. (Ver figura 92)

Figura 92. Compactación carpeta



Punto de referencia K0+805 a K0+865

Par esta actividad también se estuvo en la planta de asfalto ubicada en Pilcuan, donde se chequeo la temperatura de mezcla producida 160°C , la toma de muestra para los ensayos, su cargue y despacho en las volquetas. (Ver figura 93)

Figura 93. Planta de asfalto Pilcuan



16.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO POR EL PASANTE

Se chequeó los alineamientos del diseño para la pavimentación, además de supervisar la limpieza de la superficie, uniformidad de carpeta en el área determinada y el no paso del tránsito vehicular. Además se realizó un registro fotográfico y de bitácora, como también el control de personal, maquinaria, suministros y materiales; sobre todo control del volumen de mezcla utilizada, mediante el conteo y cubicación de las volquetas.

Se comprobó el espesor de la carpeta de pavimentación y se verificó la temperatura de llegada para la extensión y la compactación de este.

En planta se chequeó la temperatura a la que salía la mezcla y se chequeo que el cubicaje de mezcla que llevaba cada volqueta sea el correcto, como también se verificó que la mezcla quede bien cubierta para su transporte (antes del cague se chequea la limpieza del volcó).

En diseño de la mezcla asfáltica de la Planta de Pilcuan cumple con todas las especificaciones dada por el INVIAS para una mezcla densa en caliente MDC-2, (Método Marshall). Ver Anexo N

Por último, se supervisó la toma de la muestra de la mezcla (muestras tomadas cada día en los cuales se despachó la mezcla asfáltica), con la muestra se realizaron cuatro briquetas, pero su ensayo no se supervisó, porque en el laboratorio de la planta no se encontraba el equipo necesario. La toma de las muestras se realizaba con el fin de comparar la calidad de la misma; en donde:

En la Resistencia en el ensayo Marshall (INV E-748), la estabilidad media de las cuatro probetas deberá ser como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) de 1209 Kg (estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo); es decir mayor de 1088 Kg. Además, la estabilidad de cada probeta deberá ser igual o superior a ochenta por ciento (80%) del valor medio de estabilidad, admitiéndose solo un valor individual por debajo de ese límite.

El flujo medio de las probetas sometidas al ensayo de estabilidad (F_m) deberá encontrarse entre el ochenta y cinco por ciento (85%) y el ciento quince por ciento (115%) de 3.08 mm (flujo en la mezcla aprobada como fórmula de trabajo, es decir, el valor debe encontrarse entre el intervalo de 2.618mm y 3.5 mm.

Se aclara que fue labor del pasante el verificar la toma de las muestras y no la realización de los ensayos fueron los propietarios de la planta los encargados de realizarlos y entregar los resultados al Ing. Director. Cabe resaltar que estos resultados finalmente no fueron entregados, ni tampoco solicitados por la empresa contratista hasta el momento.

17. OTRAS OBRAS

17.1 MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON GEOTEXTIL

Entre las abscisas K0+000 a K0+014, en mitad de de calzada, se realizó un mejoramiento de la subrasante con geotextil. (Ver figura 94)

LONGITUD:	9 m
ANCHO:	3.5 m
PROFUNDIDAD:	1.5 m

Figura 94. Mejoramiento se subrasante con geotextil



Punto de referencia K0+000 a K0+014

El procedimiento a seguir fue la excavación, la conformación de la misma, colocación del geotextil, relleno con material seleccionado y su compactación.

Se realizaron los controles de dimensiones, uniformidad y conformación de la excavación, adecuada extensión del geotextil el relleno con el material apropiado y su adecuada compactación en capa.

17.2 MEJORAMIENTO RECEBO- CEMENTO

Entre las abscisas K0+385 a K0+410, donde se encuentra la tubería del acueducto de Ipiales, se realizó un mejoramiento de recebo – cemento, debido a que en este sector no se pudo utilizar vibrocompactador. (Ver figura 95)

Figura 95. Mejoramiento recebo-cemento



Punto de referencia K0+385 a K0+410

Para su ejecución después de preparada la capa de subbase, se extendió el material de la capa de base el cemento a utilizar, el cual se mezcló en la vía y por último se compacta mediante el compactador sin emplear vibración.

Este ítem fue una obra no prevista, y tuvo un costo unitario de \$115.384, se ejecutaron 32 m³, dando un total de \$3'692.288.

Los controles ejecutados en esta actividad fueron los de verificar la limpieza del terreno, registro del cemento empleado, el cual a criterio de interventoría se debía hacer con la mezcla de 70 bultos de cemento y 28 m³ de material de base, finalmente se supervisó el mezclado y chequeo de niveles.

No se tomaron ensayos de densidad, al considerarse como un mejoramiento preventivo ante la presencia de la tubería de acueducto que atraviesa la vía, que no permitía la utilización de vibración. Además, con la mezcla de recebo cemento se asegura un mejor comportamiento del suelo que con la sola utilización de material de base, así que para contratista e interventoría se garantizaba la compactación suficiente del terreno (Este ítem no estaba contemplado en el inicio del proyecto).

Como en todas las actividades se llevó un registro fotográfico y de bitácora el igual que maquinaria, material, equipo, personal y suministros.

17.3 DISIPADOR

En la abscisa K0+000, donde se encuentra la alcantarilla N° 1, para controlar el agua proveniente del talud hubo la necesidad de construir un disipador con concreto tipo F. (Ver figura 96)

Figura 96. Disipador



Punto de referencia K0+000

Para su ejecución se realizó y perfilo la excavación, se encofró, se fundió el disipador, se desencofró y finalmente se curó.

Los controles ejecutados en esta actividad fueron los de verificar las dimensiones y la adecuada conformación de la excavación, se supervisó el mezclado y dosificación de la mezcla de concreto, se midió el volumen de concreto (3m^3) y finalmente chequeo la terminación del dissipador.

Como en todas las actividades se llevó un registro fotográfico y de bitácora el igual que maquinaria, material, equipo, personal y suministros.

17.4 COMIENZO CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS

Este trabajo consiste en el acondicionamiento y el recubrimiento con concreto de las cunetas del proyecto de acuerdo con las formas, dimensiones y en los sitios señalados en los planos. Las cunetas se construirán a lo largo de toda la vía y en el ancho de cada carril tiene destinado una longitud de 1m, incluido el bordillo.

Se verifica las condiciones del terreno donde se van a construir y en el caso, de ser necesario, se retiró el material que se encuentre en mal estado y se adiciona material seleccionado, compactando el terreno adecuadamente. Además, se chequean las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas.

Se supervisa la instalación de las formaletas (metálica), buscado que las cunetas queden construidas con las secciones y espesores señalados en los planos.

Se chequean las juntas a los intervalos y con la abertura indicadas en los planos. También se revisa que sus bordes serán verticales y normales, al alineamiento de la cuneta y finalmente para el concreto utilizado tipo F se chequeo el estado de los materiales y equipo (mezcladora), también se supervisa el mezclado, colocación, vibrado, curado y acabado.

Cabe aclarar que la fecha de inicio para la construcción de las cunetas fue el tres de marzo del 2008 y el tiempo mínimo para el termino de la pasantía era el 11 de febrero, sin embargo, se ejecutaron las labores de pasante hasta el 08 de marzo; por este motivo el chequeo en cuanto a cunetas solo se hizo en un primer tramo de la abscisa K0+00 a K0+200.

En el tiempo que se colaboró en la actividad de construcción de cunetas no se autorizo llevar el equipo para toma de cilindros para verificar su resistencia, por tanto este ensayo no se pudo ejecutar. Fue labor entonces del pasante verificar el estado de los materiales a utilizar (limpieza, sobre tamaños, disponibilidad, etc.).

Según el rendimiento para la construcción de cunetas registrado la cuadrilla ejecutaba 50ml/día, por tanto se hizo la recomendación de establecer por lo

menos otra cuadrilla más para la elaboración de cunetas y cumplir con la fecha de entrega del proyecto del 19 de abril del 2008.

Figura 97. Cunetas



Punto de referencia K0+000 a K0+040

18. CONTROL DE CALIDAD

Cabe destacar que la empresa cuenta con el certificado en gestión de la calidad CIDET para la construcción de obras civiles (NTC- ISO 9001/2000). Dentro del control de calidad desarrollado en esta pasantía se partió de dos conceptos: un suficiente dimensionamiento estructural y un control de calidad en los elementos de la obra que se autorizaron a realizar.

La exigencia de un control de calidad se implementó como norma general, para evitar no solo la insatisfacción del usuario, sino riesgos y pérdidas debido al poco o inexistente control de calidad en la obra; además que es responsabilidad del contratista realizar este control. Por tanto el control de calidad se enfatizó en:

Control de calidad de los materiales, en cuanto a limpieza y cumplimiento de especificaciones técnicas. Este ítem está relacionado con los ensayos de laboratorio realizados a materiales o actividades autorizadas por el Ing. Director, descritos anteriormente. Aclarando, que se hubiera logrado un mejor control, si la empresa hubiese realizado los ensayos faltantes especificados en las normas, como la resistencia de los tubos y al concreto utilizado; entre otros.

Control de calidad de la maquinaria, equipo y suministros, en cuanto, a mantenimiento y disponibilidad. (Ver anexo F)

Control de calidad de la ejecución, en cuanto, a cada uno de los procedimientos desarrollados que garanticen el cumplimiento de las especificaciones técnicas y la normatividad prevista, ratificando su aprobación, rechazo o corrección.

Así para llevar un control de calidad, la empresa aportó los formatos para control de materiales, suministros, volúmenes de ejecución y maquinaria; también se llevaron informes diarios con la descripción de los trabajos realizados, mediciones y pruebas ejecutadas.

19. CONCLUSIONES

Es necesario que toda obra de interés público y social se someta a una supervisión técnica y control de calidad en cada etapa a desarrollar, lo que implica conocimientos especializados, aplicación de normas y especificaciones técnicas de construcción.

No es desconocido, que lograr un tránsito expedito y rápido de personas, bienes y mercancías, es parte importante del esfuerzo constructivo nacional y el proyecto ejecutado busca colaborar con ese objetivo, mas aun tratándose de una zona fronteriza; por tal motivo, el haber participado en la ejecución de la pavimentación Carlosama – Ipiales, es gratificante al saber que de alguna manera se contribuye con el desarrollo económico y la generación y distribución de productos y oportunidades en la zona.

Las vías de comunicación son obras civiles que inciden en el desarrollo de una región y el País, de ahí su importancia en el conocimiento que debe adquirir el futuro Ingeniero Civil para su desempeño laboral. Partiendo de la aplicación en su terminología, características geométricas, interpretación de planos topográficos y de diseño, materiales con que se construye, normas se deben tener en cuenta, procesos constructivos, etc., lo cual se logra con el desarrollo de una pasantía.

Cada proceso realizado para obtener un pavimento es de gran importancia, debido a que la falla en algún procedimiento ocasionara la falla de la estructura de pavimento, por tanto, se puede definir que las actividades a ejecutar son dependientes y asegurando el correcto funcionamiento de cada una se asegura el funcionamiento adecuado de toda la estructura.

Al ser adjudicado el proyecto mediante licitación pública, tanto los planos de diseño como la documentación para su ejecución se encuentran listos, por tanto, el objetivo de la empresa, será únicamente el de la ejecución en obra y es así, que como parte de la empresa, con la presencia continua en obra se va interpretando y conociendo a fondo las especificaciones proyecto y las actividades que se deben ejecutar.

A medida que se va desarrollando el proyecto se adquiere un mayor conocimiento y de este modo se facilita cada vez mas su aplicación, por ejemplo, en el inicio de la obra se ubicaron las cotas y alineamientos, las cuales también se localizaron en ítems posteriores como después de la excavación para la explanación, en la conformación de la sub-rasante, en la sub-base, base y carpeta asfáltica; así cada vez que se avanzo en el cronograma, fue mas fácil y efectiva la ubicación de los niveles y alineamientos, tanto por la practica como por la ampliación del conocimiento.

Cabe destacar la importancia de llevar un control topográfico durante la ejecución de la obra, con ayuda de la comisión de topografía, debido a que de esta manera se garantizara el cumplimiento de niveles, alineamientos y trazados del proyecto.

Se observo que para la ejecución la sub-base y la base, un aspecto relevante después de el cumplimiento de las especificaciones de los materiales a utilizar, es el proceso de compactación, debido a que tomado el ensayo de compactación y según los resultados del mismo, este determinara las condiciones de la estructura y el albedrio para continuar con la siguiente actividad, después de haber chequeado niveles (espesor) y alineamientos.

La carpeta asfáltica, por la cual van a rodar los autos, es la mas costosa, por este motivo, es primordial asegurarse que el terreno se encuentre listo antes de comenzar su ejecución y también supervisar cada actividad a realizar. Además, se observo, que la construcción de esta capa es la mas rápida, siempre y cuando este a favor el clima, la disponibilidad de la mezcla asfáltica, equipo (volquetas y pavimentadora), el terreno de base este preparado y se disponga de personal.

Las estructuras hechas con concreto hidráulico (obras de arte, dissipador, cuentas), se debe tener especial cuidado, debido a que para obtener una estructura con calidad son varios los aspectos a supervisar; como lo son: las condiciones de los materiales, la estructura de soporte, la dosificación, mezclado, transporte, colocación, vibrado, acabado y al final después de su desencofrado el curado.

Es importante destacar el papel que juega el clima en toda obra de construcción, mas aun cuando se trata de la ejecución de trabajos en una carretera, la cual se encuentra a cielo abierto; y es así como, en el transcurso de la ejecución de de las actividades se vio involucrado este factor, ya que, debido a la presencia continua de lluvias, fue inevitable la modificación del cronograma de trabajo.

Una causa muy común de las fallas de los pavimentos contruidos es la falta de control del agua y debido al estudio de suelos que fue realizado por parte del Ing. Consultor, el cual hace énfasis en que algunos sectores de la vía tenían un nivel freático en una profundidad cercana al nivel de subrasante, al igual que la observación realizada cuando se comenzó la construcción de aguas de infiltración que vierten desde los taludes, se da la importancia de proporcionar un adecuado sistema de drenaje superficial y subterránea, como en este caso lo son los filtros.

Se verifico la importancia de controlar el agua, no solo subterráneamente, sino superficialmente (cunetas), lo que se aprecia en los anteriores tramos pavimentados, en los que no construyeron cunetas, la carpeta se encuentra bastante deteriorada, a diferencia del primer tramo pavimentado, que a pesar de ser el mas viejo, cuenta a con un sistema de drenaje superficial y por tanto su carpeta se encuentra en buen estado.

En general se puede decir que el control obra y de calidad es fundamental en las obras civiles y en cada proceso constructivo, debido a que se asegura el cumplimiento de las especificaciones establecidas, garantiza la vida útil estipulada en el diseño y ayuda al personal a concientizase de sus labores y colaborar entre si para minimizar el riesgo de que se presente alguna falla durante la ejecución del proyecto.

El control de la obra y calidad se basa en la vigilancia de procesos, buscando que se desarrollen bajo condiciones controladas y con una secuencia especificada. (Las condiciones controladas, se refieren ala verificación de materiales, personal calificado, suministros, condiciones ambientales, maquinaria, procedimientos constructivos y la aplicación de normas)

En cuanto al control de los procedimientos, se debe destacar su importancia, debido a que a pesar de que las condiciones sean excelentes (clima, maquinaria, equipo, materiales y personal), un mal método constructivo dará como resultado la mala calidad del producto final; como por ejemplo, la falta de vibrado del concreto para la construcción de una alcantarilla resultara con hormigoneros y defectos visibles.

Es importante ejercer el control en obra no solo de los procesos, sino de todos los aspectos, como por ejemplo, el mantenimiento y suministro de insumos de la

maquinaria y equipo, evitando así retrasos innecesarios; del mismo modo se debe ejercer un control sobre el personal en general, buscando el cumplimiento de las actividades programadas.

Cabe destacar que una de las pautas fundamentales que garantiza la calidad del pavimento, son los materiales utilizados y los ensayos que comprueban que son aptos para su uso, sin embargo, en la ejecución de este proyecto no se realizaron algunos ensayos a materiales como el triturado para filtro, las piedras empleadas en los gaviones, la tubería utilizada en las alcantarillas, entre otros; aclarando que no se realizaron por que no fue una exigencia de interventoría y la empresa contratista decidió confiar en la calidad del producto ofrecido por sus proveedores. Aunque a consideración del pasante los ensayos debieron realizarse, dada que las especificaciones del proyecto, se basaban en las impuestas por el INVIAS donde se menciona su control.

En cuanto a los ensayos realizados para en tramo del gavión y los cajeros, cabe destacar que se utilizó material de sub-base, por tanto, el control de la compactación en estos tramos, se compararon el proctor obtenido para el material de sub-base y es así como se determinó que tanto en el mejoramiento (cajeros) como la última capa en el tramo del gavión se debía cumplir con el 95% de compactación exigido para un material de sub-base, de esta manera al realizar los ensayos de cono y arena el porcentaje de compactación no fue menor al 95 y se comprobó su adecuada compactación.

Un aspecto importante, con el que no se estuvo de acuerdo, fue en la no ejecución de ensayos para el concreto hidráulico utilizado en las alcantarillas, a razón de que en esta etapa a diario el volumen de fundición no era significativo, sin embargo, a consideración del pasante es importante tomar al menos un cilindro para determinar el cumplimiento de la resistencia de los 20000PSI, además de tomar los ensayos de Slump con el cual se puede observar la consistencia y comportamiento del concreto hidráulico utilizado.

En el ítem de conformación de calzada existente, según la norma, se debería tomar los ensayos de compactación en el terreno, sin embargo, a consideración del Ing. Director e interventor, la calzada existente contaba con un material de afirmado anterior de buenas condiciones y por tanto no se exigió los ensayos planteados. Aunque es de interés por parte del pasante los resultados que hubiera arrojado los ensayos sobre todo en aquellos sectores donde se movió bastante material y ver su comportamiento.

En cuanto a los materiales a utilizar en la sub-base y base, si se tomaron los ensayos donde se comprobó el cumplimiento de la gradación, CBR e IP. Para los ensayos restantes como las copias no fueron dispuestas al pasante, pero el Ing. Director aseguro el respectivo cumplimiento en cuanto a las partículas fracturadas, el desgaste de los agregados gruesos, índice de aplanamiento y alargamiento, equivalente de arena y CBR de las sub-base (>30%).

Para la sub-base, en cuanto a los ensayos realizados para determinar el adecuado porcentaje de compactación, estos arrojaron un resultado entre el 95 y 99%, comprobando el cumplimiento de la especificación del 95%.

Para la base, en cuanto a los ensayos realizados para determinar el adecuado porcentaje de compactación, estos arrojaron un resultado entre el 99 y 100% de compactación, el resultado del 100% cumple con la especificación, pero el 99% no cumpliría pero a consideración del Ing. Interventor como la del pasante también es un porcentaje aceptable dado que el margen de error en mínimo y además el resultado no el menor de este valor.

Para la mezcla densa en caliente, esta fue comprada y no elaborada por el contratista, por este motivo en cuanto al Marshal empleado para la dosificación de agregados pétreos y el cemento asfáltico, no fue pedido por el contratista, ya que al ser un sub-contrato, la empresa que suministro la mezcla garantizaba su calidad y buen funcionamiento.

Cuando las capas que conforman el pavimento tienen un buen desempeño se pueden obtener beneficios tanto técnicos como económicos por reducción de tiempos en los procesos constructivos, reutilización de materiales, disminución del impacto ambiental, disminución de costos de mantenimiento, entonces se puede asegurar que el seguimiento de las especificaciones técnicas para la construcción de estructura de pavimento será la garantía de su buen desempeño.

20. RECOMENDACIONES

Dar prelación a la ejecución de los ensayos a los materiales a utilizar en la obra, debido a que son estos los que empiezan a garantizar la calidad y su omisión puede representar pérdidas mayores al costo de la realización de los mismos.

Llevar un control cotidiano, en cuanto, al mantenimiento de la maquinaria y equipo, evitando así el desgaste de sus partes por descuido.

La comunicación entre todo el personal vinculado a la ejecución del proyecto debe ser prioridad, debido a que se garantiza un ambiente de trabajo agradable y mas efectivo y sobre todo se evita problemas que dependen del recurso humano y su gestión.

Es primordial, el llevar un reporte detallado de las actividades, donde se registren las horas de trabajo, utilización de personal y maquinaria, disponibilidad de materiales, cantidades ejecutadas, ensayos realizados, descripción de actividades, contratiempos presentados y observaciones a realizar en cada ítem a desarrollar, que permite un control y soporte, logrando identificar las falencias y virtudes del procedimiento llevado a cabo. Que finalmente permite una detección temprana de los errores y su correspondiente corrección en las siguientes etapas o sirve de referencia en futuros proyectos.

La señalización y elementos de protección al personal durante la ejecución de la obra debe ser una actividad indispensable y que no debe pasarse por alto, debido a que evita accidentes tanto a los usuarios y empleados de la empresa.

Estar pendiente durante la ejecución de cada una de las actividades de la pavimentación del manejo del agua, es decir cerciorarse de que se tenga un buen drenaje, debido a que los mayores problemas que se tiene en la realización de una obra es el agua y en la medida que se pueda manejar, se evitara problemas innecesarios.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS, Normas colombianas para la presentación de trabajos de grado. Quinta actualización. Santafé de Bogotá D.C.: INCONTEC, 2008. NTC 1486.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. Artículo 200. Diciembre 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. Artículo 210. Diciembre 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. Artículo 230. Diciembre 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. Artículo 300. Diciembre 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. Artículo 320. Diciembre 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. Artículo 330. Diciembre 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. Artículo 400. Diciembre 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. Artículo 420. Diciembre 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. Artículo 450. Diciembre 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. Artículo 630. Diciembre 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. Artículo 673. Diciembre 1995

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. Artículo 681. Diciembre 1995.

MONTENEGRO LOPEZ, ARTURO. Vía Puenes – Carlosama, Sector San Francisco – Puente Sobre El Río Blanco Municipio De Cuaspud – Carlosama. Documento de consultoría. 2005.

MUÑOZ RICAURTE, Guillermo. Pavimentos de Concreto Asfáltico. Tercera edición. Colombia 2005.

PAREDES CADENA, Carlos Arturo. Monografía del municipio de Cuaspud – Carlosama: 2007.

PAVIMENTACIÓN DE LA VIA CARLOSAMA – IPIALES SECTOR SAN FRANCISCO – PUENTE RIO BLANCO DEL MUNICIPIO DE CUASPUD. Documento. Pliegos definitivos de la alcaldía de Cuaspud – Carlosama. Invitación publica No. 0210. 2007.

ANEXOS

ANEXO A. Estudio de suelos de la subrasante

LABORATORIO DE SUELOS

INGENIERA HILDA MAIGUAL B.

C.B.R tomados en la vía

ABSCISA	C.B.R %
K0+020	9
K0+100	19
K0+170	40
K0+252.20	5
K0+500	1
K0+600	34
K0+720	8
K0+800	22
K0+920	11.5
K1+020	11.5
K1+110	15
K1+180	26

Diseñar la vía con un C.B.R de 10%

LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
COMPRESION SIMPLE

PROYECTO Pavimentación Vía a Carlosama- Ipiales
SECTOR San Francisco
APIQUE 1
ABSCISA K0+340,73 Lado Derecho
FECHA Febrero de 2005

ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION	% pasa		LL %	LP %	IP %	Wo %	C.B.R %	γ gr/cm3	CLASIFICACION	
		#4	#200							AASHTO	SUCS
	0.0										
	0.5										
	1.50 mts	95.5	47.5	36	31.88	4.12	32.72	40	1.75	A-2-4	SM

PROYECTO	Pavimentación Vía Carlosama-Ipiales
SECTOR	San Francisco
ABSCISA	K0+ 340,73 Lado Derecho
APIQUE	1
FECHA	Febrero de 2005

[illegible]

Gráfico 1: Gráfico de linhas mostrando a profundidade (mm) versus o número de golpes (No Golpes) para a condição "Sem Golpes". A profundidade aumenta linearmente com o número de golpes, variando de 0 mm a 600 mm em 10 golpes.

No Golpes	Profundidade (mm)
0	0
1	20
2	40
3	60
4	80
5	100
6	120
7	140
8	160
9	180
10	200

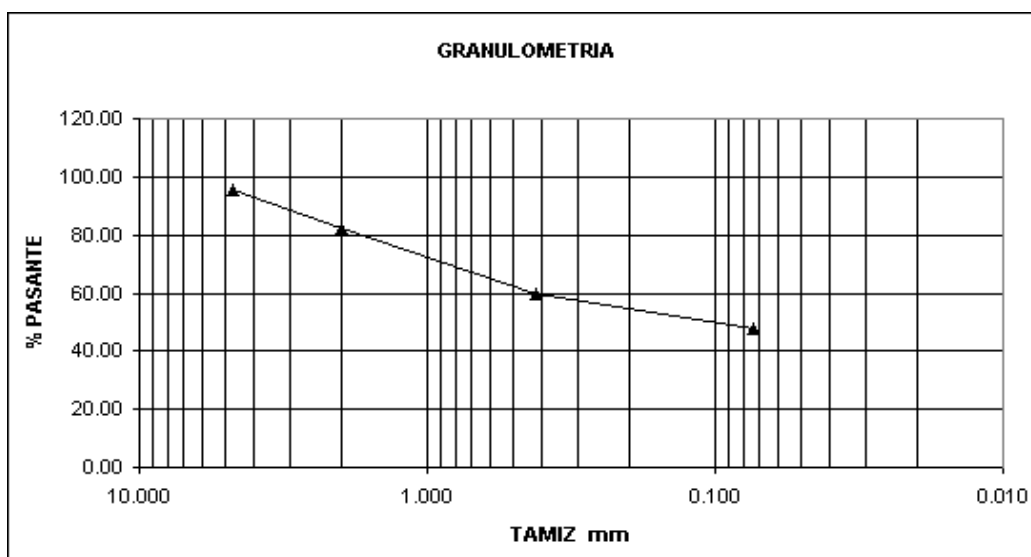
Gráfico de dispersión de No PDC mm/golpe vs PROFUNDIDAD mm. El eje Y (No PDC mm/golpe) va de 0 a 8. El eje X (PROFUNDIDAD mm) va de 0 a 600. Los datos se muestran como puntos oscuros, todos ubicados entre 7 y 8 en el eje Y, independientemente de la profundidad.

153

**LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
ANALISIS GRANULOMETRICO**

PROYECTO	Pavimentación Vía Carlosama-Ipiales
SECTOR	San Francisco
ABSCISA	K1+ 340,73 Lado Derecho
APIQUE	1
FECHA	Febrero de 2005

TAMIZ	Abertura mm	PESO RET	% RETENID	%PASANTE
		-	-	100.00
4	4.760	18.000	4.50	95.50
10	2.000	54.000	13.50	82.00
40	0.420	90.000	22.50	59.50
200	0.074	48.000	12.00	47.50
P200		190.000	47.50	
		400.000		

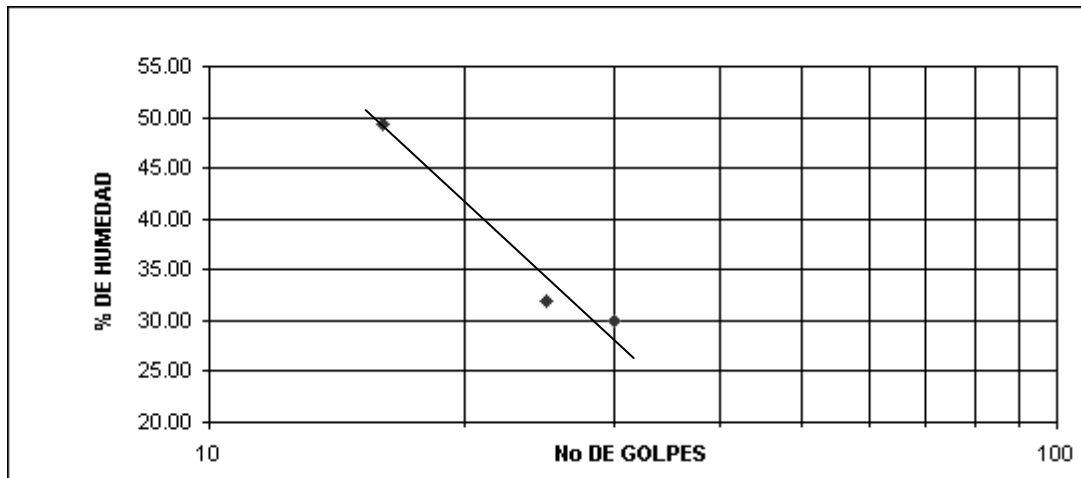


HILDA MAIGUAL BOTINA

ENSAYO DE HUMEDAD Y LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO Pavimentación Vía Carlosama-
 Ipiales
 SECTOR San Francisco
 ABSCISA K0+ 340,73 Lado Derecho
 APIQUE 1
 FECHA Febrero de 2005

ENSAYO No	1	2	3	
Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LP
Peso de la muestra húmeda+recip	59	59.4	66.2	29.5
Peso de la muestra seca +recip.	47.8	47.5	47.7	24.6
Peso del agua	11.2	11.9	18.5	4.9
Peso del recipiente	10.36	10.33	10.25	9.23
Peso de la muestra seca	37.44	37.17	37.45	15.37
No de golpes	30	25	16	
Humedad %	29.91	32.02	49.40	31.88



Límite Líquido	36%	Humedad	
Límite Plástico	31.88%	P1	110.8
Índice de Plasticidad	4.12%	P2	85.79
Pasa No 10	82%	P3	9.35
Pasa No 40	59.5%	W	32.72%
Pasa No. 200	47.5%	Clasificación USC	SM
		A.A.S.H.T.O	A-2-4

**BORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
COMPRESION SIMPLE**

PROYECTO Pavimentación Vía a Carlosama-Ipiales
SECTOR San Francisco
APIQUE 2
ABSCISA K0+730,45 Lado Izquierdo
FECHA Febrero de 2005

ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION	% pasa		LL %	LP %	IP %	W _n %	C.B.R %	γ gr/cm3	CLASIFICACION	
		#4	#200							AASHTO	SUCS
	0.0										
	0.5										
	1.50 mts	96.33	42.81	35	30.82	4.18	33.63	37	1.75	A-2-4	SM

LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (CPD)

PROYECTO Pavimentación Vía Carlosama-Ipiales
 SECTOR San Francisco
 ABSCISA K0+730,45 Lado Derecho
 APIQUE 2
 FECHA Febrero de 2005

No.	Golpes	% DSN	Profund.	mm/Golp	C.B.R
Golpes	Acum		mm		
0	0	0.0	0	7.1875	37.0%
6	6	6.3	50	7.1875	
6	12	12.5	100	7.1875	
6	18	18.8	150	7.1875	
6	24	25.0	190	7.1875	
6	30	31.3	230	7.1875	
6	36	37.5	280	7.1875	
6	42	43.8	320	7.1875	
6	48	50.0	350	7.1875	
6	54	56.3	380	7.1875	
6	60	62.5	410	7.1875	
6	66	68.8	460	7.1875	
6	72	75.0	500	7.1875	
6	78	81.3	550	7.1875	
6	84	87.5	600	7.1875	
6	90	93.8	630	7.1875	
6	96	100.0	690	7.1875	
Rechazo					

CURVA PDC

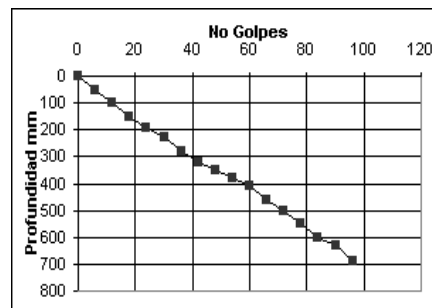
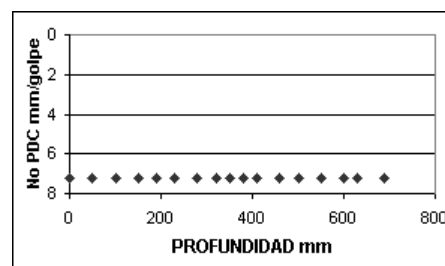
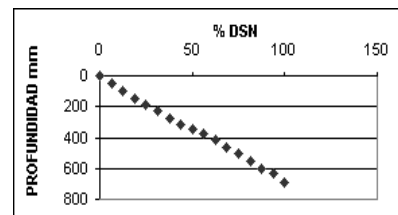


DIAGRAMA ESTRUCTURAL



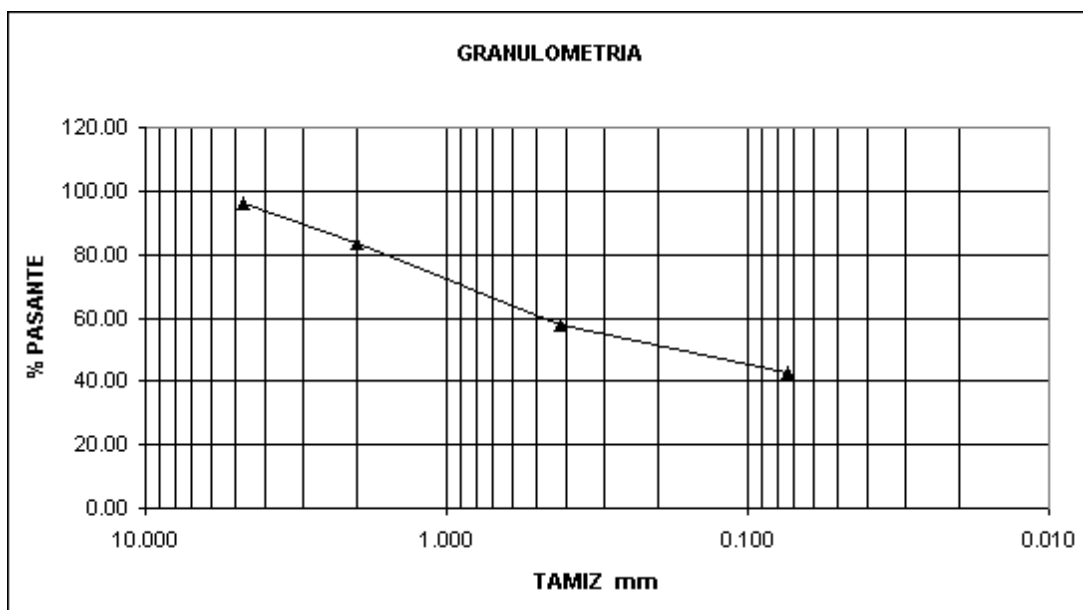
CURVA DE BALANCE ESTRUCTURAL



LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
ANALISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO	Pavimentación Vía Carlosama-Ipiales
SECTOR	San Francisco
ABSCISA	K0+ 730,45 Lado Izquierdo
APIQUE	2
FECHA	Febrero de 2005

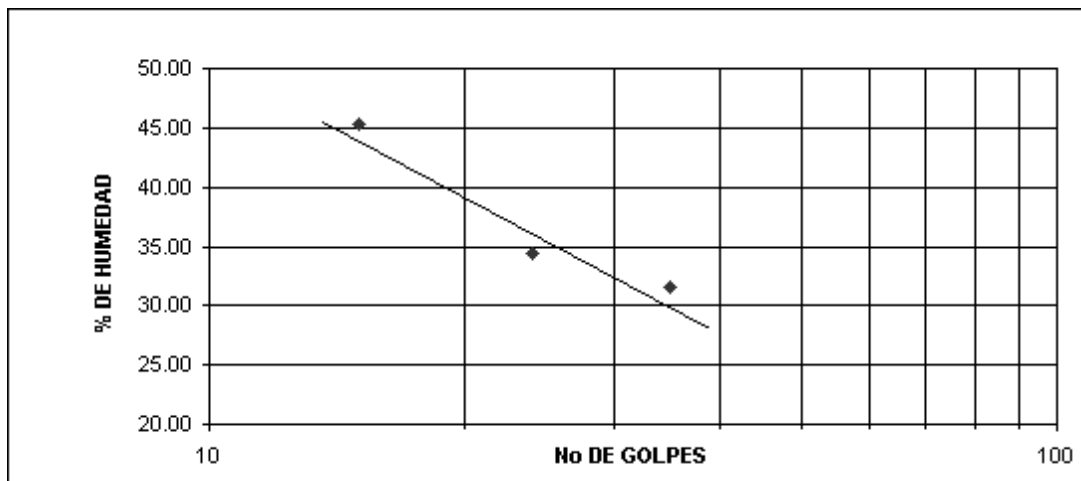
TAMIZ	Abertura mm	PESO RET	% RETENID	%PASANTE
		-	-	100.00
4	4.760	12.000	3.67	96.33
10	2.000	41.000	12.54	83.79
40	0.420	84.000	25.69	58.10
200	0.074	50.000	15.29	42.81
P200		140.000	42.81	
		327.000		



LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
ENSAYO DE HUMEDA Y LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO Pavimentación Vía Carlosama-
Ipiales
SECTOR San Francisco
ABSCISA K0+ 730,45 Lado Izquierdo
APIQUE 2
FECHA Febrero de 2005

ENSAYO No	1	2	3	
Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LP
Peso de la muestra húmeda+recip	58.9	59	65.21	30.45
Peso de la muestra seca +recip.	47.25	46.5	48	25.8
Peso del agua	11.65	12.5	17.21	4.65
Peso del recipiente	10.42	10.11	10	10.71
Peso de la muestra seca	36.83	36.39	38	15.09
No de golpes	35	24	15	
Humedad %	31.63	34.35	45.29	30.82



Límite Líquido	35%	Humedad	
Límite Plástico	30.82%	P1	114.2
Índice de Plasticidad	4.18%	P2	87.81
Pasa No 10	83.79%	P3	9.35
Pasa No 40	58.1%	W	33.63%
Pasa No. 200	42.81%	Clasificación USC	SM
		A.A.S.H.T.O	A-2-4

**LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
COMPRESION SIMPLE**

PROYECTO Pavimentación Vía a Carlosama-Ipiates
SECTOR San Francisco
APIQUE 3
ABSCISA K1+173,10 Lado Derecho
FECHA Febrero de 2005

ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION	% pasa		LL %	LP %	IP %	W _p %	C.B.R %	γ gr/cm3	CLASIFICACION	
		#4	#200							AASHTO	SUCS
	0.0										
	0.6										
	1.50 mts	75.31	31.07	36	31.84	4.16	35.04	26	1.8	A-2-4	GM

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (CPD)

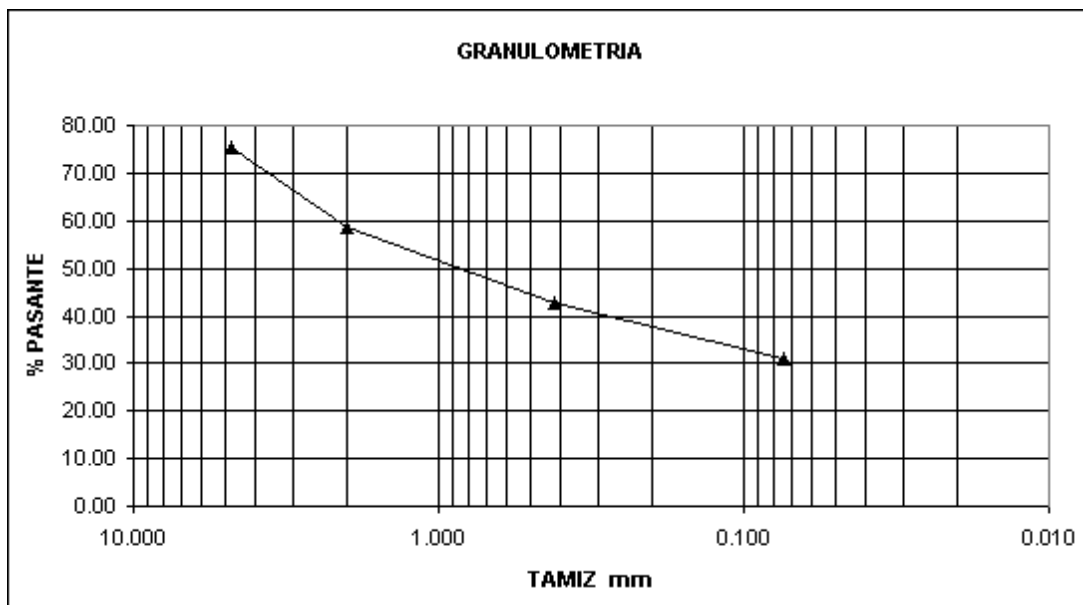
FECHA Febrero de 2005

[illegible]

LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
ANALISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO	Pavimentación Vía Carlosama-Ipiales
SECTOR	San Francisco
ABSCISA	K1+ 173,10 Lado Derecho
APIQUE	3
FECHA	Febrero de 2005

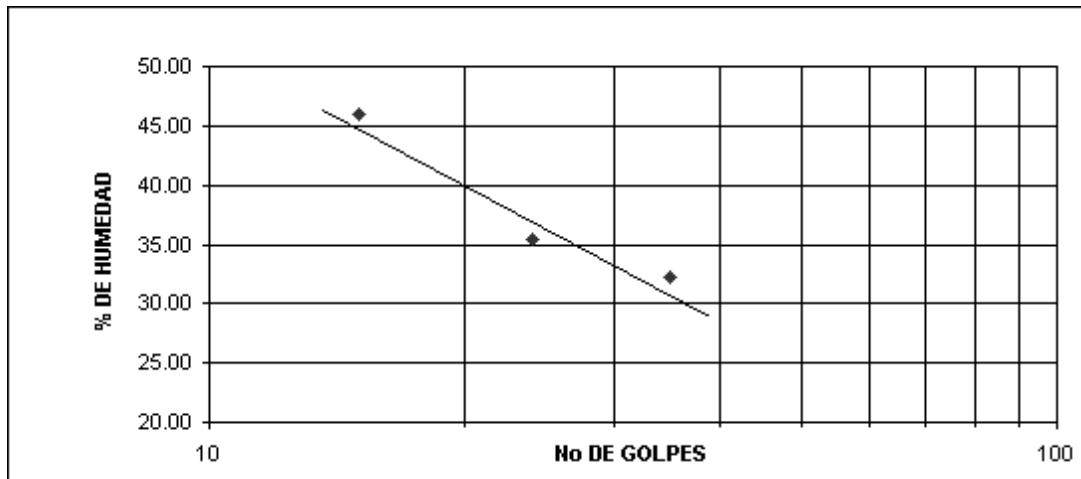
TAMIZ	Abertura mm	PESO RET	% RETENID	%PASANTE
		-	-	100.00
4	4.760	120.000	24.69	75.31
10	2.000	80.000	16.46	58.85
40	0.420	79.000	16.26	42.59
200	0.074	56.000	11.52	31.07
P200		151.000	31.07	0.00
		486.000		



LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
ENSAYO DE HUMEDA Y LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO Pavimentación Vía Carlosama-
Ipiales
SECTOR San Francisco
ABSCISA K1+ 173,10 Lado Derecho
APIQUE 3
FECHA Febrero de 2005

ENSAYO No	1	2	3	
Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LP
Peso de la muestra húmeda+recip	60.55	62.76	69.87	33.11
Peso de la muestra seca +recip.	48.33	48.99	51	27.7
Peso del agua	12.22	13.77	18.87	5.41
Peso del recipiente	10.42	10.11	10	10.71
Peso de la muestra seca	37.91	38.88	41	16.99
No de golpes	35	24	15	
Humedad %	32.23	35.42	46.02	31.84



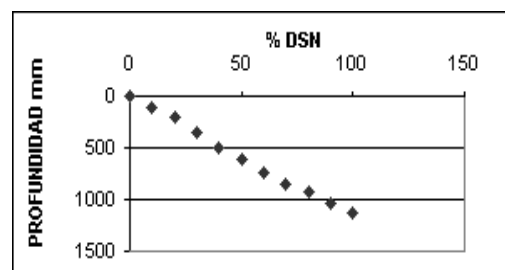
Límite Líquido 36%
Límite Plástico 31.84%
Índice de Plasticidad 4.16%
Pasa No 10 86.4%
Pasa No 40 62.54%
Pasa No. 200 45.62%

Humedad
P1 120.49
P2 91.65
P3 9.35
W 35.04%
Clasificación USC GM
A.A.S.H.T.O A-2-4

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (CPD)

FECHA Febrero de 2005

--	--	--	--	--	--



LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (CPD)

PROYECTO	Pavimentación Vía Carlosama-Ipiales
SECTOR	San Francisco
ABSCISA	K0+ 100 Lado Izquierdo
TRAMO	1
FECHA	Febrero de 2005

[illegible]

CURVA PDC

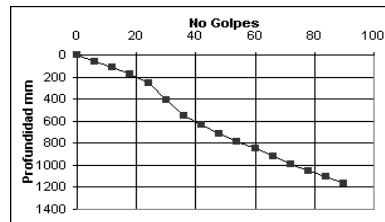
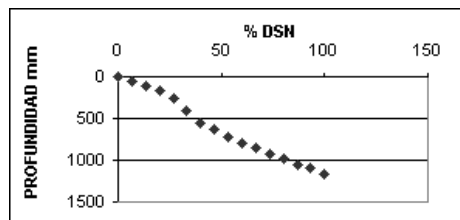
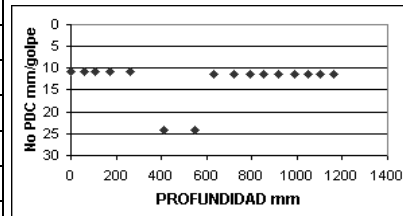


DIAGRAMA ESTRUCTURAL



LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (CPD)

PROYECTO	Pavimentación Vía Carlosama-Ipiales
SECTOR	San Francisco
ABSCISA	K0+ 170 Lado Derecho
TRAMO	1
FECHA	Febrero de 2005

[illegible]

CURVA PDC

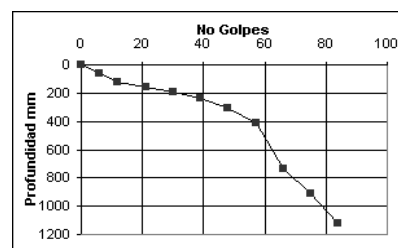
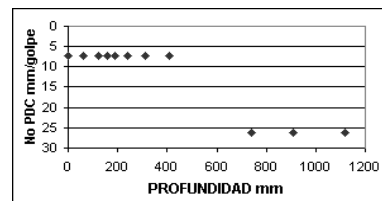
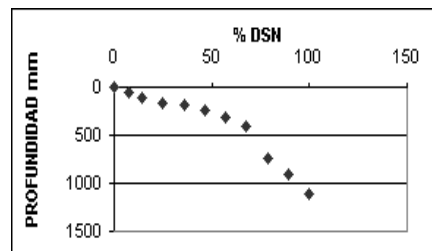


DIAGRAMA ESTRUCTURAL



CURVA DE BALANCE ESTRUCTURAL



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (CPD)

FECHA Febrero de 2005

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (CPD)

PROYECTO	Pavimentación Vía Carlosama-Ipiales
SECTOR	San Francisco
ABSCISA	K0+ 500 Lado Derecho
TRAMO	2
FECHA	Febrero de 2005

LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (CPD)

PROYECTO	Pavimentación Vía Carlosama-Ipiales
SECTOR	San Francisco
ABSCISA	K0+ 600 Lado Izquierdo
TRAMO	2
FECHA	Febrero de 2005

[illegible]

CURVA PDC

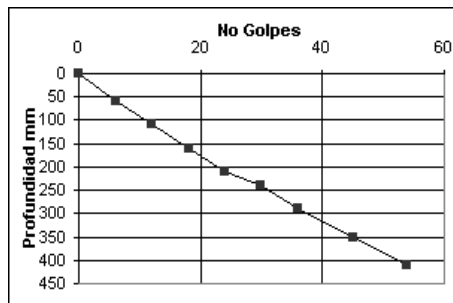
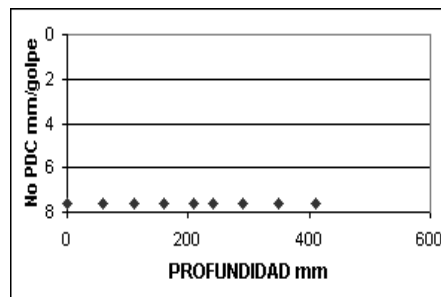
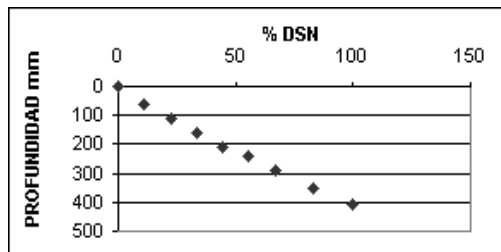


DIAGRAMA ESTRUCTURAL



CURVA DE BALANCE ESTRUCTURAL



LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (CPD)

PROYECTO	Pavimentación Vía Carlosama-Ipiales
SECTOR	San Francisco
ABSCISA	K0+800 Lado Derecho
TRAMO	3
FECHA	Febrero de 2005

[illegible]

CURVA PDC

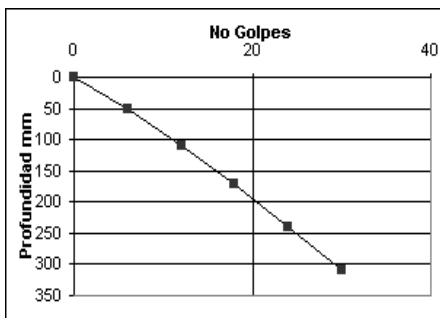
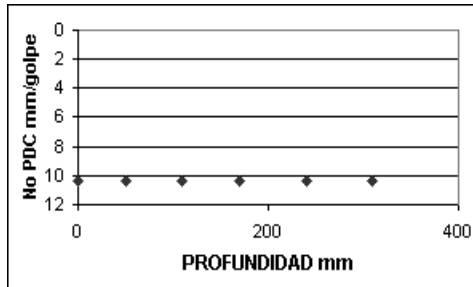
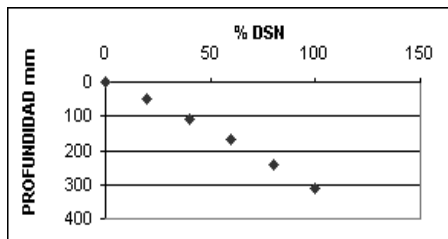


DIAGRAMA ESTRUCTURAL



CURVA DE BALANCE ESTRUCTURAL



LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (CPD)

PROYECTO	Pavimentación Vía Carlosama-Ipiales
SECTOR	San Francisco
ABSCISA	K0+920 Lado Izquierdo
TRAMO	3
FECHA	Febrero de 2005

[illegible]

CURVA PDC

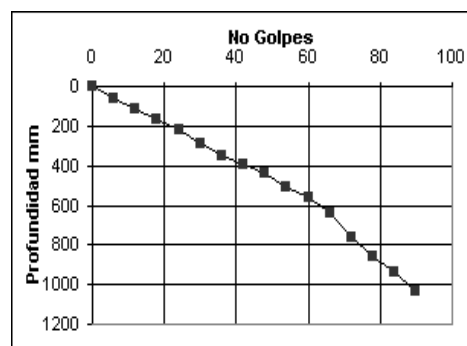
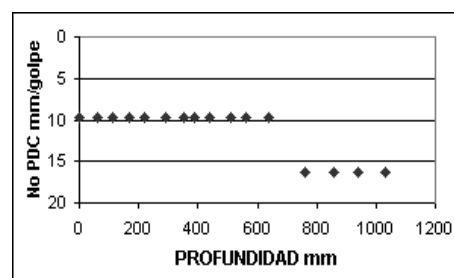
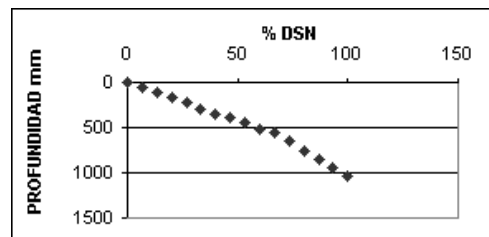


DIAGRAMA ESTRUCTURAL



CURVA DE BALANCE ESTRUCTURAL



LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (CPD)

PROYECTO	Pavimentación Vía Carlosama-Ipiales
SECTOR	San Francisco
ABSCISA	K1+020 Lado Izquierdo
TRAMO	3
FECHA	Febrero de 2005

[illegible]

CURVA PDC

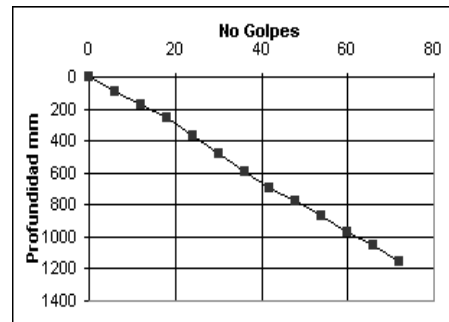
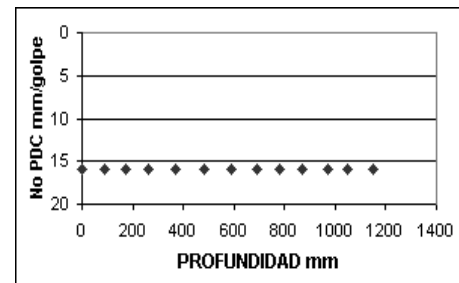
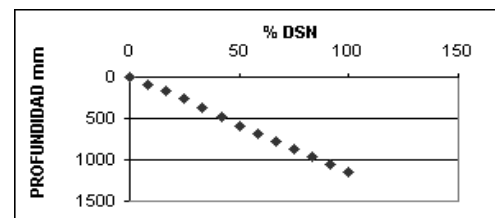


DIAGRAMA ESTRUCTURAL



CURVA DE BALANCE ESTRUCTURAL



LABORATORIO DE SUELOS
HILDA MAIGUAL BOTINA
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (CPD)

PROYECTO	Pavimentación Vía Carlosama-Ipiales
SECTOR	San Francisco
ABSCISA	K1+ 180 Lado Derecho
TRAMO	3
FECHA	Febrero de 2005

[illegible]

CURVA PDC

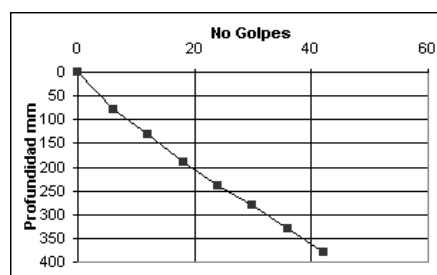
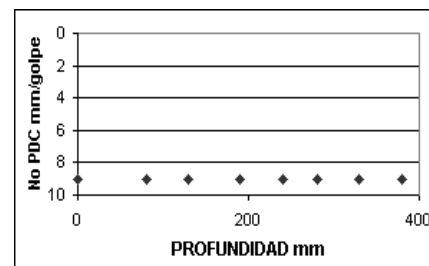
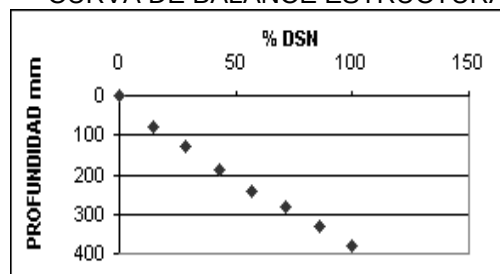


DIAGRAMA ESTRUCTURAL



CURVA DE BALANCE ESTRUCTURAL



ANEXO B

Tablas y planos de diseño geométrico

ELEMENTOS CURVAS HORIZONTALES

CURVA #	CUERDA C (m)	RADIO R (m)	GRADO G	TANGENTE T (m)	LONGITUD L (m)	CUERDA LARGA LC (m)	EXTERNA E (m)	DEFLEXION D (°)
1	5	52,41	5° 28' 06"	7,07	14,06	14,02	0,48	15° 22' 36"
2	5	90,56	3° 09' 50"	17,37	34,31	34,11	1,65	21° 42' 36"
3	5	44,40	6° 27' 20"	12,03	23,49	23,22	1,60	30° 19' 43"
4	5	40,80	7° 01' 34"	9,54	18,74	18,57	1,10	26° 19' 59"
5	5	46,53	6° 09' 35"	14,14	27,47	27,05	2,10	33° 50' 31"
6	5	44,89	6° 23' 06"	10,23	20,11	19,94	1,15	25° 40' 51"
7	5	40,45	7° 05' 13"	15,86	30,34	29,54	3,00	43° 00' 10"
8	5	18,08	15° 53' 46"	4,06	7,98	7,92	0,45	25° 22' 12"
9	5	45,32	6° 19' 28"	11,35	22,25	22,02	1,40	28° 08' 38"
10	5	124,18	2° 18' 26"	21,51	42,61	42,40	1,85	19° 39' 41"
11	5	100,33	2° 51' 20"	13,47	26,78	26,70	0,90	15° 17' 42"
12	5	998,16	0° 17' 13"	34,61	69,20	69,19	0,60	3° 58' 20"
13	5	67,64	4° 14' 11"	12,25	24,23	24,10	1,10	20° 31' 45"
14	5	40,70	7° 02' 36"	11,52	22,46	22,17	1,60	31° 38' 17"
15	5	48,79	5° 52' 27"	10,42	20,53	20,38	1,10	24° 07' 11"
16	5	80,34	3° 33' 59"	22,53	43,94	49,39	3,10	31° 20' 30"
17	5	31,74	9° 02' 07"	7,17	14,11	13,99	0,80	25° 29' 50"
18	5	54,13	5° 17' 39"	10,45	20,65	20,53	1,00	21° 51' 56"
19	5	18,44	15° 35' 01"	6,36	12,25	12,03	1,07	38° 10' 48"
20	5	42,45	6° 45' 09"	6,50	12,90	12,85	0,49	17° 25' 17"
21	5	45,57	6° 17' 23"	15,30	29,52	29,01	2,50	37° 08' 04"
22	5	23,15	12° 23' 57"	11,72	21,71	20,92	2,80	53° 50' 12"
23	5	34,16	8° 23' 38"	14,63	27,64	26,90	3,00	46° 24' 05"

DISEÑO EN PLANTA

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
	Km	(°)	(')	$dc(°)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
PC	0+000.00	0	0	0.00
	0+005.00	2	44	2.73
CURVA # 1	0+010.00	5	29	5.47
PT	0+014.06	7	41	7.69
	0+020.00			
	0+030.00			
PC	0+037.32	0	0	0.00
	0+040.00	0	51	0.85
	0+045.00	2	26	2.43
	0+050.00	4	1	4.01
CURVA # 2	0+055.00	5	36	5.59
	0+060.00	7	10	7.18
	0+065.00	8	45	8.76
	0+070.00	10	20	10.34
PT	0+071.64	10	51	10.86
	0+080.00			
	0+090.00			
	0+100.00			
	0+110.00			
	0+120.00			
	0+130.00			
PC	0+138.88	0	0	0.00
	0+140.00	0	43	0.72
	0+145.00	3	57	3.95
CURVA # 3	0+150.00	7	11	7.18
	0+155.00	10	24	10.41
	0+160.00	13	38	13.63
PT	0+162.37	15	10	15.16
	0+170.00			
	0+180.00			
PC	0+184.10	0	0	0.00
	0+185.00	0	38	0.63
	0+190.00	4	9	4.15
CURVA # 4	0+195.00	7	39	7.66

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
	Km	(°)	(')	$dc(°)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
	0+200.00	11	10	11.17
PT	0+202.84	13	10	13.17
	0+210.00			
	0+220.00			
PC	0+224.72	0	0	0.00
	0+230.00			3.25
	0+235.00			11.54
CURVA # 5	0+240.00			11.54
	0+245.00			11.54
	0+250.00			11.54
PT	0+252.16	16	54	16.90
	0+260.00			
	0+270.00			
PC	0+272.15	0	0	0.00
	0+275.00	1	49	1.82
	0+280.00	5	1	5.01
CURVA # 6	0+285.00	8	12	8.20
	0+290.00	11	24	11.40
PT	0+292.26	12	50	12.84
PC	0+300.02	0	0	0.00
	0+305.00			3.53
	0+310.00			7.07
CURVA # 7	0+315.00			10.62
	0+320.00			14.16
	0+325.00			17.70
PT	0+330.26	21	26	21.43
PC	0+340.70	0	0	0.00
CURVA # 8	0+345.00			6.84
PT	0+348.68	12	41	12.69
	0+350.00			
	0+360.00			
	0+370.00			
PC	0+372.76	0	0	0.00
	0+375.00			1.42
CURVA # 9	0+380.00			4.58
	0+385.00			7.74
PT	0+395.01	14	4	14.07

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
	Km	(°)	(')	$dc(°)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
PC	0+395.81	0	0	0.00
	0+400.00	0	58	0.97
	0+405.00	2	7	2.12
	0+410.00	3	16	3.27
	0+415.00	4	26	4.43
CURVA # 10	0+420.00	5	35	5.58
	0+425.00	6	44	6.73
	0+430.00	7	53	7.89
	0+435.00	9	2	9.04
PT	0+438.42	9	50	9.83
	0+440.00			
	0+450.00			
	0+460.00			
PC	0+466.67	0	0	0.00
	0+470.00	0	57	0.95
	0+475.00	2	23	2.38
CURVA # 11	0+480.00	3	48	3.81
	0+485.00	5	14	5.23
	0+490.00	6	40	6.66
PT	0+493.45	7	39	7.65
	0+500.00			
	0+510.00			
	0+520.00			
	0+530.00			
	0+540.00			
	0+550.00			
	0+560.00			
	0+570.00			
PC	0+577.30	0	0	0.00
	0+580.00	0	5	0.08
	0+585.00	0	13	0.22
	0+590.00	0	22	0.36
	0+595.00	0	30	0.51
	0+600.00	0	39	0.65
	0+605.00	0	48	0.80
CURVA # 12	0+610.00	0	56	0.94

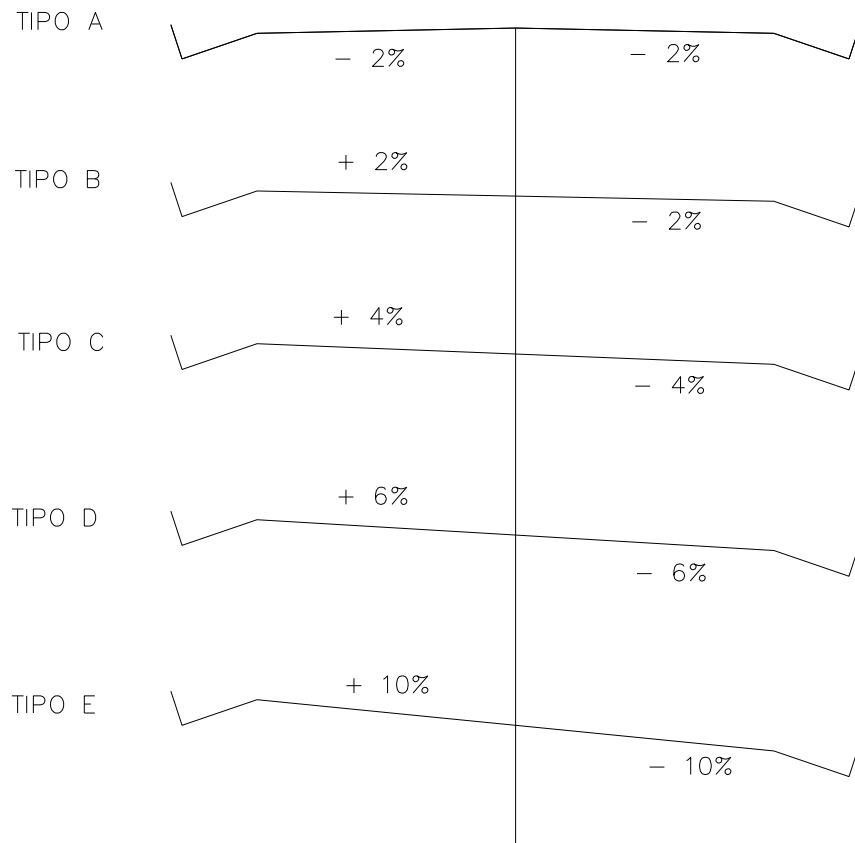
ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
	Km	(°)	(')	$dc(°)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
	0+615.00	1	5	1.08
	0+620.00	1	14	1.23
	0+625.00	1	22	1.37
	0+630.00	1	31	1.51
	0+635.00	1	39	1.66
	0+640.00	1	48	1.80
	0+645.00	1	57	1.94
PT	0+646.50	1	59	1.99
PC	0+646.80	0	0	0.00
	0+650.00	1	21	1.36
	0+655.00	3	28	3.47
CURVA # 13	0+660.00	5	36	5.59
	0+665.00	7	43	7.71
	0+670.00	9	50	9.83
PT	0+671.04	10	16	10.27
	0+680.00			
	0+690.00			
	0+700.00			
	0+710.00			
PC	0+710.97	0	0	0.00
	0+715.00	2	50	2.84
CURVA # 14	0+720.00	6	22	6.36
	0+725.00	9	53	9.88
	0+730.00	13	24	13.40
PT	0+733.43	15	49	15.82
PC	0+735.75	0	0	0.00
	0+740.00	2	30	2.50
CURVA # 15	0+745.00	5	26	5.43
	0+750.00	8	22	8.37
	0+755.00	11	18	11.31
PT	0+756.28	12	4	12.06
	0+760.00			12.06
	0+770.00			12.06
	0+780.00			12.06
PC	0+788.85	0	0	0.00
	0+800.00	3	59	3.98

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
	Km	(°)	(')	$dc(°)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
	0+805.00	5	46	5.76
	0+810.00	7	33	7.54
CURVA # 16	0+815.00	9	20	9.33
	0+820.00	11	7	11.11
	0+825.00	12	54	12.89
	0+830.00	14	41	14.68
PT	0+832.79	15	40	15.67
	0+840.00			
	0+850.00			
	0+860.00			
PC	0+869.95	0	0	0.00
	0+870.00	0	3	0.05
CURVA # 17	0+875.00	4	34	4.56
	0+880.00	9	5	9.08
PT	0+884.06	12	45	12.75
	0+890.00			
PC	0+899.03	0	0	0.00
	0+900.00	0	31	0.51
CURVA # 18	0+905.00	3	10	3.16
	0+910.00	5	48	5.81
	0+915.00	8	27	8.46
PT	0+919.68	10	56	10.93
	0+920.00			
	0+930.00			
	0+940.00			
	0+950.00			
	0+960.00			
	0+970.00			
	0+980.00			
PC	0+982.72	0	0	0.00
CURVA # 19	0+985.00	3	33	3.55
	0+990.00	11	21	11.34
PT=PC	0+994.97	19	5	19.09
	0+995.00	0	1	0.02
CURVA # 20	1+000.00	3	24	3.40
	1+005.00	6	46	6.77

ABSCISA EJE		DEFLEXIONES		
	Km	(°)	(')	$dc(°)=(0.5 \cdot Gc/C) \cdot (X2-X1)$
PT	1+007.88	8	43	8.72
	1+010.00			
	1+020.00			
	1+030.00			
PC	1+036.09	0	0	0.00
	1+040.00	2	28	2.46
	1+045.00	5	36	5.60
CURVA # 21	1+050.00	8	45	8.75
	1+055.00	11	54	11.89
	1+060.00	15	2	15.04
PT	1+065.62	18	34	18.57
	1+070.00			
	1+080.00			
PC	1+080.67	0	0	0.00
	1+085.00	5	22	5.37
CURVA # 22	1+090.00	11	34	11.57
	1+095.00	17	46	17.77
	1+100.00	23	58	23.97
PT	1+102.38	26	55	26.92
	1+110.00			
	1+120.00			
	1+130.00			
	1+140.00			
PC	1+148.54	0	0	0.00
	1+150.00	1	13	1.23
	1+155.00	5	25	5.42
CURVA # 23	1+160.00	9	37	9.62
	1+165.00	13	49	13.82
	1+170.00	18	1	18.01
	1+175.00	22	13	22.21
PT	1+176.19	23	12	23.21
	1+180.00			
	1+190.00			
PUENTE	1+196.60			

ANEXO C

Secciones tipo para la transición del peraltado



ANEXO D

Calculo de la estructura del pavimento

- **METODO TRL-93 NOTA VIAL 31.** Este método es recomendado por la AASHO para el diseño de pavimentos flexibles en países tropicales y subtropicales y para bajos niveles de tránsito.

UNIDAD DE DISEÑO 1: ABSCISA K0+000.00 – K0+400.00

a.- Tránsito TPDS = 360 Automóviles (82.00%)
18 Buses (4.00%)
62 Camiones (14.00%)

Total vehículos = 440 veh / día

Factor Direccional: FD = 50%

Factor camión: FC = 1.5 (Asumido para Colombia)

r = Tasa de crecimiento anual = 2.5%

n = Periodo de diseño = 15 años

No. Total de ejes equivalentes a 8,2 Ton:

$$\Sigma = \frac{365 * TPD * FD * \%(B + C) * FC * (1 + r)^n - 1}{Ln(1 + r)}$$
$$\Sigma = \frac{365 * 440 * 0.5 * (0.04 + 0.14) * 1.5 * (1 + 0.025)^{15} - 1}{Ln(1 + 0.025)}$$

$$\Sigma = 393621.88 = 0.39 \times 10^6 \text{ ejes equivalentes a 8.2 Ton}$$

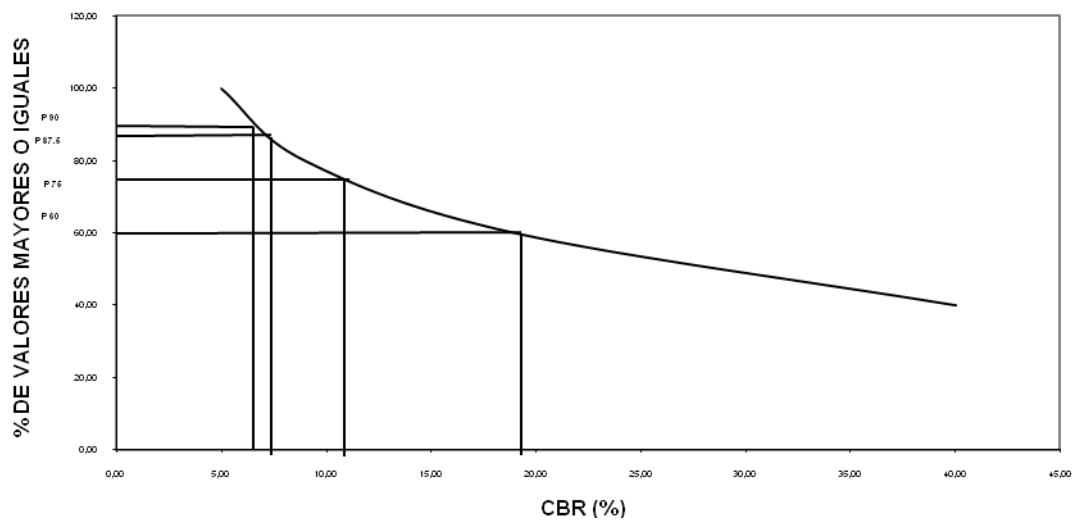
De acuerdo con el número de ejes equivalentes calculado, el tránsito proyectado se clasifica según este método de diseño como T2.

b.- Determinación del CBR de diseño

ABSCISA Km	CBR %
0 + 020.00	9.0
0 + 100.00	19.0
0 + 170.00	40.0
0 + 252.20	5.0
0 + 340.73	40.0

Resultados de ensayos de CBR (de menor a mayor)	Número de resultados de CBR mayores o iguales	% de resultados mayores o iguales
5	5	100.0
9	4	80.0
19	3	60.0
40	2	40.0
40	-	-

CBR DE DISEÑO K0+000.00 - K0+400.00



CBR de diseño (Percentil 90): 6.7%

Teniendo en cuenta el CBR de diseño obtenido y la clasificación que emplea este método para subrasante, se la ubica dentro del tipo S3 que comprende valores de CBR entre 5% y 7%.

c.- Determinación de los espesores de las capas de la estructura del pavimento

De acuerdo a las cartas de diseño proporcionadas por este método, en las cuales se emplean las clasificaciones ya establecidas de tránsito (T2) y subrasante (S3), se obtiene los espesores de las diferentes capas del pavimento.

Espesor de Carpeta Asfáltica = Tratamiento Superficial Doble

Espesor de Base Granular = 15 cm
 Espesor de Sub-base Granular = 25 cm

UNIDAD DE DISEÑO 2: ABSCISA K0+400.00 – K0+850.00

a.- Tránsito

TPDS = 360 Automóviles (82.00%)
 18 Buses (4.00%)
 62 Camiones (14.00%)

Total vehículos = 440 veh / día

Factor Direccional: FD = 50%

Factor camión: FC = 1.5 (Asumido para Colombia)

r = Tasa de crecimiento anual = 2.5% n = Periodo de diseño = 15 años

No. Total de ejes equivalentes a 8,2 Ton:

$$\Sigma = \frac{365 * TPD * FD * \%(B + C) * FC * (1 + r)^n - 1}{Ln(1 + r)}$$

$$\Sigma = \frac{365 * 440 * 0.5 * (0.04 + 0.14) * 1.5 * (1 + 0.025)^{15} - 1}{Ln(1 + 0.025)}$$

$$\Sigma = 393621.88 = 0.39 \times 10^6 \text{ ejes equivalentes a 8.2 Ton}$$

De acuerdo con el número de ejes equivalentes calculado, el tránsito proyectado se clasifica según este método de diseño como T2.

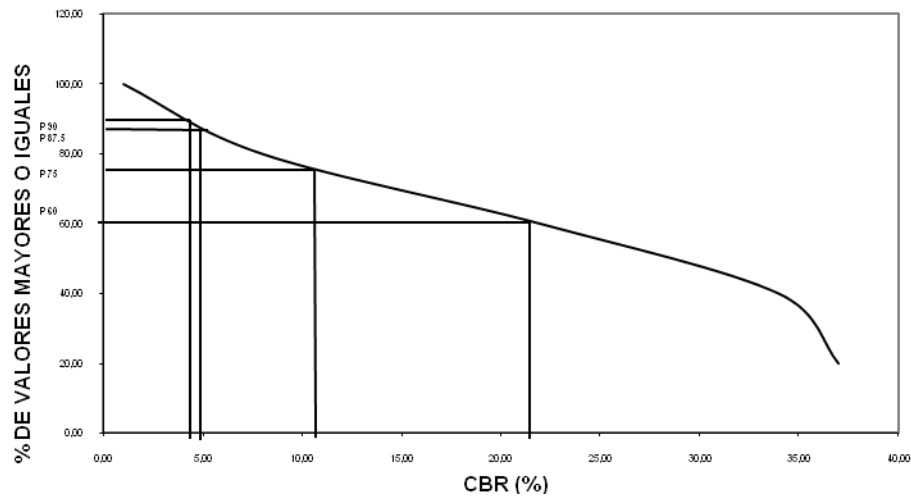
b.- Determinación del CBR de diseño

ABSCISA Km	CBR %
0 + 500.00	1.0
0 + 600.00	34.0
0 + 720.00	8.0
0 + 730.45	37.0
0 + 800.00	22.0

Resultados de ensayos de CBR (de menor a mayor)	Número de resultados de CBR mayores o iguales	Porcentaje de resultados mayores o iguales
1	5	100.0

8	4	80.0
22	3	60.0
34	2	40.0
37	1	20.0

CBR DE DISEÑO K0+400.00 - K0+850.00



CBR de diseño (Percentil 90): 4.0%

Teniendo en cuenta el CBR de diseño obtenido y la clasificación que emplea este método para subrasante, se la ubica dentro del tipo S2 que comprende valores de CBR entre 3% y 4%.

c.- Determinación de los espesores de las capas de la estructura del pavimento

De acuerdo a las cartas de diseño proporcionadas por este método, en las cuales se emplean las clasificaciones ya establecidas de tránsito (T2) y subrasante (S2), se obtiene los espesores de las diferentes capas del pavimento.

Espesor de Carpeta Asfáltica = Tratamiento Superficial Doble

Espesor de Base Granular = 15 cm

Espesor de Sub-base Granular = 30 cm

UNIDAD DE DISEÑO 3: ABSCISA K0+850.00 – K1+196.60

a.- Tránsito

TPDS = 360 Automóviles (82.00%)

18 Buses (4.00%)

62 Camiones (14.00%)

Total vehículos = 440 veh / día

Factor Direccional: FD = 50%

Factor camión: FC = 1.5 (Asumido para Colombia)

r = Tasa de crecimiento anual = 2.5%

n = Periodo de diseño = 15 años

No. Total de ejes equivalentes a 8,2 Ton

$$\Sigma = \frac{365 * TPD * FD * \% (B + C) * FC * (1 + r)^n - 1}{Ln(1 + r)}$$

$$\Sigma = \frac{365 * 440 * 0.5 * (0.04 + 0.14) * 1.5 * (1 + 0.025)^{15} - 1}{Ln(1 + 0.025)}$$

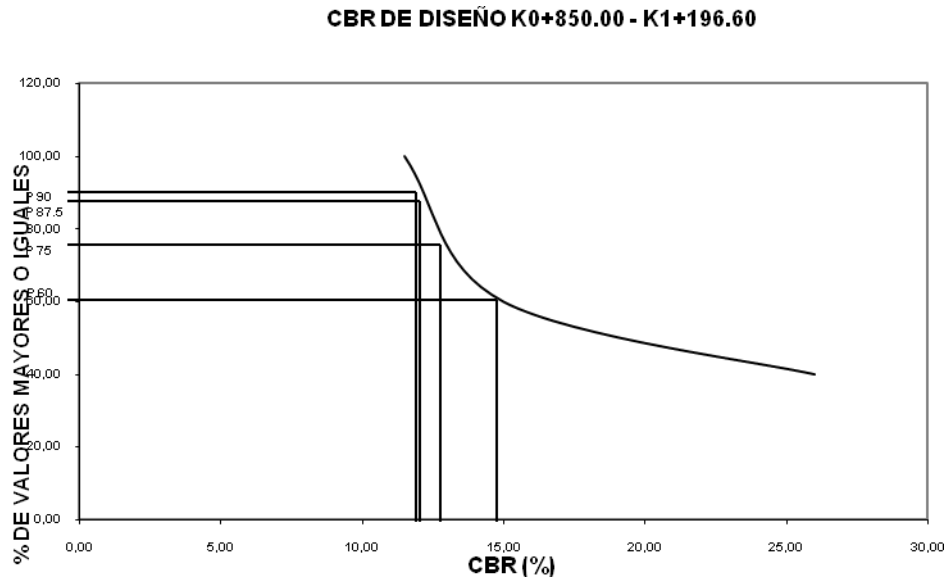
$$\Sigma = 393621.88 = 0.39 \times 10^6 \text{ ejes equivalentes a 8.2 Ton}$$

De acuerdo con el número de ejes equivalentes calculado, el tránsito proyectado se clasifica según este método de diseño como T2.

b.- Determinación del CBR de diseño

ABSCISA Km	CBR %
0 + 920.00	11.5
1 + 020.00	11.5
1 + 110.00	15.0
1 + 173.10	26.0
1 + 180.00	26.0

Resultados de ensayos de CBR (de menor a mayor)	Número de resultados de CBR mayores o iguales	Porcentaje de resultados mayores o iguales
11.5	5	100.0
11.5	-	-
15.0	3	60.0
26.0	2	40.0
26.0	-	-



CBR de diseño (Percentil 90): 12.2%

Teniendo en cuenta el CBR de diseño obtenido y la clasificación que emplea este método para subrasante, se la ubica dentro del tipo S4 que comprende valores de CBR entre 8% y 14%.

c.- Determinación de los espesores de las capas de la estructura del pavimento

De acuerdo a las cartas de diseño proporcionadas por este método, en las cuales se emplean las clasificaciones ya establecidas de tránsito (T2) y subrasante (S4), se obtiene los espesores de las diferentes capas del pavimento.

Espesor de Carpeta Asfáltica = Tratamiento Superficial Doble
 Espesor de Base Granular = 15 cm
 Espesor de Sub-base Granular = 17.5 cm

- **METODO DEL M.O.P.T.** El Ministerio de Transporte a través del Instituto Nacional de Vías, recomienda el siguiente proceso de diseño para las vías con bajos volúmenes de tránsito, evento que se presenta en el proyecto que se está considerando.

UNIDAD DE DISEÑO 1: ABSCISA K0+000.00 – K0+400.00

a.- Tránsito

TPDS = 360 Automóviles (82.00%)
 18 Buses (4.00%)

62 Camiones (14.00%)
Total vehículos = 440 vehículos / día
No. Total de ejes equivalentes a 8,2 Ton:
 $\Sigma = 393621.88 = 0.39 \times 10^6$ ejes equivalentes a 8.2 Ton

b.- Determinación del CBR de diseño

CBR de diseño (Percentil 87.5): 7.1%

c.- Determinación de los espesores de las capas de la estructura del pavimento

Utilizando la Gráfica de Diseño de Pavimentos empleada por el método del M.O.P.T., y entrando con los datos: CBR de Subrasante = 7.1% y No. Ejes Equiv. = 0.39×10^6 ejes se obtiene:

Espesor de Sub-base Granular = 14 cm
Según los criterios de este método, para un número de ejes equivalentes menor a 0.5×10^6 , se obtiene:

Espesor de Base Granular = 15 cm
Espesor de Carpeta Asfáltica = Tratamiento Superficial Doble

UNIDAD DE DISEÑO 2: ABSCISA K0+400.00 – K0+850.00

a.- Tránsito

TPDS = 360 Automóviles (82.00%)
18 Buses (4.00%)
62 Camiones (14.00%)
Total vehículos = 440 vehículos / día
No. Total de ejes equivalentes a 8,2 Ton:
 $\Sigma = 0.39 \times 10^6$ ejes equivalentes a 8.2 Ton

b.- Determinación del CBR de diseño

CBR de diseño (Percentil 87.5): 4.8%

c.- Determinación de los espesores de las capas de la estructura del pavimento

Utilizando la Gráfica de Diseño de Pavimentos empleada por el método del M.O.P.T., y entrando con los datos: CBR = 4.8% y No. Ejes Equivalentes. = 0.39×10^6 ejes se obtiene:

Espesor de Sub-base Granular = 22 cm

Según los criterios de este método, para un número de ejes equivalentes menor a 0.5×10^6 , se obtiene:

Espesor de Base Granular = 15 cm

Espesor de Carpeta Asfáltica = Tratamiento Superficial Doble

UNIDAD DE DISEÑO 3: ABSCISA K0+850.00 – K1+196.60

a.- Tránsito

TPDS = 360 Automóviles (82.00%)

18 Buses (4.00%)

62 Camiones (14.00%)

Total vehículos = 440 veh / día

No. Total de ejes equivalentes a 8,2 Ton :

$\Sigma = 0.39 \times 10^6$ ejes equivalentes a 8.2 Ton

b.- Determinación del CBR de diseño

CBR de diseño (Percentil 87.5): 12.4%

c.- Determinación de los espesores de las capas de la estructura del pavimento

Utilizando la Gráfica de Diseño de Pavimentos empleada por el método del M.O.P.T., y entrando con los datos: CBR = 12.4% y No. Ejes Equivalentes. = 0.39×10^6 ejes se obtiene:

Espesor de Sub-base Granular = 10 cm

Según los criterios de este método, para un número de ejes equivalentes menor a 0.5×10^6 , se obtiene:

Espesor de Base Granular = 15 cm

Espesor de Carpeta Asfáltica = Tratamiento Superficial Doble

ANEXO E

Calculo del diseño del filtro

Caudal que llega al subdren : q_{inf}

$$q_{inf} = I_R \times B \times L \times F_i \times F_R$$

I_R : Intensidad de la lluvia durante 1 hora con un período de retorno de 2 años.

Este valor se obtiene de las curvas de intensidad – Duración – Frecuencia de lluvias para la región

$$I_R = 0.00167 \text{ cm/s}$$

$$B = 400 \text{ cm (Semibanca)}$$

$$L = 12000 \text{ cm (Longitud entre alcantarillas)}$$

En las Tablas 1 y 2 del manual de PAVCO se obtiene los valores de F_i y F_R .

$F_i = 0.4$ (Factor de infiltración para carpetas asfálticas normalmente conservadas)

$F_R = 0.33$ (Factor de retención de la base para los casos de gradación abierta)

$$q_{inf} = 0.00167 \text{ cm/s} \times 400 \text{ cm} \times 12000 \text{ cm} \times 0.4 \times 0.33$$

$$q_{inf} = 1058.1 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Caudal producido por abatimiento del nivel freático: q_{NF}

$$q_{NF} = K \times i \times A_a$$

$$i = (N_d - N_f)/B$$

donde:

N_d = Cota más baja del subdren necesaria para que el Nivel Freático no sobrepase la subrasante

N_f = Nivel Freático

$$i = (1.0 - 0.5)/4 = 0.125$$

$$K = 0.0020 \text{ cm/s}$$

A_a = Área de abatimiento

$$A_a = (N_d - N_f) \times L$$

$$A_a = (100 - 50) \times 12000$$

$$A_a = 600000 \text{ cm}^2$$

$$q_{NF} = 0.0020 \times 0.125 \times 600000$$

$$q_{NF} = 150 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Como el nivel freático se encuentra a los dos lados de la sección transversal del subdren, entonces:

$$q_{NF} = 2 \cdot 150 \text{ cm}^3/\text{s} = 300 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Q_T = Caudal total que transporta el filtro

$$Q_T = q_{inf} + q_{NF} = 1058.1 + 300$$

$$Q_T = 1358.1 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$Q_T = V \times i \times A$$

Donde: V: Velocidad del agua
i: Pendiente longitudinal
A: Área del filtro de subdren

El agregado a utilizar como material drenante es triturado de tamaño máximo 2". De la Figura 3 del Manual de PAVCO se obtiene para $i = 0.6\%$ un valor de:

$$V = 0.50 \text{ cm/s}$$

$$A = Q_T / V \times i$$

$$A = 1358.1 \text{ cm}^3/\text{seg} / (0.50 \text{ cm/s} \times 0.6)$$

$$A = 4527 \text{ cm}^2$$

Asumiendo un ancho de excavación de 50 cm:

$$A = L \times \text{ancho}$$

$$L = 4527 \text{ cm}^2 / 50 \text{ cm}$$

$$L = 90.54 \text{ cm}$$

Para fines prácticos, se adopta como sección transversal definitiva del filtro de subdrenaje:

$$\text{Ancho} = 0.50 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad} = 1.00 \text{ m}$$

Escogencia del geotextil que cumpla los criterios de diseño

CRITERIO DE RETENCIÓN

$$TAA < B \times D_{85}$$

B: Coeficiente que depende del tipo de suelo a filtrar, de las condiciones de flujo y del tipo de geotextil. Para Geotextiles No Tejidos punzonados por aguja $B = 3$.

$$D_{85} = 3\text{mm (tomado de la granulometría del material)}$$

$$TAA < 3 \times 3\text{mm}$$

$$TAA < 9 \text{ mm}$$

De acuerdo a las especificaciones del fabricante, los geotextiles que cumplen con el Criterio de Retención son:

NT1600 – NT1800 – NT2000

CRITERIO DE PERMEABILIDAD

Para Condiciones de flujo crítico y buscando un correcto desempeño a largo plazo, reduciendo el riesgo de colmatación, se recomienda:

$$K_g > 10 \times K_s$$

Donde:

K_g : Coeficiente de permeabilidad del geotextil

K_s : Coeficiente de permeabilidad de la subrasante

$$K_g > 10 \times 0.0020 \text{ cm/s}$$

$$K_g > 0.20 \text{ cm/s}$$

De acuerdo a las especificaciones del fabricante, los geotextiles que cumplen con el Criterio de Permeabilidad son:

NT1600 – NT1800 – NT2000

CRITERIO DE COLMATACIÓN

La porosidad de los geotextiles no tejidos punzonados por agujas es superior al 80%, por tanto todos los geotextiles no tejidos punzonados por aguja cumplen con este criterio.

CRITERIO DE SUPERVIVENCIA

De acuerdo a la Tabla 4 del Artículo 673 de INVIAS tenemos que para condiciones moderadas de instalación con esfuerzos bajos de contacto se debe cumplir:

Resistencia a la Tensión > 360 N

Resistencia a la Costura > 310 N

Resistencia al Punzonamiento > 110 N

Resistencia al Estallido > 900 kPa

Resistencia al Rasgado trapezoidal > 110 N

Espesor > 2 mm

Cumplen con los anteriores requisitos todos los geotextiles no tejidos según las especificaciones del fabricante PAVCO.

CRITERIO DE DURABILIDAD

Los geotextiles, por ser fabricados con polipropileno, no son biodegradables, son altamente resistentes al ataque químico como a los lixiviados y como en este caso no estarán expuestos a la acción de los rayos UV, todos los Geotextiles No Tejidos cumplen con el Criterio de Durabilidad.

SELECCIÓN FINAL DEL GEOTEXTIL A UTILIZAR

Teniendo en cuenta el análisis de cumplimiento de los diferentes criterios, se utilizará para la construcción de los filtros longitudinales un geotextil del tipo No Tejido referencia NT1600, el cual cumple con todos los requisitos técnicos exigidos por las normas en el caso particular se ha analizado.

ANEXO F

Formatos y resultados de maquinaria y equipos

PERSONAL

Para el control de personal, se lleno siguiente formato diariamente

CARGO: _____

NOMBRE: _____

FECHA	H. NORMALES	H. EXTRAS	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES
TOTAL				

El personal vinculado fue de un maestro de obra, topógrafo, operadores de maquinaria (motoniveladora, retroexcavadora, retrocargadora y Vibrocompactador), conductor de volqueta y obreros (variables según actividad de la fecha).

Como varias volquetas fueron contratadas, solo se llevaba el registro de viajes realizados y del combustible en caso de suministrarlo.

NOTAS PARA MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA:

Cambio de aceite de motor:

- Retroexcavadora Caterpillar El 200 B (5 galones de Rimula 50) cada 200 horas. Además se realiza el cambio de filtro de aceite y combustible.
- Retrocargadora Caterpillar 428 B (2.5 galones de Rimula 40) cada 160 horas. Además se realiza el cambio de filtro de aceite y combustible.
- Motoniveladora Champion 710 (5 galones de Rimula 40) cada 160 horas. Además se realiza el cambio de filtro de aceite, filtro de combustible y se completa el aceite para el acerbo.
- Vibrocompactador Dynapac CA15 (2.5 galones de Rimula 40) cada 180 horas. Además se realiza el cambio de filtro de aceite y combustible.

Se disponía de grasa, para el mantenimiento de las maquinas, actividad para la cual al mes se gastaban aproximada mente un balde 16 kilos entre todas.
Como se trataba de maquinaria con bastantes horas de uso, también se suministraba aceite para el sistema hidráulico, aproximadamente 5 galones al mes.

Para el informe de comportamientos inusuales presentados en la maquinaria, los operadores eran los encargados de darlos a conocer y luego se reportaban a oficina para el envío de los repuestos necesarios y si era necesario el despacho del mecánico.

En el caso de la retroexcavadora se suministro mensualmente el filtro de aire primario y secundario para su cambio. Para la retrocargadora en todo su control solo se realizó dos cambios de filtro de aire.

Como se llevo un control diario de maquinaria en el ítem de observaciones, se hizo referencia, a las anomalías presentadas, el suministro de aceites y repuestos.

ACTIVIDADES

DESMONTE Y LIMPIEZA

Personal: Dos obreros, operador Retrocargadora 428B.

Maquinaria:

Pajarita

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	8	10	

Volquetas

PLACA: _____
 CONDUCTOR: _____
 CAPACIDAD: _____
 DESCRIPCION DE VIAJES: _____

FECHA	Nº de viajes	Cantidad m ³	Combustible	Observaciones
TOTAL	6	30		

EXPLANACIÓN

Personal: Dos obreros, operador Retroexcavadora EL200B.

Maquinaria:

Retro excavadora EL200B

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	306	1130	

VOLQUETAS

PLACA: _____
CONDUCTOR: _____
CAPACIDAD: _____
DESCRIPCION DE VIAJES: _____

FECHA	Nº de viajes	Cantidad m ³	Combustible	Observaciones
TOTAL	306	1130		

CONSTRUCCIÓN DE FILTROS

Personal: Topógrafo, seis obreros, operador Retrocargadora 428B.

Maquinaria: *Retro cargadora 428B para zanja*

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	450	710	

VOLQUETAS

PLACA: _____
CONDUCTOR: _____
CAPACIDAD: _____
DESCRIPCION DE VIAJES: _____

FECHA	Nº de viajes	Cantidad m ³	Combustible	Observaciones
	70	490		Material desalojo
	11	77		Material relleno
TOTAL	81	567		

Nota: para esta actividad el relleno impermeable que iba sobre el filtro se realizo con el mismo material excavado, pero en sectores donde el material estaba muy húmedo se trajo de la cantera.

Equipo: Se realizó el registro por día si fue utilizado o no el saltarín, además de la gasolina utilizada.

Materiales:

Geotextil

FECHA	CANTIDAD	OBSERVACIONES
		Se llevaron 7 rollos completos y uno por 115mt
TOTAL	4940 M ²	

Nota: Llevados a obra antes de empezar excavacion, por tanto no hubo problemas por requerimiento en obra.

Material drenante

FECHA	CANTIDAD	OBSERVACIONES
		Llevado material en dobletroques con 12 m ³ c/u
TOTAL	468 M ³	

Nota: Llevados a obra antes de empezar excavacion, por tanto no hubo problemas por requerimiento en obra.

Tubería corrugada de 4" que entra a la alcantarilla

FECHA	CANTIDAD	OBSERVACIONES
TOTAL	10 ml	

Nota: Llevados a obra antes de empezar excavacion, por tanto no hubo problemas por requerimiento en obra.

GAVIONES

Personal: Topógrafo, dos obreros, maestro de obra.

Materiales:

DESCRIPCION	FECHA	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Canasta metalica		10 UN	
Alambre de amarre		1 kilo	
Formaleta		6 tablas	(2,8 m largo x 0,2 m de ancho)
		2 listones	2,8 m largo
Guaduas		2 Guaduas	1 m de largo
Cemento		2 bultos	
Piedra		22 M ³	

ALCANTARILLAS

Personal: Topógrafo, tres obreros, maestro de obra.

Maquinaria: Retro cargadora 428B para instalación de tubería y excavación para cabezotes.

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	64	105	

Volquetas

PLACA:

CONDUCTOR:

CAPACIDAD:

DESCRIPCION DE VIAJES:

FECHA	Nº de viajes	Cantidad m ³	Combustible	Observaciones
	8	56		Material desalojo
	5	35		Material relleno
TOTAL	13	91		

Nota: para esta actividad el relleno se realizo con el mismo material excavado, pero en sectores donde el material estaba muy húmedo se trajo de la cantera.

Materiales:

Equipo: Se realizó el registro por día si fue utilizada o no la mezcladora (1.5 bultos, además de la gasolina utilizada.

SUBRASANTE MEJORAMIENTO

Personal: Topógrafo, seis obreros, operador retrocargadora, operador Vibrocompactador, operador motoniveladora.

Equipo: Se realizó el registro por día si fue utilizada o no la motobomba, además de la gasolina utilizada. También se llevo el registro de la utilización del carro tanque.

Maquinaria:

Retro cargadora 428B para instalación de tubería y excavación para cabezotes.

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	40	66	

Motoniveladora Champion 710

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	220	506	

Vibrocompactador Dynapac CA15

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	136	164	

Volquetas

PLACA: _____
 CONDUCTOR: _____
 CAPACIDAD: _____
 DESCRIPCION DE VIAJES: _____

FECHA	Nº de viajes	Cantidad m ³	Combustible	Observaciones
				Material de sub-base
TOTAL	64	453		

CONFORMACIÓN CALZADA EXISTENTE

Personal: Topógrafo, tres obreros, operador Vibrocompactador, operador motoniveladora.

Equipo: Se realizó el registro por día si fue utilizada o no la motobomba, además de la gasolina utilizada. También se llevo el registro de la utilización del carrotanque.

Maquinaria:

Motoniveladora Champion 710

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	100	240	

Vibrocompactador Dynapac CA15

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	60	72	

EXPLOTACIÓN Y MEZCLA

Personal: dos obreros, operador retroexcavadora y retrocargadora.

Equipo: Se realizó el registro el tiempo de utilización de la zaranda.

Maquinaria: *Retro excavadora EL200B*

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	590	2070	

Retro cargadora 428B

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	350	560	

Volquetas

PLACA:

CONDUCTOR:

CAPACIDAD:

DESCRIPCION DE VIAJES:

FECHA	Nº de viajes	Cantidad m ³	Combustible	Observaciones
				Triturado para base
TOTAL	42	500		

SUB-BASE

Personal: tres obreros, topógrafo, operador motoniveladora y Vibrocompactador.

Equipo: Se realizó el registro por día si fue utilizada o no la motobomba, además de la gasolina utilizada. También se llevo el registro de la utilización del carrotanque.

Maquinaria:

Motoniveladora Champion 710

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	320	736	

Vibrocompactador Dynapac CA15

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	280	340	

Volquetas

PLACA:

CONDUCTOR:

CAPACIDAD:

DESCRIPCION DE VIAJES:

FECHA	Nº de viajes	Cantidad m ³	Combustible	Observaciones
				Recebo para subbase
TOTAL	274	1915		

BASE

Personal: tres obreros, topógrafo, operador motoniveladora y Vibrocompactador.

Equipo: Se realizó el registro por día si fue utilizada o no la motobomba, además de la gasolina utilizada. También se llevo el registro de la utilización del carrotanque.

Maquinaria: *Motoniveladora Champion 710*

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	430	990	

Vibrocompactador Dynapac CA15

FECHA	H. operativas	Combustible gal.	Observaciones
TOTAL	390	468	

Volquetas

PLACA: _____
 CONDUCTOR: _____
 CAPACIDAD: _____
 DESCRIPCION DE VIAJES: _____

FECHA	Nº de viajes	Cantidad m ³	Combustible	Observaciones
				Mezcla cantera
TOTAL	171	1190		

FECHA	Nº de viajes	Cantidad m ³	Combustible	Observaciones
				Recebo Macas
TOTAL	68	470		

IMPRIMACION

Personal: siete obreros.

Como el carrotanque irrigador de la emulsion fue contratado, se chequeo la cobertura de la superficie en un ancho de 6m y un largo total de 1200m.

Volquetas

PLACA: _____
 CONDUCTOR: _____
 CAPACIDAD: _____
 DESCRIPCION DE VIAJES: _____

FECHA	Nº de viajes	Cantidad m ³	Combustible	Observaciones
				Arena del espino protección
TOTAL	6	42		

MEZCLA DENSA EN CALIENTE

Personal: Tres obreros y topógrafo.

Como esta actividad fue subcontratada, la cuadrilla empleada también, por tanto se tomo el registro de la mezcla utilizada, y las observaciones del caso, por ejemplo, que por lluvia no se pudo realizar la pavimentación.

Volquetas

PLACA: _____
 CONDUCTOR: _____
 CAPACIDAD: _____
 DESCRIPCION DE VIAJES: _____

FECHA	Nº de viajes	Cantidad m ³	Combustible	Observaciones
TOTAL	87	540		

ANEXO G

Resultados de densidades tramo gavión

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD

DENSIDAD EN SITIO

PROYECTO	PAVIMENTACION VÍA IPIALES - CARLOSAMA
LOCALIZACION	SAN FRANCISCO - RÍO BLANCO
DESCRIPCION	MATERIAL DE RÍO BLANCO
REFERENCIA	
SOLICITA	SINCO S.A.
FECHA	NOV 23 DE 2007

DATOS DE CAMPO

Densidad No.	1	2	2		
Fecha	27-nov-07	27-nov-07	27-nov-07		
Abscisa	K0+872	K0+875	K0+888		
Ubicación	D	D	D		
Profundidad mt	0,15	0,14	0,14		
Peso frasco y arena inicial grs.	6900	6898	6895		
Peso frasco y arena final grs.	3950	3931	3939		
Constante del cono grs.	1922	1922	1922		
Densidad de la arena grs/cm ³	1,33	1,33	1,33		
Volumen del hueco cm ³	772,9	785,7	777,4		
Recipiente No.	35	35	35		
Peso suelo humedo y recipiente grs.	1689	1586	1587		
Peso Recipiente grs.	268	268	268		
Peso Suelo humedo grs.	1421	1318	1319		

CONTENIDO DE AGUA

Recipiente No.	21	11	18		
Peso suelo humedo y recipiente grs.	191,6	189,9	185		
Peso suelo seco y recipiente grs.	176,3	173,5	167,2		
Peso recipiente	37,46	38,56	37,26		
Humedad %	11,02	12,15	13,70		

PESOS UNITARIOS

Densidad humeda grs/cm ³	1,838	1,677	1,697		
Densidad seca grs/cm ³	1,656	1,496	1,492		
Densidad maxima grs/cm ³	1,750	1,750	1,750		
Humedad optima %	15,99	15,99	11,66		
Compactacion del terreno %	95	95	95		
Compactacion del especificada %	95	95	95		

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSÉ LUIS CUAYAL MUÑOZ I.C.
L.I.C.C. NIT. 12.977.363-5

ANEXO H

Resultados de densidades cajeos

LABORATORIO DE INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD

DENSIDAD EN SITIO

PROYECTO	PAVIMENTACION VÍA IPIALES - CARLOSAMA
LOCALIZACION	SAN FRANCISCO - RÍO BLANCO
DESCRIPCION	MATERIAL DE RÍO BLANCO
REFERENCIA	
SOLICITA	SINCO S.A.
FECHA	NOV 03 DE 2007

DATOS DE CAMPO

Densidad No.	1	2	3		
Fecha	NOV 03 DE 2007	NOV 03 DE 2007	NOV 03 DE 2007		
Abscisa	K0+485	K0+560	K0+615		

Ubicación	I	I	I		
Profundidad mt	0,15	0,14	0,15		
Peso frasco y arena inicial grs.	6900	6870	6803		
Peso frasco y arena final grs.	3903	3904	3905		
Constante del cono grs.	1922	1922	1922		
Densidad de la arena grs/cm ³	1,33	1,33	1,33		
Volumen del hueco cm ³	808,3	785,0	733,8		
Recipiente No.	35	35	35		
Peso suelo humedo y recipiente grs.	1765	1730	1619		
Peso Recipiente grs.	268	268	268		
Peso Suelo humedo grs.	1497	1462	1351		

CONTENIDO DE AGUA

Recipiente No.	30	11	18		
Peso suelo humedo y recipiente grs.	170,8	186	183,2		
Peso suelo seco y recipiente grs.	157,2	170,3	169,9		
Peso recipiente	34,74	38,56	37,26		
Humedad %	11,11	11,92	10,03		

PESOS UNITARIOS

Densidad humeda grs/cm ³	1,852	1,863	1,841		
Densidad seca grs/cm ³	1,667	1,664	1,673		
Densidad maxima grs/cm ³	1,750	1,75	1,75		
Humedad optima %	15,99	15,99	11,66		
Compactacion del terreno %	95	95	96		
Compactacion del especificada %	95	95	95		

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSE LUIS CUAYAL MUÑOZ I.C.
L.I.C.C. NIT. 12.977.363-5

**LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD**

DENSIDAD EN SITIO

PROYECTO	PAVIMENTACION VÍA IPIALES - CARLOSAMA
LOCALIZACION	SAN FRANCISCO - RÍO BLANCO
DESCRIPCION	MATERIAL DE RÍO BLANCO
REFERENCIA	
SOLICITA	SINCO S.A.
FECHA	NOV 23 DE 2007

DATOS DE CAMPO

Densidad No.	1	2	2		
Fecha	27-nov-07	27-nov-07	27-nov-07		
Abscisa	K0+872	K0+875	K0+888		
Ubicación	D	D	D		
Profundidad mt	0,15	0,14	0,14		
Peso frasco y arena inicial grs.	6900	6898	6895		
Peso frasco y arena final grs.	3950	3931	3939		
Constante del cono grs.	1922	1922	1922		
Densidad de la arena grs/cm ³	1,33	1,33	1,33		
Volumen del hueco cm ³	772,9	785,7	777,4		
Recipiente No.	35	35	35		
Peso suelo humedo y recipiente grs.	1689	1586	1587		
Peso Recipiente grs.	268	268	268		
Peso Suelo humedo grs.	1421	1318	1319		

CONTENIDO DE AGUA

Recipiente No.	21	11	18		
Peso suelo humedo y recipiente grs.	191,6	189,9	185		
Peso suelo seco y recipiente grs.	176,3	173,5	167,2		
Peso recipiente	37,46	38,56	37,26		
Humedad %	11,02	12,15	13,70		

PESOS UNITARIOS

Densidad humeda grs/cm ³	1,838	1,677	1,697		
Densidad seca grs/cm ³	1,656	1,496	1,492		
Densidad maxima grs/cm ³	1,750	1,750	1,750		
Humedad optima %	15,99	15,99	11,66		
Compactacion del terreno %	95	95	95		
Compactacion del especificada %	95	95	95		

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSÉ LUIS CUAYAL MUÑOZ I.C.
L.I.C.C. NIT. 12.977.363-5

ANEXO I

Ensayos agregados de base y subbase

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA A SULFATOS

PROYECTO PAVIMENTACIÓN VÍA IPIALES - CARLOSAMA
LOCALIZACIÓN CARLOSAMA - IPIALES
DESCRIPCIÓN MATERIAL PREPARADO PARA BASE
REFERENCIA RÍO BLANCO 50% - MACAS 20% - TRITURADO PILCUÁN 30%
SOLICITA SICO S.A.
FECHA AGOSTO 21 DE 2007

AGREGADO FINO

Tamiz No.	φ mm	P. Inicial gr	P. final gr	Desgaste %
3/8"	9.50	100.00	78.00	22.0
4	4.75	100.00	78.00	22.0
5	4.00	100.00	82.00	18.0
8	2.36	100.00	83.00	17.0
16	1.18	100.00	78.00	22.0
30	0.60	100.00	80.00	20.0
50	0.30	100.00	85.00	15.0
100	0.15	100.00	85.00	15.0
Pasa 100	0.14	100.00	83.00	17.0
Promedio				18.7

TIPO DE SOLUCIÓN

AGREGADO GRUESO

Tamiz No.	φ mm	P. Inicial gr	P. final gr	Desgaste %	Número Partículas	No. Part. afectadas	% Part. afectadas
2 1/2"	63.0	7000.00	5752.00	17.8	6	4	66.7
2"	50.0	4000.00	3356.00	16.1	9	7	77.8
1 1/2"	37.5	4000.00	3426.00	14.4	12	10	83.3
1 1/4"	31.5	5000.00	4200.00	16.0	20	18	90.0
1"	25.0	1000.00	746.00	25.4	21	16	76.2
3/4"	19.0	500.00	403.00	19.4			
5/8"	16.0	1500.00	1392.00	7.2			
1/2"	12.5	670.00	630.00	6.0			
3/8"	9.5	330.00	296.00	10.3			
5/16"	8.0	1000.00	701.00	29.9			
Pasa 5/16"	7.9	300.00	245.00	18.3			
Promedio				16.4			

TIPO DE SOLUCIÓN SULFATO DE MAGNESIO

OBSERVACIONES 2 ENSAYOS DE MATERIA ORGÁNICA (NO CONTIENE M.O.)

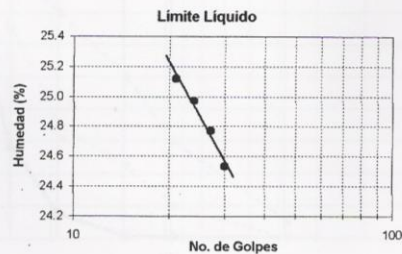
LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSE LUIS CUAYAL MUNCZ I.C.C.
L.I.C.C. NIT. 12.977.363-5

LÍMITES - GRANULOMETRÍA INTEGRADA DE BASE Y SUB-BASE

PROYECTO CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL
LOCALIZACIÓN CARLOSAMA - IPIALES
REFERENCIA RECEBO PARA CONFORMAR BASE
DESCRIPCIÓN CANTERA MACAS
SOLICITA ING. MELVIN ORTÍZ
FECHA AGOSTO 08 DE 2007

LÍMITE PLÁSTICO			
Recipiente N°		80	71
Peso mtra. húm. + recip (P1)	gr.	41.06	44.33
Peso mtra. seca + recip (P2)	gr.	35.36	38.00
Peso recipiente (P3)	gr.	9.22	9.35
Humedad %		21.81	22.09

LÍMITE LÍQUIDO				
Número de Golpes	30	27	24	21
Recipiente N°	103	92	84	96
P1	30.71	30.70	32.52	30.65
P2	26.64	26.63	28.07	26.46
P3	10.05	10.20	10.25	9.78
Humedad %	24.53	24.77	24.97	25.12



Limite Liquido (%) 24.87
Limite Plástico (%) 21.95
Ind. Plasticidad(%) 2.92

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSÉ LUIS CUATRALMUNOZ, IC
L.I.C.C. NIT. 12.977.363.5

GRANULOMETRÍA AGREGADO GRUESO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL
LOCALIZACIÓN: CARLOSAMA - IPIALES
DESCRIPCIÓN: TRITURADO ANALIZADO PARA MEZCLA DE BASE
REFERENCIA: CANTERA PILCUÁN
SOLICITA: ING. MELVIN ORTÍZ
FECHA: AGOSTO 08 DE 2007

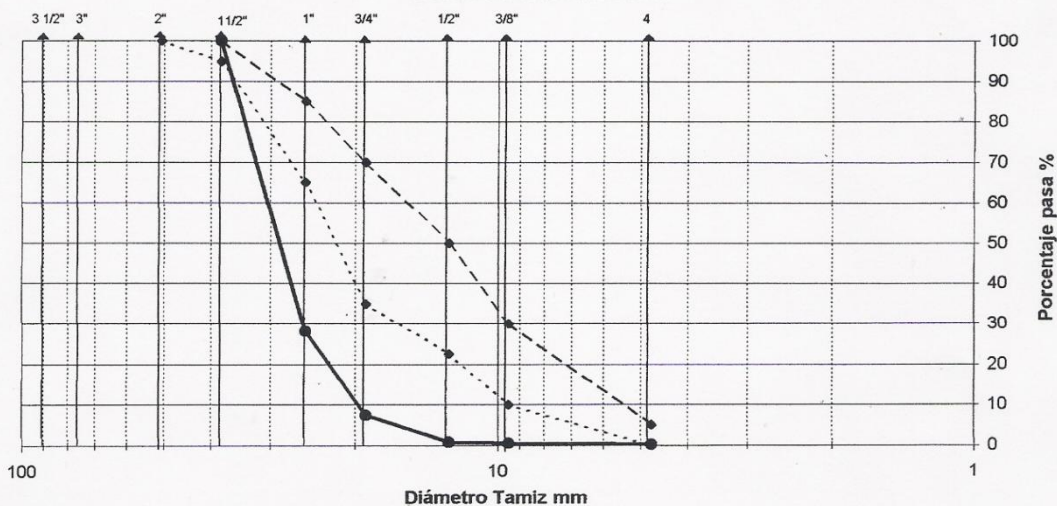
GRADACION

PESO SECO TOTAL

Tamiz	Peso Retenido	Peso Ret Acumulado	% Retenido Acumulado	% Pasa
3 1/2"	-	-	-	-
3"	-	-	-	-
2"	-	-	-	-
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	7885.26	7885.26	71.91	28.09
3/4"	2264.22	10149.48	92.56	7.44
1/2"	732.45	10881.93	99.24	0.76
3/8"	28.94	10910.87	99.50	0.50
4	18.96	10929.83	99.67	0.33
Pasa 4	35.9	10965.76	0.33	0.00

Peso Seco Total: 10965.76 grs

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES

Humedad del material = 0.21

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSE LUIS CUAYAL MUNOZ
L.I.C.C. NIT. 12.911.163-5

GRANULOMETRÍA INTEGRADA DE BASE

PROYECTO CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL

LOCALIZACIÓN CARLOSAMA - IPIALES

DESCRIPCIÓN RECEBO PARA CONFORMAR BASE

REFERENCIA CANTERA RÍO BLANCO

SOLICITA ING. MELVIN ORTÍZ

FECHA Agosto 21 DE 2007

GRADACION

Tamiz	Peso Reten Acumulado	% Retenido Acumulado	% Pasa Parcial	% Pasa Integrado
3"	0.0	0.00	100.00	100.00
2"	0.0	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	487.0	4.17	95.83	95.83
1"	1794.0	15.36	84.64	84.64
3/4"	2526.0	21.62	78.38	78.38
3/8"	5247.0	44.92	55.08	55.08
4	377.9	30.15	69.85	38.47
10	681.0	54.34	45.66	25.15
40	924.3	73.75	26.25	14.46
200	1082.7	86.39	13.61	7.50
Pasa 200	170.6			

PESO SECO TOTAL

Peso Seco Total 11681.9 grs

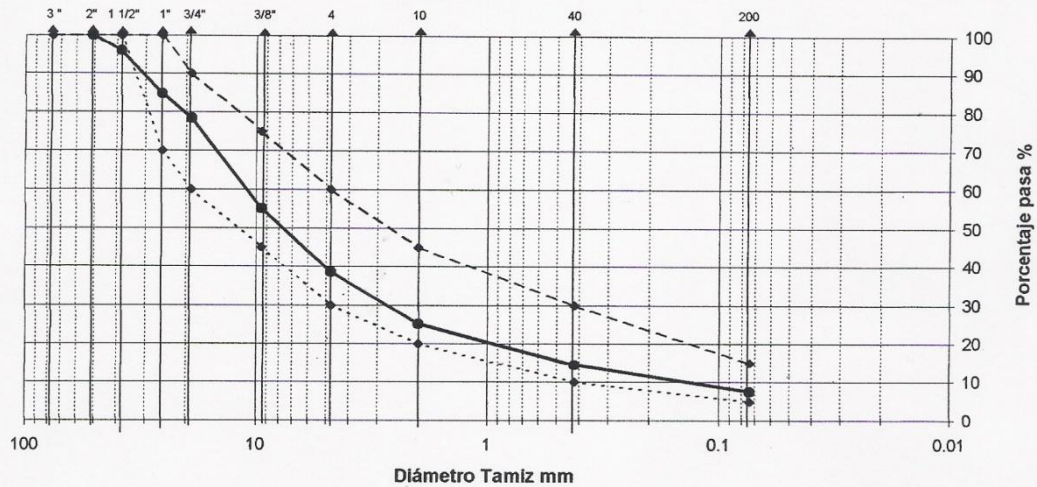
Peso Seco muestra 3/8" 1253.3 grs

Módulo de Finura 3.08

Coefficiente Uniformidad (Cu) 84.62

Diámetro efectivo 0.13 mm

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES

Límite Líquido % NL
Límite Plástico % NP
Índice de Plasticidad % 0.00

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSE LUIS CUAYAL MUÑOZ I.C.
L.I.C.C. NIT. 12.977.363-5

GRANULOMETRÍA INTEGRADA DE SUB-BASE

PROYECTO CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL

LOCALIZACIÓN CARLOSAMA - IPIALES

DESCRIPCIÓN RECEBO PARA CONFORMAR SUB BASE

REFERENCIA CANTERA RÍO BLANCO

SOLICITA ING. MELVIN ORTÍZ

FECHA Agosto 01 08 DE 2007

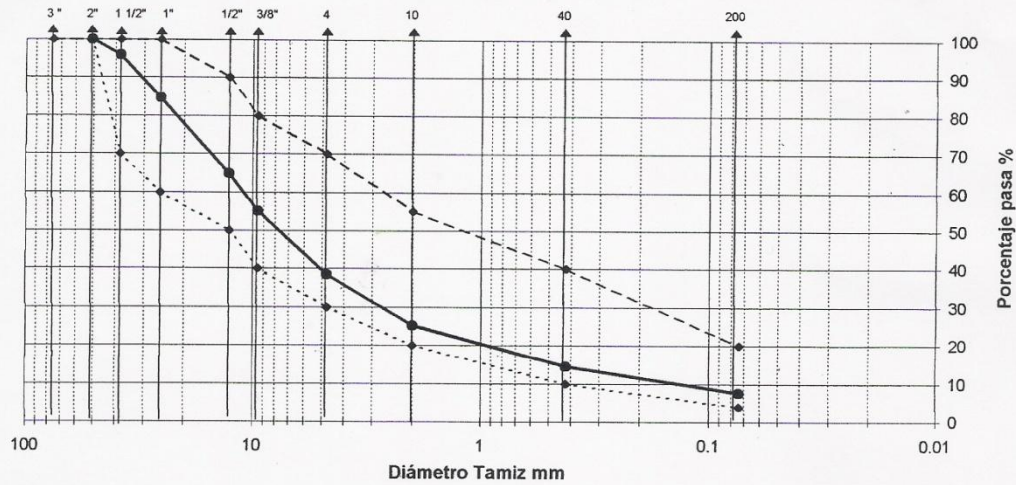
GRADACION

Tamiz	Peso Reten Acumulado	% Retenido Acumulado	% Pasa Parcial	% Pasa Integrado
3"	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	0.0	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	487.0	4.17	95.83	95.83
1"	1794.0	15.36	84.64	84.64
1/2"	4102.0	35.11	64.89	64.89
3/8"	5247.0	44.92	55.08	55.08
4	377.9	30.15	69.85	38.47
10	681.0	54.34	45.66	25.15
40	924.3	73.75	26.25	14.46
200	1082.7	86.39	13.61	7.50
Pasa 200	170.6			

PESO SECO TOTAL

Peso Seco Total	11681.9 grs
Peso Seco muestra 3/8"	1253.3 grs
Módulo de Finura	3.21
Coefficiente Uniformidad (Cu)	84.62
Diámetro efectivo	0.13 mm

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES

Límite Líquido % NL
Límite Plástico % NP
Índice de Plasticidad % 0.00

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSÉ LUIS GUAYAL MUÑOZ E.C.
L.I.C.C. NIT. 12.977.363-5

**LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO
LOCALIZACIÓN
DESCRIPCIÓN
REFERENCIA
SOLICITA
FECHA

PAVIMENTACIÓN VÍA IPIALES - CARLOSAMA
IPIALES - CARLOSAMA
MATERIAL DE RÍO BLANCO
SINCO S.A.
AGOSTO 04 DE 2007

DATOS DE COMPACTACIÓN

Punto No.	1	2	3	4	5
Molde No.	2	2	2	2	2
Volumen molde cm ³	2104.18	2104.18	2104.18	2104.18	2104.18
Peso suelo húmedo + molde grs.	7049	7160	7254	7270	7210
Peso molde grs.	2960	2960	2960	2960	2960
Peso suelo húmedo grs.	4089	4200	4294	4310	4250
Peso unitario seco lb/pie ³	107.139	108.519	108.848	107.697	105.125
Grado de saturación %					

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente No.	8	33	30	30	3
Peso húmedo + recipiente grs.	193.6	195.6	189.4	201.6	199.8
Peso seco + recipiente grs.	175.6	175.3	167.0	175.4	173.2
Peso recipiente grs.	38.50	37.42	34.74	34.74	39.1
Humedad %	13.13	14.72	16.94	18.63	19.84

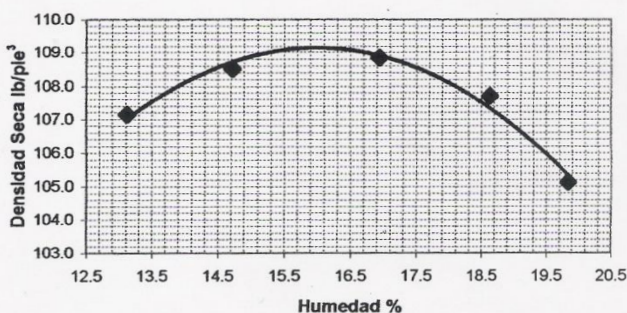
COMPACTACIÓN DINÁMICA

Peso del martillo 10 lb
Altura de Caída 18 plg
No. de capas 5
No. de golpes por capa 56

DENSIDAD MÁXIMA 109.14 lb/pie³

HUMEDAD ÓPTIMA 15.99 %

HUMEDAD vs. DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES

D.M. = $109.14 \times 0.016033 = 1.75 \text{ gr/cm}^3$

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSE LUIS CUAYAL MUÑOZ I.C.
L.I.C.C. NIT 12.977.363-5

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO	PAVIMENTACIÓN VÍA IPIALES - CARLOSAMA
LOCALIZACIÓN	IPIALES - CARLOSAMA
DESCRIPCIÓN	MATERIAL DE RÍO BLANCO
REFERENCIA	
SOLICITA	SINCO S.A.
FECHA	DICIEMBRE 14 DE 2007

DATOS DE COMPACTACIÓN

Punto No.	1	2	3	4	5
Molde No.	2	2	2	2	2
Volumen molde cm ³	2104.18	2104.18	2104.18	2104.18	2104.18
Peso suelo húmedo + molde grs.	7160	7288	7290	7260	7219
Peso molde grs.	2960	2960	2960	2960	2960
Peso suelo húmedo grs.	4200	4328	4330	4300	4259
Peso unitario seco lb/pie ³	110.613	112.260	110.890	109.187	106.983
Grado de saturación %					

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente No.	32	7	9	11	34
Peso húmedo + recipiente grs.	157.6	232.7	235.6	236.1	155.6
Peso seco + recipiente grs.	144.3	208.3	208.6	207.6	137.5
Peso recipiente grs.	38.33	37.42	37.12	37.30	36.97
Humedad %	12.55	14.28	15.75	16.74	18.00

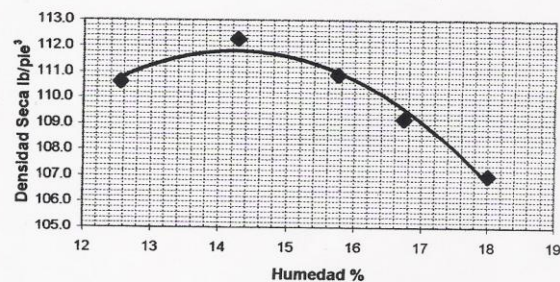
COMPACTACIÓN DINÁMICA

Peso del martillo 10 lb
 Altura de Caída 18 plg
 No. de capas 5
 No. de golpes por capa 56

DENSIDAD MÁXIMA 111.81 lb/pie³

HUMEDAD ÓPTIMA 14.24 %

HUMEDAD vs. DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES

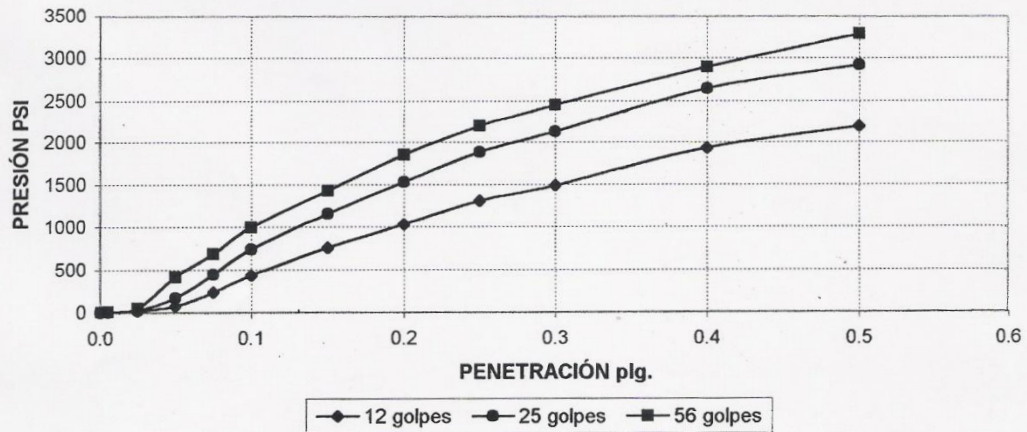
D.M. = 111.81 x 0.016033 = 1.793 gr/cm³

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSE LUIS GUAYAL MUÑOZ I.C.
L.I.C.C. NIT. 12.977.363-5

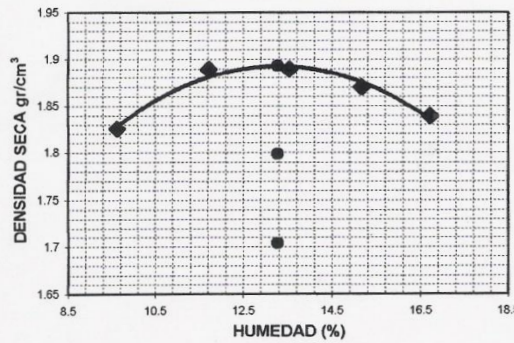
ENSAYO DE C.B.R.

PROYECTO	PAVIMENTACIÓN VÍA IPIALES - CARLOSAMA
LOCALIZACIÓN	IPIALES - CARLOSAMA
DESCRIPCIÓN	MATERIAL DE MEZCLA ANALIZADO PARA BASE
REFERENCIA	RÍO BLANCO 50% - MACAS 20% - TRITURADO 30%
SOLICITA	SINCO S.A.
FECHA	AGOSTO 21 DE 2007

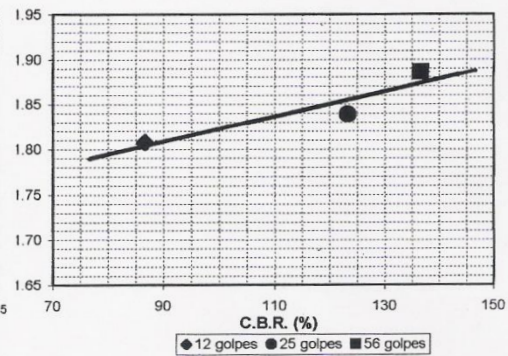
PRESIÓN vs. PENETRACIÓN



HUMEDAD vs. DENSIDAD SECA



C.B.R. Vs. DENSIDAD SECA



$D_{m\acute{a}xima}$: 1.793 gr/cm³
 $W_{\acute{o}ptima}$: 13.28 %
 $D_{W\pm 5\%}$: 1.772 gr/cm³

$CBR_{100\%Dm\acute{a}x}$ = 150.86 %
 $CBR_{95\%Dm\acute{a}x}$ = 83.25 %
 $CBR_{90\%Dm\acute{a}x}$ = 15.64 %

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSE LUIS CUAYAL MUÑOZ I.C.
 E.I.C.C. NIT. 12.977.363-5

ABRASIÓN EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

PROYECTO	PAVIMENTACIÓN VÍA IPIALES - CARLOSAMA
LOCALIZACIÓN	CARLOSAMA - IPIALES
DESCRIPCIÓN	MATERIAL PREPARADO PARA BASE
REFERENCIA	MACAS 20% - RIO BLANCO 50% - TRITURADO 30%
SOLICITA	SINCO S.A.
FECHA	AGOSTO 21 DE 2007
GRADACIÓN	A

Ensayo No.	1	2				Promedio
Peso muestra antes de ensayo gr.	5000	5000				
Peso muestra después del ensayo gr.	3710	3620				
Peso material pasante malla No. 12	1290	1380				
Desgaste %	25.8	27.6				26.7

GRADACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO

TAMICES		PESO Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO gr.						
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 1/2"					2500*		
2 1/2"	2"					2500*		
2"	1 1/2"					5000*	5000	
1 1/2"	1"	1250					5000	5000*
1"	3/4"	1250						
3/4"	1/2"	1250	2500					5000*
1/2"	3/8"	1250	2500					
3/8"	1/4"			2500				
No. 4	No. 8				5000			
No. 8	No. 16				5000			
Peso muestra total gr.		5000	5000	5000	5000	10000	10000	10000
Número de esferas		12	11	8	6	12	12	12
Peso de esferas gr.		5000**	4584**	3330***	2500****	10000	5000*	5000*

* Tolerancia de + o - 2%
 ** Tolerancia de + o - 25 gr.
 *** Tolerancia de + o - 20 gr.
 **** Tolerancia de + o - 15 gr.

LABORATORIO DE INGENIERÍA
 CONTROL DE CALIDAD
 JOSÉ LUIS CUAYAL MUÑOZ I.C.
 L.I.C.C. NIT 12.977.309

EQUIVALENTE DE ARENA

PROYECTO	PAVIMENTACIÓN VÍA IPIALES - CARLOSAMA
LOCALIZACIÓN	CARLOSAMA - IPIALES
DESCRIPCIÓN	MATERIAL PREPARADO PARA BASE
REFERENCIA	MACAS 20% - RIO BLANCO 50% - TRITURADO 30%
SOLICITA	SINCO S.A.
FECHA	AGOSTO 21 DE 2007

[illegible]

Promedio	46.48
----------	-------

TIPO DE SOLUCIÓN CLORURO DE CALCIO VENDIDA POR PROVEEDOR(PINZUAR)

OBSERVACIONES

ENSAYOS REALIZADOS AL MATERIAL DE BASE

NO CONTIENE MATERIA ORGANICA (2 ENSAYOS)

JOSE LUIS CUAVAL MUNOZ I.C.
NIT. 12.577.363-5

ANEXO J

Tablas cotas subrasante

TRANSICIÓN DEL PERALTADO									
CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE e (%)	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZON.	VERTIC.					BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50	BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50
PC 1		0+000.00	2.948,85	2	B	0,09	-0,09	2.948,94	2.948,76
		0+005.00	2.948,91	2	B	0,09	-0,09	2.949,00	2.948,82
CURVA # 1		0+010.00	2.948,96	2	B	0,09	-0,09	2.949,05	2.948,87
PT 1		0+014.06	2.949,01	2	B	0,09	-0,09	2.949,10	2.948,92
		0+020.00	2.949,08	2	A	-0,09	-0,09	2.948,99	2.948,99
	PCV 1	0+022.00	2.949,10	2	A	-0,09	-0,09	2.949,01	2.949,01
		0+025.00	2.949,13	2	A	-0,09	-0,09	2.949,04	2.949,04
		0+030.00	2.949,16	2	B	-0,09	0,09	2.949,07	2.949,25
		0+035.00	2.949,18	2	B	-0,09	0,09	2.949,09	2.949,27
PC 2	PIV 1	0+037.32	2.949,14	4	C	-0,18	0,18	2.948,96	2.949,32
		0+040.00	2.949,17	4	C	-0,18	0,18	2.948,99	2.949,35
		0+045.00	2.949,14	4	C	-0,18	0,18	2.948,96	2.949,32
		0+050.00	2.949,09	4	C	-0,18	0,18	2.948,91	2.949,27
CURVA # 2		0+055.00	2.949,03	4	C	-0,18	0,18	2.948,85	2.949,21
	PTV 1	0+058.00	2.948,97	4	C	-0,18	0,18	2.948,79	2.949,15
		0+060.00	2.948,93	4	C	-0,18	0,18	2.948,75	2.949,11
		0+065.00	2.948,84	4	C	-0,18	0,18	2.948,66	2.949,02
		0+070.00	2.948,74	4	C	-0,18	0,18	2.948,56	2.948,92
PT 2		0+071.64	2.948,71	4	C	-0,18	0,18	2.948,53	2.948,89
		0+080.00	2.948,57	2	B	-0,09	0,09	2.948,48	2.948,66
		0+090.00	2.948,38	2	A	-0,09	-0,09	2.948,29	2.948,29
		0+100.00	2.948,19	2	A	-0,09	-0,09	2.948,10	2.948,10
		0+110.00	2.947,98	2	A	-0,09	-0,09	2.947,89	2.947,89
		0+120.00	2.948,00	2	B	-0,09	0,09	2.947,91	2.948,09
		0+130.00	2.947,62	4	C	-0,18	0,18	2.947,44	2.947,80
PC		0+138.88	2.947,46	6	D	-0,27	0,27	2.947,19	2.947,73
		0+140.00	2.947,44	6	D	-0,27	0,27	2.947,17	2.947,71
		0+145.00	2.947,34	6	D	-0,27	0,27	2.947,07	2.947,61
CURVA # 3		0+150.00	2.947,25	6	D	-0,27	0,27	2.946,98	2.947,52
		0+155.00	2.947,16	6	D	-0,27	0,27	2.946,89	2.947,43
		0+160.00	2.947,06	6	D	-0,27	0,27	2.946,79	2.947,33
PT		0+162.37	2.947,02	6	D	-0,27	0,27	2.946,75	2.947,29
		0+170.00	2.946,88	4	C	-0,18	0,18	2.946,70	2.947,06
	PCV 2	0+175.00	2.946,78	2	B	-0,09	0,09	2.946,69	2.946,87
		0+180.00	2.946,70	2	B	0,09	-0,09	2.946,79	2.946,61
PC		0+184.10	2.946,65	4	C	0,18	-0,18	2.946,83	2.946,47
		0+185.00	2.946,64	6	D	0,27	-0,27	2.946,91	2.946,37
	PIV 2	0+190.00	2.946,59	6	D	0,27	-0,27	2.946,86	2.946,32
CURVA # 4		0+195.00	2.946,57	6	D	0,27	-0,27	2.946,84	2.946,30
		0+200.00	2.946,57	6	D	0,27	-0,27	2.946,84	2.946,30
PT		0+202.84	2.946,58	4	C	0,18	-0,18	2.946,76	2.946,40
	PTV 2	0+205.00	2.946,59	4	C	0,18	-0,18	2.946,77	2.946,41
		0+210.00	2.946,61	2	B	0,09	-0,09	2.946,70	2.946,52
		0+220.00	2.946,67	2	B	-0,09	0,09	2.946,58	2.946,76
PC		0+224.72	2.946,69	4	C	-0,18	0,18	2.946,51	2.946,87
		0+230.00	2.946,72	6	D	-0,27	0,27	2.946,45	2.946,99
		0+235.00	2.946,75	6	D	-0,27	0,27	2.946,48	2.947,02
CURVA # 5		0+240.00	2.946,78	6	D	-0,27	0,27	2.946,51	2.947,05
	PCV 3	0+245.00	2.946,81	6	D	-0,27	0,27	2.946,54	2.947,08
		0+250.00	2.946,82	6	D	-0,27	0,27	2.946,55	2.947,09
PT		0+252.16	2.946,83	4	C	-0,18	0,18	2.946,65	2.947,01
		0+255.00	2.946,83	2	B	-0,09	0,09	2.946,74	2.946,92
	PIV 3	0+260.00	2.946,82	2	A	-0,09	-0,09	2.946,73	2.946,73
		0+265.00	2.946,80	2	A	-0,09	-0,09	2.946,71	2.946,71
		0+270.00	2.946,76	2	B	0,09	-0,09	2.946,85	2.946,67
PC		0+272.15	2.946,74	4	C	0,18	-0,18	2.946,92	2.946,56

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE e (%)	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZON.	VERTIC.					BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50	BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50
	PTV 3	0+275.00	2.946,71	6	D	0,27	-0,27	2.946,98	2.946,44
		0+280.00	2.946,65	6	D	0,27	-0,27	2.946,92	2.946,38
CURVA # 6		0+285.00	2.946,59	6	D	0,27	-0,27	2.946,86	2.946,32
		0+290.00	2.946,53	6	D	0,27	-0,27	2.946,80	2.946,26
PT		0+292.26	2.946,51	4	C	0,18	-0,18	2.946,69	2.946,33
PC		0+300.02	2.946,42	4	C	-0,18	0,18	2.946,24	2.946,60
		0+305.00	2.946,36	10	E	-0,45	0,45	2.945,91	2.946,81
		0+310.00	2.946,30	10	E	-0,45	0,45	2.945,85	2.946,75
CURVA # 7		0+315.00	2.946,24	10	E	-0,45	0,45	2.945,79	2.946,69
		0+320.00	2.946,18	10	E	-0,45	0,45	2.945,73	2.946,63
		0+325.00	2.946,12	10	E	-0,45	0,45	2.945,67	2.946,57
		0+330.00	2.946,06	10	E	-0,45	0,45	2.945,61	2.946,51
PT		0+330.26	2.946,06	10	E	-0,45	0,45	2.945,61	2.946,51
		0+340.00	2.945,94	10	E	-0,45	0,45	2.945,49	2.946,39
PC		0+340.70	2.945,93	10	E	-0,45	0,45	2.945,48	2.946,38
CURVA # 8		0+345.00	2.945,88	10	E	-0,45	0,45	2.945,43	2.946,33
	PT	0+348.68	2.945,84	10	E	-0,45	0,45	2.945,39	2.946,29
		0+350.00	2.945,82	6	D	-0,27	0,27	2.945,55	2.946,09
		0+360.00	2.945,70	2	B	0,09	-0,09	2.945,79	2.945,61
		0+370.00	2.945,59	6	D	0,27	-0,27	2.945,86	2.945,32
PC		0+372.76	2.945,55	10	E	0,45	-0,45	2.946,00	2.945,10
		0+375.00	2.945,53	10	E	0,45	-0,45	2.945,98	2.945,08
CURVA # 9		0+380.00	2.945,47	10	E	0,45	-0,45	2.945,92	2.945,02
		0+385.00	2.945,41	10	E	0,45	-0,45	2.945,86	2.944,96
		0+390.00	2.945,35	10	E	0,45	-0,45	2.945,80	2.944,90
	PT	0+395.01	2.945,29	10	E	0,45	-0,45	2.945,74	2.944,84
PC		0+395.81	2.945,28	10	E	0,45	-0,45	2.945,73	2.944,83
		0+400.00	2.945,23	10	E	0,45	-0,45	2.945,68	2.944,78
		0+405.00	2.945,17	10	E	0,45	-0,45	2.945,62	2.944,72
		0+410.00	2.945,11	10	E	0,45	-0,45	2.945,56	2.944,66
CURVA#10		0+415.00	2.945,05	10	E	0,45	-0,45	2.945,50	2.944,60
		0+420.00	2.944,99	10	E	0,45	-0,45	2.945,44	2.944,54
		0+425.00	2.944,93	10	E	0,45	-0,45	2.945,38	2.944,48
		0+430.00	2.944,88	10	E	0,45	-0,45	2.945,33	2.944,43
		0+435.00	2.944,82	10	E	0,45	-0,45	2.945,27	2.944,37
PT		0+438.42	2.944,78	6	D	0,27	-0,27	2.945,05	2.944,51
		0+440.00	2.944,76	6	D	0,27	-0,27	2.945,03	2.944,49
		0+450.00	2.944,64	4	C	0,18	-0,18	2.944,82	2.944,46
		0+460.00	2.944,52	2	B	0,09	-0,09	2.944,61	2.944,43
PC		0+466.67	2.944,44	6	D	0,27	-0,27	2.944,71	2.944,17
		0+470.00	2.944,40	6	D	0,27	-0,27	2.944,67	2.944,13
		0+475.00	2.944,34	6	D	0,27	-0,27	2.944,61	2.944,07
CURVA#11		0+480.00	2.944,28	6	D	0,27	-0,27	2.944,55	2.944,01
		0+485.00	2.944,22	6	D	0,27	-0,27	2.944,49	2.943,95
		0+490.00	2.944,16	6	D	0,27	-0,27	2.944,43	2.943,89
PT		0+493.45	2.944,12	6	D	0,27	-0,27	2.944,39	2.943,85
	PCV 4	0+495.00	2.944,11	4	C	0,18	-0,18	2.944,29	2.943,93
		0+500.00	2.944,04	2	B	0,09	-0,09	2.944,13	2.943,95
		0+505.00	2.943,96	2	A	-0,09	-0,09	2.943,87	2.943,87
	PIV 4	0+510.00	2.943,87	2	A	-0,09	-0,09	2.943,78	2.943,78
		0+515.00	2.943,76	2	A	-0,09	-0,09	2.943,67	2.943,67
		0+520.00	2.943,63	2	A	-0,09	-0,09	2.943,54	2.943,54
	PTV 4	0+525.00	2.943,50	2	A	-0,09	-0,09	2.943,41	2.943,41
		0+530.00	2.943,36	2	A	-0,09	-0,09	2.943,27	2.943,27
		0+540.00	2.943,08	2	A	-0,09	-0,09	2.942,99	2.942,99
		0+550.00	2.942,79	2	A	-0,09	-0,09	2.942,70	2.942,70
		0+560.00	2.942,51	2	A	-0,09	-0,09	2.942,42	2.942,42
	PCV 5	0+565.00	2.942,37	2	A	-0,09	-0,09	2.942,28	2.942,28

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE e (%)	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZON.	VERTIC.					BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50	BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50
		0+570.00	2.942,24	2	A	-0,09	-0,09	2.942,15	2.942,15
		0+575.00	2.942,11	2	A	-0,09	-0,09	2.942,02	2.942,02
PC		0+577.30	2.942,06	2	A	-0,09	-0,09	2.941,97	2.941,97
	PIV 5	0+580.00	2.942,00	2	A	-0,09	-0,09	2.941,91	2.941,91
		0+585.00	2.941,91	2	A	-0,09	-0,09	2.941,82	2.941,82
		0+590.00	2.941,84	2	A	-0,09	-0,09	2.941,75	2.941,75
	PTV 5	0+595.00	2.941,77	2	A	-0,09	-0,09	2.941,68	2.941,68
		0+600.00	2.941,71	2	A	-0,09	-0,09	2.941,62	2.941,62
		0+605.00	2.941,65	2	A	-0,09	-0,09	2.941,56	2.941,56
CURVA#12		0+610.00	2.941,60	2	A	-0,09	-0,09	2.941,51	2.941,51
		0+615.00	2.941,54	2	A	-0,09	-0,09	2.941,45	2.941,45
		0+620.00	2.941,48	2	A	-0,09	-0,09	2.941,39	2.941,39
		0+625.00	2.941,43	2	A	-0,09	-0,09	2.941,34	2.941,34
		0+630.00	2.941,37	2	B	-0,09	0,09	2.941,28	2.941,46
		0+635.00	2.941,31	2	B	-0,09	0,09	2.941,22	2.941,40
		0+640.00	2.941,25	4	C	-0,18	0,18	2.941,07	2.941,43
		0+645.00	2.941,20	6	D	-0,27	0,27	2.940,93	2.941,47
PT		0+646.50	2.941,18	10	E	-0,45	0,45	2.940,73	2.941,63
PC		0+646.80	2.941,15	10	E	-0,45	0,45	2.940,70	2.941,60
		0+650.00	2.941,13	10	E	-0,45	0,45	2.940,68	2.941,58
		0+655.00	2.941,08	10	E	-0,45	0,45	2.940,63	2.941,53
CURVA#13		0+660.00	2.941,02	10	E	-0,45	0,45	2.940,57	2.941,47
		0+665.00	2.940,97	10	E	-0,45	0,45	2.940,52	2.941,42
		0+670.00	2.940,91	10	E	-0,45	0,45	2.940,46	2.941,36
PT		0+671.04	2.940,90	10	E	-0,45	0,45	2.940,45	2.941,35
		0+680.00	2.940,80	4	C	-0,285	0,285	2.940,52	2.941,09
		0+690.00	2.940,68	2	B	-0,105	0,105	2.940,58	2.940,79
		0+700.00	2.940,56	4	C	0,075	-0,075	2.940,64	2.940,49
		0+710.00	2.940,45	6	D	0,255	-0,255	2.940,71	2.940,20
PC		0+710.97	2.940,44	6	D	0,27	-0,27	2.940,71	2.940,17
		0+715.00	2.940,40	6	D	0,27	-0,27	2.940,67	2.940,13
CURVA#14		0+720.00	2.940,34	6	D	0,27	-0,27	2.940,61	2.940,07
		0+725.00	2.940,28	6	D	0,27	-0,27	2.940,55	2.940,01
		0+730.00	2.940,22	6	D	0,27	-0,27	2.940,49	2.939,95
PT		0+733.43	2.940,18	6	D	0,27	-0,27	2.940,45	2.939,91
PC		0+735.75	2.940,16	6	D	0,27	-0,27	2.940,43	2.939,89
		0+740.00	2.940,10	6	D	0,27	-0,27	2.940,37	2.939,83
CURVA#15		0+745.00	2.940,05	6	D	0,27	-0,27	2.940,32	2.939,78
		0+750.00	2.939,97	6	D	0,27	-0,27	2.940,24	2.939,70
		0+755.00	2.939,94	6	D	0,27	-0,27	2.940,21	2.939,67
PT		0+756.28	2.939,92	6	D	0,27	-0,27	2.940,19	2.939,65
		0+760.00	2.939,87	4	C	0,18	-0,18	2.940,05	2.939,69
	PCV 6	0+765.00	2.939,82	4	C	0,18	-0,18	2.940,00	2.939,64
		0+770.00	2.939,75	2	B	0,09	-0,09	2.939,84	2.939,66
		0+775.00	2.939,67	2	B	-0,09	0,09	2.939,58	2.939,76
	PIV 6	0+780.00	2.939,56	4	C	-0,18	0,18	2.939,38	2.939,74
		0+785.00	2.939,43	6	D	-0,27	0,27	2.939,16	2.939,70
PC		0+788.85	2.939,31	10	E	-0,45	0,45	2.938,86	2.939,76
		0+790.00	2.939,28	10	E	-0,45	0,45	2.938,83	2.939,73
	PTV 6	0+795.00	2.939,11	10	E	-0,45	0,45	2.938,66	2.939,56
		0+800.00	2.938,93	10	E	-0,45	0,45	2.938,48	2.939,38
		0+805.00	2.938,75	10	E	-0,45	0,45	2.938,30	2.939,20
		0+810.00	2.938,56	10	E	-0,45	0,45	2.938,11	2.939,01
CURVA#16		0+815.00	2.938,38	10	E	-0,45	0,45	2.937,93	2.938,83
		0+820.00	2.938,20	10	E	-0,45	0,45	2.937,75	2.938,65
		0+825.00	2.938,02	10	E	-0,45	0,45	2.937,57	2.938,47
		0+830.00	2.937,84	10	E	-0,45	0,45	2.937,39	2.938,29
PT		0+832.79	2.937,74	10	E	-0,45	0,45	2.937,29	2.938,19

CURVA		ABSCISAS	COTAS ROJAS	PERALTE	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZON.	VERTIC.	Km	EJE	e (%)		BORDE IZQ	BORDE DER	BORDE IZQ	BORDE DER
			SUBRASANTE			A 4.50	A 4.50	A 4.50	A 4.50
		0+840.00	2.937,48	4	C	-0,18	0,18	2.937,30	2.937,66
		0+850.00	2.937,12	2	B	-0,09	0,09	2.937,03	2.937,21
		0+860.00	2.936,75	2	B	0,09	-0,09	2.936,84	2.936,66
	PCV 7	0+862.00	2.936,68	2	B	0,09	-0,09	2.936,77	2.936,59
		0+865.00	2.936,58	2	B	0,09	-0,09	2.936,67	2.936,49
PC		0+869.95	2.936,42	6	D	0,27	-0,27	2.936,69	2.936,15
		0+870.00	2.936,42	6	D	0,27	-0,27	2.936,69	2.936,15
CURVA#17		0+875.00	2.936,28	6	D	0,27	-0,27	2.936,55	2.936,01
	PIV 7	0+880.00	2.936,16	6	D	0,27	-0,27	2.936,43	2.935,89
PT		0+884.06	2.936,08	6	D	0,27	-0,27	2.936,35	2.935,81
		0+885.00	2.936,07	6	D	0,27	-0,27	2.936,34	2.935,80
		0+890.00	2.935,99	2	B	0,09	-0,09	2.936,08	2.935,90
		0+895.00	2.935,94	2	B	0,09	-0,09	2.936,03	2.935,85
	PTV 7	0+898.00	2.935,91	2	B	0,09	-0,09	2.936,00	2.935,82
PC		0+899.03	2.935,90	6	D	-0,27	0,27	2.935,63	2.936,17
	PCV 8	0+900.00	2.935,90	6	D	-0,27	0,27	2.935,63	2.936,17
CURVA#18		0+905.00	2.935,84	6	D	-0,27	0,27	2.935,57	2.936,11
		0+910.00	2.935,77	6	D	-0,27	0,27	2.935,50	2.936,04
		0+915.00	2.935,66	6	D	-0,27	0,27	2.935,39	2.935,93
PT		0+919.68	2.935,53	6	D	-0,27	0,27	2.935,26	2.935,80
	PIV 8	0+920.00	2.935,52	6	D	-0,27	0,27	2.935,25	2.935,79
		0+925.00	2.935,35	4	C	-0,18	0,18	2.935,17	2.935,53
		0+930.00	2.935,15	2	B	-0,09	0,09	2.935,06	2.935,24
		0+935.00	2.934,91	2	A	-0,09	-0,09	2.934,82	2.934,82
	PTV 8	0+940.00	2.934,65	2	A	-0,09	-0,09	2.934,56	2.934,56
		0+950.00	2.934,10	2	A	-0,09	-0,09	2.934,01	2.934,01
		0+960.00	2.933,54	2	A	-0,09	-0,09	2.933,45	2.933,45
		0+970.00	2.932,98	2	B	-0,09	0,09	2.932,89	2.933,07
		0+980.00	2.932,43	6	D	-0,27	0,27	2.932,16	2.932,70
PC		0+982.72	2.932,27	10	E	-0,45	0,45	2.931,82	2.932,72
CURVA#19		0+985.00	2.932,15	10	E	-0,45	0,45	2.931,70	2.932,60
		0+990.00	2.931,87	10	E	-0,45	0,45	2.931,42	2.932,32
PT=PC		0+994.97	2.931,60	10	E	-0,45	0,45	2.931,15	2.932,05
	PCV 9	0+995.00	2.931,59	10	E	-0,45	0,45	2.931,14	2.932,04
CURVA#20		1+000.00	2.931,31	10	E	-0,45	0,45	2.930,86	2.931,76
		1+005.00	2.931,01	10	E	-0,45	0,45	2.930,56	2.931,46
PT		1+007.88	2.930,85	10	E	-0,45	0,45	2.930,40	2.931,30
	PIV 9	1+010.00	2.930,73	10	E	-0,45	0,45	2.930,28	2.931,18
		1+015.00	2.930,41	6	D	-0,27	0,27	2.930,14	2.930,68
		1+020.00	2.930,10	2	B	-0,09	0,09	2.930,01	2.930,19
	PTV 9	1+025.00	2.929,78	2	B	-0,09	0,09	2.929,69	2.929,87
		1+030.00	2.929,45	4	C	0,18	-0,18	2.929,63	2.929,27
PC		1+036.09	2.929,06	10	E	0,45	-0,45	2.929,51	2.928,61
		1+040.00	2.928,80	10	E	0,45	-0,45	2.929,25	2.928,35
	PCV 10	1+043.10	2.928,60	10	E	0,45	-0,45	2.929,05	2.928,15
		1+045.00	2.928,48	10	E	0,45	-0,45	2.928,93	2.928,03
CURVA#21		1+050.00	2.928,13	10	E	0,45	-0,45	2.928,58	2.927,68
		1+055.00	2.927,77	10	E	0,45	-0,45	2.928,22	2.927,32
		1+060.00	2.927,39	10	E	0,45	-0,45	2.927,84	2.926,94
		1+065.00	2.926,99	10	E	0,45	-0,45	2.927,44	2.926,54
PT		1+065.62	2.926,94	10	E	0,45	-0,45	2.927,39	2.926,49
		1+070.00	2.926,56	10	E	0,45	-0,45	2.927,01	2.926,11
	PIV 10	1+073.10	2.926,29	10	E	0,45	-0,45	2.926,74	2.925,84
		1+075.00	2.926,15	10	E	0,45	-0,45	2.926,60	2.925,70
		1+080.00	2.925,68	10	E	0,45	-0,45	2.926,13	2.925,23
PC		1+080.67	2.925,62	10	E	0,45	-0,45	2.926,07	2.925,17
		1+085.00	2.925,20	10	E	0,45	-0,45	2.925,65	2.924,75
CURVA#22		1+090.00	2.924,69	10	E	0,45	-0,45	2.925,14	2.924,24

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUBRASANTE	PERALTE e (%)	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUBRASANTE	
HORIZON.	VERTIC.					BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50	BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50
		1+095.00	2.924,16	10	E	0,45	-0,45	2.924,61	2.923,71
		1+100.00	2.923,61	10	E	0,45	-0,45	2.924,06	2.923,16
PT		1+102.38	2.923,35	10	E	0,45	-0,45	2.923,80	2.922,90
	PTV 10	1+103.10	2.923,27	4	C	0,18	-0,18	2.923,45	2.923,09
	PCV 11	1+103.96	2.923,26	4	C	0,18	-0,18	2.923,44	2.923,08
		1+110.00	2.922,50	4	C	0,18	-0,18	2.922,68	2.922,32
		1+115.00	2.921,94	4	C	0,18	-0,18	2.922,12	2.921,76
		1+120.00	2.921,38	2	A	-0,09	-0,09	2.921,29	2.921,29
		1+125.00	2.920,83	2	A	-0,09	-0,09	2.920,74	2.920,74
		1+130.00	2.920,28	2	A	-0,09	-0,09	2.920,19	2.920,19
		1+135.00	2.919,73	2	A	-0,09	-0,09	2.919,64	2.919,64
		1+140.00	2.919,20	6	D	-0,27	0,27	2.918,93	2.919,47
		1+145.00	2.918,65	6	D	-0,27	0,27	2.918,38	2.918,92
PC		1+148.54	2.918,27	10	E	-0,45	0,45	2.917,82	2.918,72
		1+150.00	2.918,12	10	E	-0,45	0,45	2.917,67	2.918,57
		1+155.00	2.917,58	10	E	-0,45	0,45	2.917,13	2.918,03
CURVA#23		1+160.00	2.917,06	10	E	-0,45	0,45	2.916,61	2.917,51
		1+165.00	2.916,54	10	E	-0,45	0,45	2.916,09	2.916,99
		1+170.00	2.916,01	10	E	-0,45	0,45	2.915,56	2.916,46
		1+175.00	2.915,49	10	E	-0,45	0,45	2.915,04	2.915,94
PT		1+176.19	2.915,37	10	E	-0,45	0,45	2.914,92	2.915,82
		1+180.00	2.914,97	6	D	-0,27	0,27	2.914,70	2.915,24
	PIV 11	1+183.92	2.914,58	6	D	-0,27	0,27	2.914,31	2.914,85
		1+185.00	2.914,46	6	D	-0,27	0,27	2.914,19	2.914,73
		1+190.00	2.914,05	2	B	-0,09	0,09	2.913,96	2.914,14
		1+195.00	2.913,76	2	B	-0,09	0,09	2.913,67	2.913,85
PUENTE	PTV 11	1+196.60	2.913,70	2	A	-0,09	-0,09	2.913,61	2.913,61

ANEXO K

Tablas cotas subbase

COTAS SUB BASE									
CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUB BASE	PERALTE e (%)	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUB BASE	
HORIZON.	VERTIC.					BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50	BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50
PC 1		0+000.00	2.949,05	2	B	0,09	-0,09	2.949,14	2.948,96
		0+005.00	2.949,11	2	B	0,09	-0,09	2.949,20	2.949,02
CURVA # 1		0+010.00	2.949,16	2	B	0,09	-0,09	2.949,25	2.949,07
PT 1		0+014.06	2.949,21	2	B	0,09	-0,09	2.949,30	2.949,12
		0+020.00	2.949,28	2	A	-0,09	-0,09	2.949,19	2.949,19
	PCV 1	0+022.00	2.949,30	2	A	-0,09	-0,09	2.949,21	2.949,21
		0+025.00	2.949,33	2	A	-0,09	-0,09	2.949,24	2.949,24
		0+030.00	2.949,36	2	B	-0,09	0,09	2.949,27	2.949,45
		0+035.00	2.949,38	2	B	-0,09	0,09	2.949,29	2.949,47
PC 2	PIV 1	0+037.32	2.949,34	4	C	-0,18	0,18	2.949,16	2.949,52
		0+040.00	2.949,37	4	C	-0,18	0,18	2.949,19	2.949,55
		0+045.00	2.949,34	4	C	-0,18	0,18	2.949,16	2.949,52
		0+050.00	2.949,29	4	C	-0,18	0,18	2.949,11	2.949,47
CURVA # 2		0+055.00	2.949,23	4	C	-0,18	0,18	2.949,05	2.949,41
	PTV 1	0+058.00	2.949,17	4	C	-0,18	0,18	2.948,99	2.949,35
		0+060.00	2.949,13	4	C	-0,18	0,18	2.948,95	2.949,31
		0+065.00	2.949,04	4	C	-0,18	0,18	2.948,86	2.949,22
		0+070.00	2.948,94	4	C	-0,18	0,18	2.948,76	2.949,12
PT 2		0+071.64	2.948,91	4	C	-0,18	0,18	2.948,73	2.949,09
		0+080.00	2.948,77	2	B	-0,09	0,09	2.948,68	2.948,86
		0+090.00	2.948,58	2	A	-0,09	-0,09	2.948,49	2.948,49
		0+100.00	2.948,39	2	A	-0,09	-0,09	2.948,30	2.948,30
		0+110.00	2.948,18	2	A	-0,09	-0,09	2.948,09	2.948,09
		0+120.00	2.948,20	2	B	-0,09	0,09	2.948,11	2.948,29
		0+130.00	2.947,82	4	C	-0,18	0,18	2.947,64	2.948,00
PC		0+138.88	2.947,66	6	D	-0,27	0,27	2.947,39	2.947,93
		0+140.00	2.947,64	6	D	-0,27	0,27	2.947,37	2.947,91
		0+145.00	2.947,54	6	D	-0,27	0,27	2.947,27	2.947,81
CURVA # 3		0+150.00	2.947,45	6	D	-0,27	0,27	2.947,18	2.947,72
		0+155.00	2.947,36	6	D	-0,27	0,27	2.947,09	2.947,63
		0+160.00	2.947,26	6	D	-0,27	0,27	2.946,99	2.947,53
PT		0+162.37	2.947,22	6	D	-0,27	0,27	2.946,95	2.947,49
		0+170.00	2.947,08	4	C	-0,18	0,18	2.946,90	2.947,26
	PCV 2	0+175.00	2.946,98	2	B	-0,09	0,09	2.946,89	2.947,07
		0+180.00	2.946,90	2	B	0,09	-0,09	2.946,99	2.946,81
PC		0+184.10	2.946,85	4	C	0,18	-0,18	2.947,03	2.946,67
		0+185.00	2.946,84	6	D	0,27	-0,27	2.947,11	2.946,57
	PIV 2	0+190.00	2.946,79	6	D	0,27	-0,27	2.947,06	2.946,52
CURVA # 4		0+195.00	2.946,77	6	D	0,27	-0,27	2.947,04	2.946,50
		0+200.00	2.946,77	6	D	0,27	-0,27	2.947,04	2.946,50
PT		0+202.84	2.946,78	4	C	0,18	-0,18	2.946,96	2.946,60
	PTV 2	0+205.00	2.946,79	4	C	0,18	-0,18	2.946,97	2.946,61
		0+210.00	2.946,81	2	B	0,09	-0,09	2.946,90	2.946,72
		0+220.00	2.946,87	2	B	-0,09	0,09	2.946,78	2.946,96
PC		0+224.72	2.946,89	4	C	-0,18	0,18	2.946,71	2.947,07
		0+230.00	2.946,92	6	D	-0,27	0,27	2.946,65	2.947,19
		0+235.00	2.946,95	6	D	-0,27	0,27	2.946,68	2.947,22
CURVA # 5		0+240.00	2.946,98	6	D	-0,27	0,27	2.946,71	2.947,25
	PCV 3	0+245.00	2.947,01	6	D	-0,27	0,27	2.946,74	2.947,28
		0+250.00	2.947,02	6	D	-0,27	0,27	2.946,75	2.947,29
PT		0+252.16	2.947,03	4	C	-0,18	0,18	2.946,85	2.947,21
		0+255.00	2.947,03	2	B	-0,09	0,09	2.946,94	2.947,12
	PIV 3	0+260.00	2.947,02	2	A	-0,09	-0,09	2.946,93	2.946,93
		0+265.00	2.947,00	2	A	-0,09	-0,09	2.946,91	2.946,91
		0+270.00	2.946,96	2	B	0,09	-0,09	2.947,05	2.946,87

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUB BASE	PERALTE e (%)	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUB BASE	
HORIZON.	VERTIC.					BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50	BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50
PC	PTV 3	0+272.15	2.946,94	4	C	0,18	-0,18	2.947,12	2.946,76
		0+275.00	2.946,91	6	D	0,27	-0,27	2.947,18	2.946,64
		0+280.00	2.946,85	6	D	0,27	-0,27	2.947,12	2.946,58
CURVA # 6		0+285.00	2.946,79	6	D	0,27	-0,27	2.947,06	2.946,52
		0+290.00	2.946,73	6	D	0,27	-0,27	2.947,00	2.946,46
PT		0+292.26	2.946,71	4	C	0,18	-0,18	2.946,89	2.946,53
PC		0+300.02	2.946,62	4	C	-0,18	0,18	2.946,44	2.946,80
		0+305.00	2.946,56	10	E	-0,45	0,45	2.946,11	2.947,01
		0+310.00	2.946,50	10	E	-0,45	0,45	2.946,05	2.946,95
CURVA # 7		0+315.00	2.946,44	10	E	-0,45	0,45	2.945,99	2.946,89
		0+320.00	2.946,38	10	E	-0,45	0,45	2.945,93	2.946,83
		0+325.00	2.946,32	10	E	-0,45	0,45	2.945,87	2.946,77
		0+330.00	2.946,26	10	E	-0,45	0,45	2.945,81	2.946,71
PT		0+330.26	2.946,26	10	E	-0,45	0,45	2.945,81	2.946,71
		0+340.00	2.946,14	10	E	-0,45	0,45	2.945,69	2.946,59
PC		0+340.70	2.946,13	10	E	-0,45	0,45	2.945,68	2.946,58
CURVA # 8		0+345.00	2.946,08	10	E	-0,45	0,45	2.945,63	2.946,53
PT		0+348.68	2.946,04	10	E	-0,45	0,45	2.945,59	2.946,49
		0+350.00	2.946,02	6	D	-0,27	0,27	2.945,75	2.946,29
		0+360.00	2.945,90	2	B	0,09	-0,09	2.945,99	2.945,81
		0+370.00	2.945,79	6	D	0,27	-0,27	2.946,06	2.945,52
PC		0+372.76	2.945,75	10	E	0,45	-0,45	2.946,20	2.945,30
		0+375.00	2.945,73	10	E	0,45	-0,45	2.946,18	2.945,28
CURVA # 9		0+380.00	2.945,67	10	E	0,45	-0,45	2.946,12	2.945,22
		0+385.00	2.945,61	10	E	0,45	-0,45	2.946,06	2.945,16
		0+390.00	2.945,55	10	E	0,45	-0,45	2.946,00	2.945,10
PT		0+395.01	2.945,49	10	E	0,45	-0,45	2.945,94	2.945,04
PC		0+395.81	2.945,48	10	E	0,45	-0,45	2.945,93	2.945,03
		0+400.00	2.945,43	10	E	0,45	-0,45	2.945,88	2.944,98
		0+405.00	2.945,37	10	E	0,45	-0,45	2.945,82	2.944,92
		0+410.00	2.945,31	10	E	0,45	-0,45	2.945,76	2.944,86
		0+415.00	2.945,25	10	E	0,45	-0,45	2.945,70	2.944,80
CURVA#10		0+420.00	2.945,19	10	E	0,45	-0,45	2.945,64	2.944,74
		0+425.00	2.945,13	10	E	0,45	-0,45	2.945,58	2.944,68
		0+430.00	2.945,08	10	E	0,45	-0,45	2.945,53	2.944,63
		0+435.00	2.945,02	10	E	0,45	-0,45	2.945,47	2.944,57
PT		0+438.42	2.944,98	6	D	0,27	-0,27	2.945,25	2.944,71
		0+440.00	2.944,96	6	D	0,27	-0,27	2.945,23	2.944,69
		0+450.00	2.944,84	4	C	0,18	-0,18	2.945,02	2.944,66
		0+460.00	2.944,72	2	B	0,09	-0,09	2.944,81	2.944,63
PC		0+466.67	2.944,64	6	D	0,27	-0,27	2.944,91	2.944,37
		0+470.00	2.944,60	6	D	0,27	-0,27	2.944,87	2.944,33
		0+475.00	2.944,54	6	D	0,27	-0,27	2.944,81	2.944,27
CURVA#11		0+480.00	2.944,48	6	D	0,27	-0,27	2.944,75	2.944,21
		0+485.00	2.944,42	6	D	0,27	-0,27	2.944,69	2.944,15
		0+490.00	2.944,36	6	D	0,27	-0,27	2.944,63	2.944,09
PT		0+493.45	2.944,32	6	D	0,27	-0,27	2.944,59	2.944,05
	PCV 4	0+495.00	2.944,31	4	C	0,18	-0,18	2.944,49	2.944,13
		0+500.00	2.944,24	2	B	0,09	-0,09	2.944,33	2.944,15
		0+505.00	2.944,16	2	A	-0,09	-0,09	2.944,07	2.944,07
	PIV 4	0+510.00	2.944,07	2	A	-0,09	-0,09	2.943,98	2.943,98
		0+515.00	2.943,96	2	A	-0,09	-0,09	2.943,87	2.943,87
		0+520.00	2.943,83	2	A	-0,09	-0,09	2.943,74	2.943,74
	PTV 4	0+525.00	2.943,70	2	A	-0,09	-0,09	2.943,61	2.943,61
		0+530.00	2.943,56	2	A	-0,09	-0,09	2.943,47	2.943,47
		0+540.00	2.943,28	2	A	-0,09	-0,09	2.943,19	2.943,19
		0+550.00	2.942,99	2	A	-0,09	-0,09	2.942,90	2.942,90
		0+560.00	2.942,71	2	A	-0,09	-0,09	2.942,62	2.942,62

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUB BASE	PERALTE e (%)	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUB BASE	
HORIZON.	VERTIC.					BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50	BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50
	PCV 5	0+565.00	2.942,57	2	A	-0,09	-0,09	2.942,48	2.942,48
		0+570.00	2.942,44	2	A	-0,09	-0,09	2.942,35	2.942,35
		0+575.00	2.942,31	2	A	-0,09	-0,09	2.942,22	2.942,22
PC	PIV 5	0+577.30	2.942,26	2	A	-0,09	-0,09	2.942,17	2.942,17
		0+580.00	2.942,20	2	A	-0,09	-0,09	2.942,11	2.942,11
		0+585.00	2.942,11	2	A	-0,09	-0,09	2.942,02	2.942,02
	PTV 5	0+590.00	2.942,04	2	A	-0,09	-0,09	2.941,95	2.941,95
		0+595.00	2.941,97	2	A	-0,09	-0,09	2.941,88	2.941,88
		0+600.00	2.941,91	2	A	-0,09	-0,09	2.941,82	2.941,82
CURVA#12		0+605.00	2.941,85	2	A	-0,09	-0,09	2.941,76	2.941,76
		0+610.00	2.941,80	2	A	-0,09	-0,09	2.941,71	2.941,71
		0+615.00	2.941,74	2	A	-0,09	-0,09	2.941,65	2.941,65
		0+620.00	2.941,68	2	A	-0,09	-0,09	2.941,59	2.941,59
		0+625.00	2.941,63	2	A	-0,09	-0,09	2.941,54	2.941,54
		0+630.00	2.941,57	2	B	-0,09	0,09	2.941,48	2.941,66
		0+635.00	2.941,51	2	B	-0,09	0,09	2.941,42	2.941,60
		0+640.00	2.941,45	4	C	-0,18	0,18	2.941,27	2.941,63
		0+645.00	2.941,40	6	D	-0,27	0,27	2.941,13	2.941,67
PT	PC	0+646.50	2.941,38	10	E	-0,45	0,45	2.940,93	2.941,83
		0+646.80	2.941,35	10	E	-0,45	0,45	2.940,90	2.941,80
		0+650.00	2.941,33	10	E	-0,45	0,45	2.940,88	2.941,78
	CURVA#13	0+655.00	2.941,28	10	E	-0,45	0,45	2.940,83	2.941,73
		0+660.00	2.941,22	10	E	-0,45	0,45	2.940,77	2.941,67
		0+665.00	2.941,17	10	E	-0,45	0,45	2.940,72	2.941,62
	PT	0+670.00	2.941,11	10	E	-0,45	0,45	2.940,66	2.941,56
		0+671.04	2.941,10	10	E	-0,45	0,45	2.940,65	2.941,55
		0+680.00	2.941,00	4	C	-0,285	0,285	2.940,72	2.941,29
		0+690.00	2.940,88	2	B	-0,105	0,105	2.940,78	2.940,99
		0+700.00	2.940,76	4	C	0,075	-0,075	2.940,84	2.940,69
		0+710.00	2.940,65	6	D	0,255	-0,255	2.940,91	2.940,40
PC		0+710.97	2.940,64	6	D	0,27	-0,27	2.940,91	2.940,37
		0+715.00	2.940,60	6	D	0,27	-0,27	2.940,87	2.940,33
		0+720.00	2.940,54	6	D	0,27	-0,27	2.940,81	2.940,27
	CURVA#14	0+725.00	2.940,48	6	D	0,27	-0,27	2.940,75	2.940,21
		0+730.00	2.940,42	6	D	0,27	-0,27	2.940,69	2.940,15
		0+733.43	2.940,38	6	D	0,27	-0,27	2.940,65	2.940,11
PT	PC	0+735.75	2.940,36	6	D	0,27	-0,27	2.940,63	2.940,09
		0+740.00	2.940,30	6	D	0,27	-0,27	2.940,57	2.940,03
		0+745.00	2.940,25	6	D	0,27	-0,27	2.940,52	2.939,98
	CURVA#15	0+750.00	2.940,17	6	D	0,27	-0,27	2.940,44	2.939,90
		0+755.00	2.940,14	6	D	0,27	-0,27	2.940,41	2.939,87
		0+756.28	2.940,12	6	D	0,27	-0,27	2.940,39	2.939,85
	PT	0+760.00	2.940,07	4	C	0,18	-0,18	2.940,25	2.939,89
		0+765.00	2.940,02	4	C	0,18	-0,18	2.940,20	2.939,84
		0+770.00	2.939,95	2	B	0,09	-0,09	2.940,04	2.939,86
	PIV 6	0+775.00	2.939,87	2	B	-0,09	0,09	2.939,78	2.939,96
		0+780.00	2.939,76	4	C	-0,18	0,18	2.939,58	2.939,94
		0+785.00	2.939,63	6	D	-0,27	0,27	2.939,36	2.939,90
PC		0+788.85	2.939,51	10	E	-0,45	0,45	2.939,06	2.939,96
		0+790.00	2.939,48	10	E	-0,45	0,45	2.939,03	2.939,93
		0+795.00	2.939,31	10	E	-0,45	0,45	2.938,86	2.939,76
	PTV 6	0+800.00	2.939,13	10	E	-0,45	0,45	2.938,68	2.939,58
		0+805.00	2.938,95	10	E	-0,45	0,45	2.938,50	2.939,40
		0+810.00	2.938,76	10	E	-0,45	0,45	2.938,31	2.939,21
CURVA#16		0+815.00	2.938,58	10	E	-0,45	0,45	2.938,13	2.939,03
		0+820.00	2.938,40	10	E	-0,45	0,45	2.937,95	2.938,85
		0+825.00	2.938,22	10	E	-0,45	0,45	2.937,77	2.938,67
	PT	0+830.00	2.938,04	10	E	-0,45	0,45	2.937,59	2.938,49
		0+832.79	2.937,94	10	E	-0,45	0,45	2.937,49	2.938,39

CURVA		ABSCISAS	COTAS ROJAS	PERALTE	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUB BASE	
HORIZON.	VERTIC.	Km	EJE	e (%)		BORDE IZQ	BORDE DER	BORDE IZQ	BORDE DER
			SUB BASE			A 4.50	A 4.50	A 4.50	A 4.50
		0+840.00	2.937,68	4	C	-0,18	0,18	2.937,50	2.937,86
		0+850.00	2.937,32	2	B	-0,09	0,09	2.937,23	2.937,41
		0+860.00	2.936,95	2	B	0,09	-0,09	2.937,04	2.936,86
	PCV 7	0+862.00	2.936,88	2	B	0,09	-0,09	2.936,97	2.936,79
		0+865.00	2.936,78	2	B	0,09	-0,09	2.936,87	2.936,69
PC		0+869.95	2.936,62	6	D	0,27	-0,27	2.936,89	2.936,35
		0+870.00	2.936,62	6	D	0,27	-0,27	2.936,89	2.936,35
CURVA#17		0+875.00	2.936,48	6	D	0,27	-0,27	2.936,75	2.936,21
	PIV 7	0+880.00	2.936,36	6	D	0,27	-0,27	2.936,63	2.936,09
PT		0+884.06	2.936,28	6	D	0,27	-0,27	2.936,55	2.936,01
		0+885.00	2.936,27	6	D	0,27	-0,27	2.936,54	2.936,00
		0+890.00	2.936,19	2	B	0,09	-0,09	2.936,28	2.936,10
		0+895.00	2.936,14	2	B	0,09	-0,09	2.936,23	2.936,05
	PTV 7	0+898.00	2.936,11	2	B	0,09	-0,09	2.936,20	2.936,02
PC		0+899.03	2.936,10	6	D	-0,27	0,27	2.935,83	2.936,37
	PCV 8	0+900.00	2.936,10	6	D	-0,27	0,27	2.935,83	2.936,37
CURVA#18		0+905.00	2.936,04	6	D	-0,27	0,27	2.935,77	2.936,31
		0+910.00	2.935,97	6	D	-0,27	0,27	2.935,70	2.936,24
		0+915.00	2.935,86	6	D	-0,27	0,27	2.935,59	2.936,13
PT		0+919.68	2.935,73	6	D	-0,27	0,27	2.935,46	2.936,00
	PIV 8	0+920.00	2.935,72	6	D	-0,27	0,27	2.935,45	2.935,99
		0+925.00	2.935,55	4	C	-0,18	0,18	2.935,37	2.935,73
		0+930.00	2.935,35	2	B	-0,09	0,09	2.935,26	2.935,44
		0+935.00	2.935,11	2	A	-0,09	-0,09	2.935,02	2.935,02
	PTV 8	0+940.00	2.934,85	2	A	-0,09	-0,09	2.934,76	2.934,76
		0+950.00	2.934,30	2	A	-0,09	-0,09	2.934,21	2.934,21
		0+960.00	2.933,74	2	A	-0,09	-0,09	2.933,65	2.933,65
		0+970.00	2.933,18	2	B	-0,09	0,09	2.933,09	2.933,27
		0+980.00	2.932,63	6	D	-0,27	0,27	2.932,36	2.932,90
PC		0+982.72	2.932,47	10	E	-0,45	0,45	2.932,02	2.932,92
CURVA#19		0+985.00	2.932,35	10	E	-0,45	0,45	2.931,90	2.932,80
		0+990.00	2.932,07	10	E	-0,45	0,45	2.931,62	2.932,52
PT=PC		0+994.97	2.931,80	10	E	-0,45	0,45	2.931,35	2.932,25
	PCV 9	0+995.00	2.931,79	10	E	-0,45	0,45	2.931,34	2.932,24
CURVA#20		1+000.00	2.931,51	10	E	-0,45	0,45	2.931,06	2.931,96
		1+005.00	2.931,21	10	E	-0,45	0,45	2.930,76	2.931,66
PT		1+007.88	2.931,05	10	E	-0,45	0,45	2.930,60	2.931,50
	PIV 9	1+010.00	2.930,93	10	E	-0,45	0,45	2.930,48	2.931,38
		1+015.00	2.930,61	6	D	-0,27	0,27	2.930,34	2.930,88
		1+020.00	2.930,30	2	B	-0,09	0,09	2.930,21	2.930,39
	PTV 9	1+025.00	2.929,98	2	B	-0,09	0,09	2.929,89	2.930,07
		1+030.00	2.929,65	4	C	0,18	-0,18	2.929,83	2.929,47
PC		1+036.09	2.929,26	10	E	0,45	-0,45	2.929,71	2.928,81
		1+040.00	2.929,00	10	E	0,45	-0,45	2.929,45	2.928,55
	PCV 10	1+043.10	2.928,80	10	E	0,45	-0,45	2.929,25	2.928,35
		1+045.00	2.928,68	10	E	0,45	-0,45	2.929,13	2.928,23
CURVA#21		1+050.00	2.928,33	10	E	0,45	-0,45	2.928,78	2.927,88
		1+055.00	2.927,97	10	E	0,45	-0,45	2.928,42	2.927,52
		1+060.00	2.927,59	10	E	0,45	-0,45	2.928,04	2.927,14
		1+065.00	2.927,19	10	E	0,45	-0,45	2.927,64	2.926,74
PT		1+065.62	2.927,14	10	E	0,45	-0,45	2.927,59	2.926,69
		1+070.00	2.926,76	10	E	0,45	-0,45	2.927,21	2.926,31
	PIV 10	1+073.10	2.926,49	10	E	0,45	-0,45	2.926,94	2.926,04
		1+075.00	2.926,35	10	E	0,45	-0,45	2.926,80	2.925,90

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE SUB BASE	PERALTE e (%)	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS SUB BASE	
HORIZON.	VERTIC.					BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50	BORDE IZQ A 4.50	BORDE DER A 4.50
PC		1+080.00	2.925,88	10	E	0,45	-0,45	2.926,33	2.925,43
		1+080.67	2.925,82	10	E	0,45	-0,45	2.926,27	2.925,37
		1+085.00	2.925,40	10	E	0,45	-0,45	2.925,85	2.924,95
CURVA#22		1+090.00	2.924,89	10	E	0,45	-0,45	2.925,34	2.924,44
		1+095.00	2.924,36	10	E	0,45	-0,45	2.924,81	2.923,91
PT		1+100.00	2.923,81	10	E	0,45	-0,45	2.924,26	2.923,36
		1+102.38	2.923,55	10	E	0,45	-0,45	2.924,00	2.923,10
	PTV 10	1+103.10	2.923,47	4	C	0,18	-0,18	2.923,65	2.923,29
	PCV 11	1+103.96	2.923,46	4	C	0,18	-0,18	2.923,64	2.923,28
		1+110.00	2.922,70	4	C	0,18	-0,18	2.922,88	2.922,52
		1+115.00	2.922,14	4	C	0,18	-0,18	2.922,32	2.921,96
		1+120.00	2.921,58	2	A	-0,09	-0,09	2.921,49	2.921,49
		1+125.00	2.921,03	2	A	-0,09	-0,09	2.920,94	2.920,94
		1+130.00	2.920,48	2	A	-0,09	-0,09	2.920,39	2.920,39
		1+135.00	2.919,93	2	A	-0,09	-0,09	2.919,84	2.919,84
		1+140.00	2.919,40	6	D	-0,27	0,27	2.919,13	2.919,67
		1+145.00	2.918,85	6	D	-0,27	0,27	2.918,58	2.919,12
PC		1+148.54	2.918,47	10	E	-0,45	0,45	2.918,02	2.918,92
		1+150.00	2.918,32	10	E	-0,45	0,45	2.917,87	2.918,77
		1+155.00	2.917,78	10	E	-0,45	0,45	2.917,33	2.918,23
CURVA#23		1+160.00	2.917,26	10	E	-0,45	0,45	2.916,81	2.917,71
		1+165.00	2.916,74	10	E	-0,45	0,45	2.916,29	2.917,19
		1+170.00	2.916,21	10	E	-0,45	0,45	2.915,76	2.916,66
		1+175.00	2.915,69	10	E	-0,45	0,45	2.915,24	2.916,14
PT		1+176.19	2.915,57	10	E	-0,45	0,45	2.915,12	2.916,02
		1+180.00	2.915,17	6	D	-0,27	0,27	2.914,90	2.915,44
	PIV 11	1+183.92	2.914,78	6	D	-0,27	0,27	2.914,51	2.915,05
		1+185.00	2.914,66	6	D	-0,27	0,27	2.914,39	2.914,93
		1+190.00	2.914,25	2	B	-0,09	0,09	2.914,16	2.914,34
		1+195.00	2.913,96	2	B	-0,09	0,09	2.913,87	2.914,05
PUENTE	PTV 11	1+196.60	2.913,90	2	A	-0,09	-0,09	2.913,81	2.913,81

ANEXO L

Tablas cotas base

COTAS BASE									
CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE BASE	PERALTE e (%)	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS BASE	
HORIZON.	VERTIC.					BORDE IZQ A 3.50	BORDE DER A 3.50	BORDE IZQ A 3.50	BORDE DER A 3.50
PC 1		0+000.00	2.949,25	2	B	0,07	-0,07	2.949,32	2.949,18
		0+005.00	2.949,31	2	B	0,07	-0,07	2.949,38	2.949,24
CURVA # 1		0+010.00	2.949,36	2	B	0,07	-0,07	2.949,43	2.949,29
PT 1		0+014.06	2.949,41	2	B	0,07	-0,07	2.949,48	2.949,34
		0+020.00	2.949,48	2	A	-0,07	-0,07	2.949,41	2.949,41
	PCV 1	0+022.00	2.949,50	2	A	-0,07	-0,07	2.949,43	2.949,43
		0+025.00	2.949,53	2	A	-0,07	-0,07	2.949,46	2.949,46
		0+030.00	2.949,56	2	B	-0,07	0,07	2.949,49	2.949,63
		0+035.00	2.949,58	2	B	-0,07	0,07	2.949,51	2.949,65
PC 2	PIV 1	0+037.32	2.949,54	4	C	-0,14	0,14	2.949,40	2.949,68
		0+040.00	2.949,57	4	C	-0,14	0,14	2.949,43	2.949,71
		0+045.00	2.949,54	4	C	-0,14	0,14	2.949,40	2.949,68
		0+050.00	2.949,49	4	C	-0,14	0,14	2.949,35	2.949,63
CURVA # 2		0+055.00	2.949,43	4	C	-0,14	0,14	2.949,29	2.949,57
	PTV 1	0+058.00	2.949,37	4	C	-0,14	0,14	2.949,23	2.949,51
		0+060.00	2.949,33	4	C	-0,14	0,14	2.949,19	2.949,47
		0+065.00	2.949,24	4	C	-0,14	0,14	2.949,10	2.949,38
		0+070.00	2.949,14	4	C	-0,14	0,14	2.949,00	2.949,28
PT 2		0+071.64	2.949,11	4	C	-0,14	0,14	2.948,97	2.949,25
		0+080.00	2.948,97	2	B	-0,07	0,07	2.948,90	2.949,04
		0+090.00	2.948,78	2	A	-0,07	-0,07	2.948,71	2.948,71
		0+100.00	2.948,59	2	A	-0,07	-0,07	2.948,52	2.948,52
		0+110.00	2.948,38	2	A	-0,07	-0,07	2.948,31	2.948,31
		0+120.00	2.948,40	2	B	-0,07	0,07	2.948,33	2.948,47
		0+130.00	2.948,02	4	C	-0,14	0,14	2.947,88	2.948,16
PC		0+138.88	2.947,86	6	D	-0,21	0,21	2.947,65	2.948,07
		0+140.00	2.947,84	6	D	-0,21	0,21	2.947,63	2.948,05
		0+145.00	2.947,74	6	D	-0,21	0,21	2.947,53	2.947,95
CURVA # 3		0+150.00	2.947,65	6	D	-0,21	0,21	2.947,44	2.947,86
		0+155.00	2.947,56	6	D	-0,21	0,21	2.947,35	2.947,77
		0+160.00	2.947,46	6	D	-0,21	0,21	2.947,25	2.947,67
PT		0+162.37	2.947,42	6	D	-0,21	0,21	2.947,21	2.947,63
		0+170.00	2.947,28	4	C	-0,14	0,14	2.947,14	2.947,42
	PCV 2	0+175.00	2.947,18	2	B	-0,07	0,07	2.947,11	2.947,25
		0+180.00	2.947,10	2	B	0,07	-0,07	2.947,17	2.947,03
PC		0+184.10	2.947,05	4	C	0,14	-0,14	2.947,19	2.946,91
		0+185.00	2.947,04	6	D	0,21	-0,21	2.947,25	2.946,83
	PIV 2	0+190.00	2.946,99	6	D	0,21	-0,21	2.947,20	2.946,78
CURVA # 4		0+195.00	2.946,97	6	D	0,21	-0,21	2.947,18	2.946,76
		0+200.00	2.946,97	6	D	0,21	-0,21	2.947,18	2.946,76
PT		0+202.84	2.946,98	4	C	0,14	-0,14	2.947,12	2.946,84
	PTV 2	0+205.00	2.946,99	4	C	0,14	-0,14	2.947,13	2.946,85
		0+210.00	2.947,01	2	B	0,07	-0,07	2.947,08	2.946,94
		0+220.00	2.947,07	2	B	-0,07	0,07	2.947,00	2.947,14
PC		0+224.72	2.947,09	4	C	-0,14	0,14	2.946,95	2.947,23
		0+230.00	2.947,12	6	D	-0,21	0,21	2.946,91	2.947,33
		0+235.00	2.947,15	6	D	-0,21	0,21	2.946,94	2.947,36
CURVA # 5		0+240.00	2.947,18	6	D	-0,21	0,21	2.946,97	2.947,39
	PCV 3	0+245.00	2.947,21	6	D	-0,21	0,21	2.947,00	2.947,42
		0+250.00	2.947,22	6	D	-0,21	0,21	2.947,01	2.947,43
PT		0+252.16	2.947,23	4	C	-0,14	0,14	2.947,09	2.947,37
		0+255.00	2.947,23	2	B	-0,07	0,07	2.947,16	2.947,30
	PIV 3	0+260.00	2.947,22	2	A	-0,07	-0,07	2.947,15	2.947,15
		0+265.00	2.947,20	2	A	-0,07	-0,07	2.947,13	2.947,13
		0+270.00	2.947,16	2	B	0,07	-0,07	2.947,23	2.947,09
PC		0+272.15	2.947,14	4	C	0,14	-0,14	2.947,28	2.947,00

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE BASE	PERALTE e (%)	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS BASE	
HORIZON.	VERTIC.					BORDE IZQ A 3.50	BORDE DER A 3.50	BORDE IZQ A 3.50	BORDE DER A 3.50
	PTV 3	0+275.00	2.947,11	6	D	0,21	-0,21	2.947,32	2.946,90
		0+280.00	2.947,05	6	D	0,21	-0,21	2.947,26	2.946,84
CURVA #6		0+285.00	2.946,99	6	D	0,21	-0,21	2.947,20	2.946,78
		0+290.00	2.946,93	6	D	0,21	-0,21	2.947,14	2.946,72
PT		0+292.26	2.946,91	4	C	0,14	-0,14	2.947,05	2.946,77
PC		0+300.02	2.946,82	4	C	-0,14	0,14	2.946,68	2.946,96
		0+305.00	2.946,76	10	E	-0,35	0,35	2.946,41	2.947,11
		0+310.00	2.946,70	10	E	-0,35	0,35	2.946,35	2.947,05
CURVA #7		0+315.00	2.946,64	10	E	-0,35	0,35	2.946,29	2.946,99
		0+320.00	2.946,58	10	E	-0,35	0,35	2.946,23	2.946,93
		0+325.00	2.946,52	10	E	-0,35	0,35	2.946,17	2.946,87
		0+330.00	2.946,46	10	E	-0,35	0,35	2.946,11	2.946,81
PT		0+330.26	2.946,46	10	E	-0,35	0,35	2.946,11	2.946,81
		0+340.00	2.946,34	10	E	-0,35	0,35	2.945,99	2.946,69
PC		0+340.70	2.946,33	10	E	-0,35	0,35	2.945,98	2.946,68
CURVA #8		0+345.00	2.946,28	10	E	-0,35	0,35	2.945,93	2.946,63
PT		0+348.68	2.946,24	10	E	-0,35	0,35	2.945,89	2.946,59
		0+350.00	2.946,22	6	D	-0,21	0,21	2.946,01	2.946,43
		0+360.00	2.946,10	2	B	0,07	-0,07	2.946,17	2.946,03
		0+370.00	2.945,99	6	D	0,21	-0,21	2.946,20	2.945,78
PC		0+372.76	2.945,95	10	E	0,35	-0,35	2.946,30	2.945,60
		0+375.00	2.945,93	10	E	0,35	-0,35	2.946,28	2.945,58
CURVA #9		0+380.00	2.945,87	10	E	0,35	-0,35	2.946,22	2.945,52
		0+385.00	2.945,81	10	E	0,35	-0,35	2.946,16	2.945,46
		0+390.00	2.945,75	10	E	0,35	-0,35	2.946,10	2.945,40
PT		0+395.01	2.945,69	10	E	0,35	-0,35	2.946,04	2.945,34
PC		0+395.81	2.945,68	10	E	0,35	-0,35	2.946,03	2.945,33
		0+400.00	2.945,63	10	E	0,35	-0,35	2.945,98	2.945,28
		0+405.00	2.945,57	10	E	0,35	-0,35	2.945,92	2.945,22
		0+410.00	2.945,51	10	E	0,35	-0,35	2.945,86	2.945,16
		0+415.00	2.945,45	10	E	0,35	-0,35	2.945,80	2.945,10
CURVA#10		0+420.00	2.945,39	10	E	0,35	-0,35	2.945,74	2.945,04
		0+425.00	2.945,33	10	E	0,35	-0,35	2.945,68	2.944,98
		0+430.00	2.945,28	10	E	0,35	-0,35	2.945,63	2.944,93
		0+435.00	2.945,22	10	E	0,35	-0,35	2.945,57	2.944,87
PT		0+438.42	2.945,18	6	D	0,21	-0,21	2.945,39	2.944,97
		0+440.00	2.945,16	6	D	0,21	-0,21	2.945,37	2.944,95
		0+450.00	2.945,04	4	C	0,14	-0,14	2.945,18	2.944,90
		0+460.00	2.944,92	2	B	0,07	-0,07	2.944,99	2.944,85
PC		0+466.67	2.944,84	6	D	0,21	-0,21	2.945,05	2.944,63
		0+470.00	2.944,80	6	D	0,21	-0,21	2.945,01	2.944,59
		0+475.00	2.944,74	6	D	0,21	-0,21	2.944,95	2.944,53
CURVA#11		0+480.00	2.944,68	6	D	0,21	-0,21	2.944,89	2.944,47
		0+485.00	2.944,62	6	D	0,21	-0,21	2.944,83	2.944,41
		0+490.00	2.944,56	6	D	0,21	-0,21	2.944,77	2.944,35
PT		0+493.45	2.944,52	6	D	0,21	-0,21	2.944,73	2.944,31
	PCV 4	0+495.00	2.944,51	4	C	0,14	-0,14	2.944,65	2.944,37
		0+500.00	2.944,44	2	B	0,07	-0,07	2.944,51	2.944,37
		0+505.00	2.944,36	2	A	-0,07	-0,07	2.944,29	2.944,29
	PIV 4	0+510.00	2.944,27	2	A	-0,07	-0,07	2.944,20	2.944,20
		0+515.00	2.944,16	2	A	-0,07	-0,07	2.944,09	2.944,09
		0+520.00	2.944,03	2	A	-0,07	-0,07	2.943,96	2.943,96
	PTV 4	0+525.00	2.943,90	2	A	-0,07	-0,07	2.943,83	2.943,83
		0+530.00	2.943,76	2	A	-0,07	-0,07	2.943,69	2.943,69
		0+540.00	2.943,48	2	A	-0,07	-0,07	2.943,41	2.943,41
		0+550.00	2.943,19	2	A	-0,07	-0,07	2.943,12	2.943,12
		0+560.00	2.942,91	2	A	-0,07	-0,07	2.942,84	2.942,84
	PCV 5	0+565.00	2.942,77	2	A	-0,07	-0,07	2.942,70	2.942,70
		0+570.00	2.942,64	2	A	-0,07	-0,07	2.942,57	2.942,57

CURVA		ABSCISAS	COTAS ROJAS	PERALTE	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS	
HORIZON.	VERTIC.	Km	EJE	e (%)		BORDE IZQ	BORDE DER	BORDE IZQ	BORDE DER
			BASE			A 3.50	A 3.50	A 3.50	A 3.50
		0+575.00	2.942,51	2	A	-0,07	-0,07	2.942,44	2.942,44
PC		0+577.30	2.942,46	2	A	-0,07	-0,07	2.942,39	2.942,39
	PIV 5	0+580.00	2.942,40	2	A	-0,07	-0,07	2.942,33	2.942,33
		0+585.00	2.942,31	2	A	-0,07	-0,07	2.942,24	2.942,24
		0+590.00	2.942,24	2	A	-0,07	-0,07	2.942,17	2.942,17
	PTV 5	0+595.00	2.942,17	2	A	-0,07	-0,07	2.942,10	2.942,10
		0+600.00	2.942,11	2	A	-0,07	-0,07	2.942,04	2.942,04
		0+605.00	2.942,05	2	A	-0,07	-0,07	2.941,98	2.941,98
CURVA#12		0+610.00	2.942,00	2	A	-0,07	-0,07	2.941,93	2.941,93
		0+615.00	2.941,94	2	A	-0,07	-0,07	2.941,87	2.941,87
		0+620.00	2.941,88	2	A	-0,07	-0,07	2.941,81	2.941,81
		0+625.00	2.941,83	2	A	-0,07	-0,07	2.941,76	2.941,76
		0+630.00	2.941,77	2	B	-0,07	0,07	2.941,70	2.941,84
		0+635.00	2.941,71	2	B	-0,07	0,07	2.941,64	2.941,78
		0+640.00	2.941,65	4	C	-0,14	0,14	2.941,51	2.941,79
		0+645.00	2.941,60	6	D	-0,21	0,21	2.941,39	2.941,81
PT		0+646.50	2.941,58	10	E	-0,35	0,35	2.941,23	2.941,93
PC		0+646.80	2.941,55	10	E	-0,35	0,35	2.941,20	2.941,90
		0+650.00	2.941,53	10	E	-0,35	0,35	2.941,18	2.941,88
		0+655.00	2.941,48	10	E	-0,35	0,35	2.941,13	2.941,83
CURVA#13		0+660.00	2.941,42	10	E	-0,35	0,35	2.941,07	2.941,77
		0+665.00	2.941,37	10	E	-0,35	0,35	2.941,02	2.941,72
		0+670.00	2.941,31	10	E	-0,35	0,35	2.940,96	2.941,66
PT		0+671.04	2.941,30	10	E	-0,35	0,35	2.940,95	2.941,65
		0+680.00	2.941,20	4	C	-0,22	0,22	2.940,98	2.941,42
		0+690.00	2.941,08	2	B	-0,08	0,08	2.941,00	2.941,16
		0+700.00	2.940,96	4	C	0,06	-0,06	2.941,02	2.940,90
		0+710.00	2.940,85	6	D	0,20	-0,20	2.941,05	2.940,65
PC		0+710.97	2.940,84	6	D	0,21	-0,21	2.941,05	2.940,63
		0+715.00	2.940,80	6	D	0,21	-0,21	2.941,01	2.940,59
CURVA#14		0+720.00	2.940,74	6	D	0,21	-0,21	2.940,95	2.940,53
		0+725.00	2.940,68	6	D	0,21	-0,21	2.940,89	2.940,47
		0+730.00	2.940,62	6	D	0,21	-0,21	2.940,83	2.940,41
PT		0+733.43	2.940,58	6	D	0,21	-0,21	2.940,79	2.940,37
PC		0+735.75	2.940,56	6	D	0,21	-0,21	2.940,77	2.940,35
		0+740.00	2.940,50	6	D	0,21	-0,21	2.940,71	2.940,29
CURVA#15		0+745.00	2.940,45	6	D	0,21	-0,21	2.940,66	2.940,24
		0+750.00	2.940,37	6	D	0,21	-0,21	2.940,58	2.940,16
		0+755.00	2.940,34	6	D	0,21	-0,21	2.940,55	2.940,13
PT		0+756.28	2.940,32	6	D	0,21	-0,21	2.940,53	2.940,11
		0+760.00	2.940,27	4	C	0,14	-0,14	2.940,41	2.940,13
	PCV 6	0+765.00	2.940,22	4	C	0,14	-0,14	2.940,36	2.940,08
		0+770.00	2.940,15	2	B	0,07	-0,07	2.940,22	2.940,08
		0+775.00	2.940,07	2	B	-0,07	0,07	2.940,00	2.940,14
	PIV 6	0+780.00	2.939,96	4	C	-0,14	0,14	2.939,82	2.940,10
		0+785.00	2.939,83	6	D	-0,21	0,21	2.939,62	2.940,04
PC		0+788.85	2.939,71	10	E	-0,35	0,35	2.939,36	2.940,06
		0+790.00	2.939,68	10	E	-0,35	0,35	2.939,33	2.940,03
	PTV 6	0+795.00	2.939,51	10	E	-0,35	0,35	2.939,16	2.939,86
		0+800.00	2.939,33	10	E	-0,35	0,35	2.938,98	2.939,68
		0+805.00	2.939,15	10	E	-0,35	0,35	2.938,80	2.939,50
		0+810.00	2.938,96	10	E	-0,35	0,35	2.938,61	2.939,31
CURVA#16		0+815.00	2.938,78	10	E	-0,35	0,35	2.938,43	2.939,13
		0+820.00	2.938,60	10	E	-0,35	0,35	2.938,25	2.938,95
		0+825.00	2.938,42	10	E	-0,35	0,35	2.938,07	2.938,77
		0+830.00	2.938,24	10	E	-0,35	0,35	2.937,89	2.938,59
PT		0+832.79	2.938,14	10	E	-0,35	0,35	2.937,79	2.938,49
		0+840.00	2.937,88	4	C	-0,14	0,14	2.937,74	2.938,02
		0+850.00	2.937,52	2	B	-0,07	0,07	2.937,45	2.937,59

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE BASE	PERALTE e (%)	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS BASE	
HORIZON.	VERTIC.					BORDE IZQ A 3.50	BORDE DER A 3.50	BORDE IZQ A 3.50	BORDE DER A 3.50
		0+860.00	2.937,15	2	B	0,07	-0,07	2.937,22	2.937,08
	PCV 7	0+862.00	2.937,08	2	B	0,07	-0,07	2.937,15	2.937,01
		0+865.00	2.936,98	2	B	0,07	-0,07	2.937,05	2.936,91
PC		0+869.95	2.936,82	6	D	0,21	-0,21	2.937,03	2.936,61
		0+870.00	2.936,82	6	D	0,21	-0,21	2.937,03	2.936,61
CURVA#17		0+875.00	2.936,68	6	D	0,21	-0,21	2.936,89	2.936,47
	PIV 7	0+880.00	2.936,56	6	D	0,21	-0,21	2.936,77	2.936,35
PT		0+884.06	2.936,48	6	D	0,21	-0,21	2.936,69	2.936,27
		0+885.00	2.936,47	6	D	0,21	-0,21	2.936,68	2.936,26
		0+890.00	2.936,39	2	B	0,07	-0,07	2.936,46	2.936,32
		0+895.00	2.936,34	2	B	0,07	-0,07	2.936,41	2.936,27
	PTV 7	0+898.00	2.936,31	2	B	0,07	-0,07	2.936,38	2.936,24
PC		0+899.03	2.936,30	6	D	-0,21	0,21	2.936,09	2.936,51
	PCV 8	0+900.00	2.936,30	6	D	-0,21	0,21	2.936,09	2.936,51
CURVA#18		0+905.00	2.936,24	6	D	-0,21	0,21	2.936,03	2.936,45
		0+910.00	2.936,17	6	D	-0,21	0,21	2.935,96	2.936,38
		0+915.00	2.936,06	6	D	-0,21	0,21	2.935,85	2.936,27
PT		0+919.68	2.935,93	6	D	-0,21	0,21	2.935,72	2.936,14
	PIV 8	0+920.00	2.935,92	6	D	-0,21	0,21	2.935,71	2.936,13
		0+925.00	2.935,75	4	C	-0,14	0,14	2.935,61	2.935,89
		0+930.00	2.935,55	2	B	-0,07	0,07	2.935,48	2.935,62
		0+935.00	2.935,31	2	A	-0,07	-0,07	2.935,24	2.935,24
	PTV 8	0+940.00	2.935,05	2	A	-0,07	-0,07	2.934,98	2.934,98
		0+950.00	2.934,50	2	A	-0,07	-0,07	2.934,43	2.934,43
		0+960.00	2.933,94	2	A	-0,07	-0,07	2.933,87	2.933,87
		0+970.00	2.933,38	2	B	-0,07	0,07	2.933,31	2.933,45
		0+980.00	2.932,83	6	D	-0,21	0,21	2.932,62	2.933,04
PC		0+982.72	2.932,67	10	E	-0,35	0,35	2.932,32	2.933,02
CURVA#19		0+985.00	2.932,55	10	E	-0,35	0,35	2.932,20	2.932,90
		0+990.00	2.932,27	10	E	-0,35	0,35	2.931,92	2.932,62
PT=PC		0+994.97	2.932,00	10	E	-0,35	0,35	2.931,65	2.932,35
	PCV 9	0+995.00	2.931,99	10	E	-0,35	0,35	2.931,64	2.932,34
CURVA#20		1+000.00	2.931,71	10	E	-0,35	0,35	2.931,36	2.932,06
		1+005.00	2.931,41	10	E	-0,35	0,35	2.931,06	2.931,76
PT		1+007.88	2.931,25	10	E	-0,35	0,35	2.930,90	2.931,60
	PIV 9	1+010.00	2.931,13	10	E	-0,35	0,35	2.930,78	2.931,48
		1+015.00	2.930,81	6	D	-0,21	0,21	2.930,60	2.931,02
		1+020.00	2.930,50	2	B	-0,07	0,07	2.930,43	2.930,57
	PTV 9	1+025.00	2.930,18	2	B	-0,07	0,07	2.930,11	2.930,25
		1+030.00	2.929,85	4	C	0,14	-0,14	2.929,99	2.929,71
PC		1+036.09	2.929,46	10	E	0,35	-0,35	2.929,81	2.929,11
		1+040.00	2.929,20	10	E	0,35	-0,35	2.929,55	2.928,85
	PCV 10	1+043.10	2.929,00	10	E	0,35	-0,35	2.929,35	2.928,65
		1+045.00	2.928,88	10	E	0,35	-0,35	2.929,23	2.928,53
CURVA#21		1+050.00	2.928,53	10	E	0,35	-0,35	2.928,88	2.928,18
		1+055.00	2.928,17	10	E	0,35	-0,35	2.928,52	2.927,82
		1+060.00	2.927,79	10	E	0,35	-0,35	2.928,14	2.927,44
		1+065.00	2.927,39	10	E	0,35	-0,35	2.927,74	2.927,04
PT		1+065.62	2.927,34	10	E	0,35	-0,35	2.927,69	2.926,99
		1+070.00	2.926,96	10	E	0,35	-0,35	2.927,31	2.926,61
	PIV 10	1+073.10	2.926,69	10	E	0,35	-0,35	2.927,04	2.926,34
		1+075.00	2.926,55	10	E	0,35	-0,35	2.926,90	2.926,20
		1+080.00	2.926,08	10	E	0,35	-0,35	2.926,43	2.925,73
PC		1+080.67	2.926,02	10	E	0,35	-0,35	2.926,37	2.925,67
		1+085.00	2.925,60	10	E	0,35	-0,35	2.925,95	2.925,25
CURVA#22		1+090.00	2.925,09	10	E	0,35	-0,35	2.925,44	2.924,74
		1+095.00	2.924,56	10	E	0,35	-0,35	2.924,91	2.924,21
		1+100.00	2.924,01	10	E	0,35	-0,35	2.924,36	2.923,66
PT		1+102.38	2.923,75	10	E	0,35	-0,35	2.924,10	2.923,40

CURVA		ABSCISAS Km	COTAS ROJAS EJE BASE	PERALTE e (%)	SECCIÓN TIPO	DESNIVELES		COTAS ROJAS BASE	
HORIZON.	VERTIC.					BORDE IZQ A 3.50	BORDE DER A 3.50	BORDE IZQ A 3.50	BORDE DER A 3.50
	PTV 10	1+103.10	2.923,67	4	C	0,14	-0,14	2.923,81	2.923,53
	PCV 11	1+103.96	2.923,66	4	C	0,14	-0,14	2.923,80	2.923,52
		1+110.00	2.922,90	4	C	0,14	-0,14	2.923,04	2.922,76
		1+115.00	2.922,34	4	C	0,14	-0,14	2.922,48	2.922,20
		1+120.00	2.921,78	2	A	-0,07	-0,07	2.921,71	2.921,71
		1+125.00	2.921,23	2	A	-0,07	-0,07	2.921,16	2.921,16
		1+130.00	2.920,68	2	A	-0,07	-0,07	2.920,61	2.920,61
		1+135.00	2.920,13	2	A	-0,07	-0,07	2.920,06	2.920,06
		1+140.00	2.919,60	6	D	-0,21	0,21	2.919,39	2.919,81
		1+145.00	2.919,05	6	D	-0,21	0,21	2.918,84	2.919,26
PC		1+148.54	2.918,67	10	E	-0,35	0,35	2.918,32	2.919,02
		1+150.00	2.918,52	10	E	-0,35	0,35	2.918,17	2.918,87
		1+155.00	2.917,98	10	E	-0,35	0,35	2.917,63	2.918,33
CURVA#23		1+160.00	2.917,46	10	E	-0,35	0,35	2.917,11	2.917,81
		1+165.00	2.916,94	10	E	-0,35	0,35	2.916,59	2.917,29
		1+170.00	2.916,41	10	E	-0,35	0,35	2.916,06	2.916,76
		1+175.00	2.915,89	10	E	-0,35	0,35	2.915,54	2.916,24
PT		1+176.19	2.915,77	10	E	-0,35	0,35	2.915,42	2.916,12
		1+180.00	2.915,37	6	D	-0,21	0,21	2.915,16	2.915,58
	PV 11	1+183.92	2.914,98	6	D	-0,21	0,21	2.914,77	2.915,19
		1+185.00	2.914,86	6	D	-0,21	0,21	2.914,65	2.915,07
		1+190.00	2.914,45	2	B	-0,07	0,07	2.914,38	2.914,52
		1+195.00	2.914,16	2	B	-0,07	0,07	2.914,09	2.914,23
PUENTE	PTV 11	1+196.60	2.914,10	2	A	-0,07	-0,07	2.914,03	2.914,03

ANEXO M

Resultados de ensayos densidad subbase y base

Sub-base

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD

DENSIDAD EN SITIO

PROYECTO PAVIMENTACIÓN VÍA IPIALES - CARLOSAMA
LOCALIZACIÓN SAN FRANCISCO - RÍO BLANCO
DESCRIPCIÓN MATERIAL DE RÍO BLANCO
REFERENCIA
SOLICITA SINCO S.A.
FECHA NOV 27 DE 2007

DATOS DE CAMPO

Densidad No.	1	2	3	4	5	6
Fecha	NOV 27 DE 2007	NOV 27 DE 2007	NOV 27 DE 2007	NOV 27 DE 2007	NOV 27 DE 2007	NOV 27 DE 2007
Abscisa	KD + 030	KD + 230	KD + 480	KD + 630	KD + 750	KD + 860
Ubicación	E	D	I	E	D	I
Profundidad mt	0.15	0.15	0.14	0.15	0.14	0.14
Peso frasco y arena inicial grs.	6811	6809	6807	6801	6797	6581
Peso frasco y arena final grs.	3850	3878	3836	3812	3883	3755
Constante del cono grs.	1918	1918	1918	1918	1918	1918
Densidad de la arena grs/cm ³	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
Volumen del hueco cm ³	784.2	761.7	791.7	805.3	748.9	682.7
Recipiente No.	35	35	35	35	35	35
Peso suelo húmedo y recipiente grs.	1775	1682	1697	1750	1619	1589
Peso recipiente grs.	268.0	268.0	268.0	268.0	268.0	268.0
Peso suelo húmedo grs.	1507	1414	1429	1482	1351	1321

CONTENIDO DE AGUA

Recipiente No.	11	21	30	7	34	18
Peso suelo húmedo y recipiente grs.	188.0	190.6	169.6	192.6	192.1	182.0
Peso suelo seco y recipiente grs.	167.9	174.9	158.6	179.3	180.8	167.3
Peso recipiente grs.	38.56	37.46	34.74	37.42	36.97	37.26
Humedad %	15.54	11.42	8.88	9.37	7.86	11.30

PESOS UNITARIOS

Densidad húmeda grs/cm ³	1.922	1.856	1.805	1.840	1.804	1.935
Densidad seca grs/cm ³	1.663	1.666	1.658	1.682	1.673	1.738
Densidad máxima grs/cm ³	1.750	1.750	1.750	1.750	1.750	1.750
Humedad óptima %	15.99	15.99	15.99	15.99	15.99	15.99
Compactación del terreno %	95	95	95	96	96	99
Compactación especificada %	95	95	95	95	95	95

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSE LUIS CUAYAL MUÑOZ I.C.
L.I.C.C. NIT. 12.977.363-5

DENSIDAD EN SITIO

PROYECTO	PAVIMENTACION VÍA IPIALES - CARLOSAMA
LOCALIZACION	SAN FRANCISCO - RÍO BLANCO
DESCRIPCION	MATERIAL DE RÍO BLANCO
REFERENCIA	
SOLICITA	SINCO S.A.
FECHA	DIC 15 DE 2007

DATOS DE CAMPO

Densidad No.	1	2			
Fecha	DIC-15-07	DIC-15-07			
Abscisa	K0+920	K1+070			

Ubicación	E	E			
Profundidad mt	0,15	0,14			
Peso frasco y arena inicial grs.	6402	6218			
Peso frasco y arena final grs.	3549	3357			
Constante del cono grs.	1918	1918			
Densidad de la arena grs/cm ³	1,33	1,33			
Volumen del hueco cm ³	703,0	709,0			
Recipiente No.	35	35			
Peso suelo humedo y recipiente grs.	1582	1634			
Peso Recipiente grs.	268	268			
Peso Suelo humedo grs.	1314	1366			

CONTENIDO DE AGUA

Recipiente No.	30	21			
Peso suelo humedo y recipiente grs.	170,1	188,9			
Peso suelo seco y recipiente grs.	154,8	170			
Peso recipiente	34,74	37,46			
Humedad %	12,74	14,26			

PESOS UNITARIOS

Densidad humeda grs/cm ³	1,869	1,927			
Densidad seca grs/cm ³	1,658	1,686			
Densidad maxima grs/cm ³	1,75	1,75			
Humedad optima %	15,99	15,99			
Compactacion del terreno %	95	96			
Compactacion del especificada %	95	95			

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSE LUIS CUAYAL MUÑOZ I.C.
L.I.C.C. NIT. 12.977.363-5

BASE

**LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD**

DENSIDAD EN SITIO

PROYECTO	PAVIMENTACIÓN VÍA IPIALES - CARLOSAMA
LOCALIZACIÓN	SAN FRANCISCO - RÍO BLANCO
DESCRIPCIÓN	MATERIAL DE BASE RÍO BLANCO
REFERENCIA	
SOLICITA	SINCO S.A.
FECHA	DIC 12 DE 2007

DATOS DE CAMPO

Densidad No.	1	2	3			
Fecha	DIC 12 DE 2007	DIC 12 DE 2007	DIC 12 DE 2007			
Abscisa	K0 + 070	K0 + 265	K0 + 430			
Ubicación	D	E	I			
Profundidad mt	0.14	0.13	0.14			
Peso frasco y arena inicial grs.	7499	7457	7322			
Peso frasco y arena final grs.	4227	4265	4242			
Constante del cono grs.	1825	1825	1825			
Densidad de la arena grs/cm ³	1.42	1.42	1.42			
Volumen del hueco cm ³	1019.0	962.7	883.8			
Recipiente No.	35	35	35			
Peso suelo húmedo y recipiente grs.	2260	2132	2026			
Peso recipiente grs.	268.0	268.0	268.0			
Peso suelo húmedo grs.	1992	1864	1758			

CONTENIDO DE AGUA

Recipiente No.	7	32	13			
Peso suelo húmedo y recipiente grs.	230.9	202.5	197.6			
Peso suelo seco y recipiente grs.	212.8	189.4	181.7			
Peso recipiente grs.	37.42	38.33	36.88			
Humedad %	10.32	8.67	10.98			

PESOS UNITARIOS

Densidad húmeda grs/cm ³	1.955	1.936	1.989			
Densidad seca grs/cm ³	1.772	1.782	1.792			
Densidad máxima grs/cm ³	1.793	1.793	1.793			
Humedad óptima %	14.24	14.24	14.24			
Compactación del terreno %	99	99	100			
Compactación especificada %	100	100	100			

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE INGENIERÍA
 Y CONTROL DE CALIDAD
JOSE LUIS GUAYAL MUÑOZ I.C.
 L.I.C.C. NIT. 12.977.363-5

DENSIDAD EN SITIO

PROYECTO	PAVIMENTACION VÍA IPIALES - CARLOSAMA
LOCALIZACION	SAN FRANCISCO - RÍO BLANCO
DESCRIPCION	MATERIAL DE RÍO BLANCO
REFERENCIA	
SOLICITA	SINCO S.A.
FECHA	ENERO 13 DE 2008

DATOS DE CAMPO

Densidad No.	1	2	3	4	
Fecha	Enero-13-08	Enero-13-08	Enero-13-08	Enero-13-08	
Abscisa	K0+650	K0+780	K0+900	K1+065	

Ubicación	E	D	I	E	
Profundidad mt	0,15	0,14	0,13	0,15	
Peso frasco y arena inicial grs.	7455	7413	7278	7259	
Peso frasco y arena final grs.	4185	4223	4185	4189	
Constante del cono grs.	1918	1918	1918	1918	
Densidad de la arena grs/cm ³	1,33	1,33	1,33	1,33	
Volumen del hueco cm ³	1016,5	956,4	883,5	866,2	
Recipiente No.	35	35	35	35	
Peso suelo humedo y recipiente grs.	2286	2185	2000	2016	
Peso Recipiente grs.	268	268	268	268	
Peso Suelo humedo grs.	2018	1917	1732	1748	

CONTENIDO DE AGUA

Recipiente No.	13	21	7	32	
Peso suelo humedo y recipiente grs.	196,9	187,6	230,4	220,1	
Peso suelo seco y recipiente grs.	179,7	171,1	213,2	199,6	
Peso recipiente	34,74	37,46	37,42	38,33	
Humedad %	11,87	12,35	9,78	12,71	

PESOS UNITARIOS

Densidad humeda grs/cm ³	1,985	2,004	1,960	2,018	
Densidad seca grs/cm ³	1,775	1,784	1,786	1,790	
Densidad maxima grs/cm ³	1,793	1,793	1,793	1,793	
Humedad optima %	14,24	14,24	14,24	14,24	
Compactacion del terreno %	99	100	100	100	
Compactacion del especificada %	100	100	100	100	

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSE LUIS CUAYAL MUÑOZ I.C.
L.I.C.C. NIT. 12.977.363-5

DENSIDAD EN SITIO

PROYECTO	PAVIMENTACION VÍA IPIALES - CARLOSAMA
LOCALIZACION	SAN FRANCISCO - RÍO BLANCO
DESCRIPCION	MATERIAL DE RÍO BLANCO
REFERENCIA	
SOLICITA	SINCO S.A.
FECHA	FEB 25 DE 2008

DATOS DE CAMPO

Densidad No.	1	2			
Fecha	Febrero - 25 - 08	Febrero - 25 - 08			
Abscisa	K1+100	K1+180			

Ubicación	E	D			
Profundidad mt	0,15	0,14			
Peso frasco y arena inicial grs.	7500	7451			
Peso frasco y arena final grs.	4230	4262			
Constante del cono grs.	1918	1918			
Densidad de la arena grs/cm ³	1,33	1,33			
Volumen del hueco cm ³	1016,5	955,6			
Recipiente No.	35	35			
Peso suelo humedo y recipiente grs.	2310	2131			
Peso Recipiente grs.	268	268			
Peso Suelo humedo grs.	2042	1863			

CONTENIDO DE AGUA

Recipiente No.	7	34			
Peso suelo humedo y recipiente grs.	196,4	193,5			
Peso suelo seco y recipiente grs.	178,9	179,8			
Peso recipiente	34,74	36,97			
Humedad %	12,14	9,59			

PESOS UNITARIOS

Densidad humeda grs/cm ³	2,009	1,949			
Densidad seca grs/cm ³	1,791	1,779			
Densidad maxima grs/cm ³	1,793	1,793			
Humedad optima %	14,24	14,24			
Compactacion del terreno %	100	99			
Compactacion del especificada %	100	100			

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y CONTROL DE CALIDAD
JOSE LUIS CUATRAL MUÑOZ I.C.
L.I.C.C. NIT. 12.977.363-5

ANEXO N

Diseño de mezcla asfáltica (Marshall)

CONALCRETO LTDA.

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA

INFORME DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MDC-2
EN NOVIEMBRE DE 2007.

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE LA PLANTA DE PILCUAN

El informe presenta un resumen de los resultados de la caracterización de los agregados y el cemento asfáltico que se emplearán para el diseño de la mezcla densa en caliente MDC-2, de igual forma, se indica de forma general la metodología empleada para la obtención de la fórmula de trabajo de la MDC-2.

1. Agregados pétreos

Los agregados provienen del proceso de trituración del material del Río Téllez, con el objetivo de verificar que los materiales cumplen con las especificaciones del Artículo 400-02 del INVIAS estamos presentando a continuación los resultados de los ensayos realizados sobre los agregados que conformaran la mezcla.

REQUISITOS DE LOS AGREGADOS PARA LA MEZCLA Densa EN CALIENTE

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO	ESPECIFICACION 400.2.1 INVIAS	RESULTADO DEL ENSAYO
Partículas fracturadas (A. Grueso)	E-227	75% min	82,6 %
Desgaste los Ángeles (A. Grueso)	E-218,E-219	35% max (base) 25% max (rodadura)	20.87%
Perdida de solidez en Sulfato de Magnesio (A. Grueso y A. Fino)	E-220	18% max.	Total = 5,42%
Índice de aplanamiento y alargamiento (A. Grueso)	E-230	30% max.	Aplanamiento = 23,3% Alargamiento = 17,7%
Coficiente pulimento acelerado (A. Grueso)	E-232	0,45 min.	0.45
Contenido de impurezas (A. Grueso)	E-237	0,5% max.	0.38
Índice de plasticidad (Gradación combinada)	E-125,E-126	NP	NP
Equivalente de arena (Gradación combinada)	E-133	50% min	61,6%

OBSERVACION: Estos datos son obtenidos por estadística de los resultados de laboratorio en el periodo comprendido entre Mayo de 2006 y Octubre de 2007.

2. Cemento asfáltico

De acuerdo con la temperatura media de la zona del proyecto (menor a 15 °C) y considerando que el tránsito de diseño no interfiere a esta temperatura, el cemento asfáltico a emplear será uno de penetración 80-100 el cual procede de Barrancabermeja.

Con el fin de garantizar que el cemento asfáltico cumple con los requisitos del INVIAS a continuación se presentan los resultados de los ensayos del cemento asfáltico:

CONALCRETO LTDA.

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA

INFORME DE CARACTERIZACION DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE LA MEZCLA ASFALTICA MDC-2
EN NOVIEMBRE DE 2007.

REQUISITOS DEL CEMENTO ASFALTICO (80 - 100) PARA LA MEZCLA DENSA EN CALIENTE

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO	Und	ESPECIFICACION 400.2.2 INVIAS		RESULTADO DEL ENSAYO
			MIN	MAX	
Penetración (25 °C, 100 g, 5 s)	E-706	0,1mm	80	100	92
Índice de penetración	E-724	-	-1	1	- 1.2
Viscosidad absoluta (60 °C)	E-716	P	1000	-	1103.57
Ductilidad (25 °C, 5 cm/min)	E-702	cm	100	-	140
Solubilidad en tricloroetileno	E-713	%	99	-	100.0
Contenido de agua	E-704	%	-	0,2	0
Punto de ignición mediante copa abierta de Cleveland	E-709	°C	232	-	296
Pérdida por calentamiento en película delgada	E-721	%	-	1	0.33
Penetración del residuo luego de la pérdida por calentamiento	E-706	%	48	-	

NOTA: Datos del protocolo de ECOPETROL del 11 de Noviembre de 2007

3. Mezcla densa en caliente MDC-2

3.1 Agregados

La mezcla densa en caliente que se diseñará será una MDC-2, en cuanto a los agregados, el conjunto de agregado grueso y agregado fino y llenante mineral ajustará la gradación establecida para este tipo de mezcla de acuerdo con el numeral 450.2.1 de la especificación INVIAS.

Para cumplir con la gradación de las especificaciones técnicas del INVIAS, se realizó una dosificación teórica de agregados que se compone de un 35 % de triturado de ¾" y un 65% de arena.

Las gradaciones promedio de cada uno de los materiales que conformarán la mezcla de agregados para la MDC-2 son las siguientes:

CONALCRETO LTDA.

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA

INFORME DE CARACTERIZACION DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE LA MEZCLA ASFALTICA MDC-2
EN NOVIEMBRE DE 2007.

TAMIZ	GRADACIONES PROMEDIO	
	GRAVA 3/4"	ARENA
3/4"	100	100
1/2"	67,94	100
3/8"	44,22	99,7
No. 4	11,36	83,41
No. 10	7,18	57,99
No. 40	5,73	27,13
No. 80	4,82	17,97
No. 200	3,53	10,94

De acuerdo con las gradaciones hechas durante la fase de ajuste se obtuvieron las siguientes granulometrías a partir de las cuales se estableció la gradación promedio, estas granulometrías se anexan en el presente informe.

GRADACIONES DE AJUSTE					
TAMIZ	10-Nov	10-Nov	12-Nov	12-Nov	Promedio
3/4"	100	100	100	100	100,0
1/2"	90,4	87,6	90	87,5	88,9
3/8"	81,1	77,3	79,9	78,4	79,2
No. 4	60,3	58,9	60,2	56,3	58,9
No. 10	40,6	38	41,6	38,4	39,7
No. 40	17,9	17,9	18,5	17,6	18,0
No. 80	11	10,7	11,3	11,4	11,1
No. 200	6	6,1	6,4	6,3	6,2

GRADACIÓN TIPO PLANTA PILCUAN				
TAMIZ	% FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACIÓN 450.4.1 INVIAS		CUMPLE
		MIN	MAX	
3/4"	100	100%	100%	SI
1/2"	88,9	80%	100%	SI
3/8"	79,2	70%	88%	SI
No. 4	58,9	49%	65%	SI
No. 10	39,7	29%	45%	SI
No. 40	18,0	14%	25%	SI
No. 80	11,1	8%	17%	SI
No. 200	6,2	4%	8%	SI

CONALCRETO LTDA.

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA

INFORME DE CARACTERIZACION DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE LA MEZCLA ASFALTICA MDC-2
EN NOVIEMBRE DE 2007.

3.2 Diseño de mezcla y formula de trabajo

La formula de trabajo se obtuvo a partir de las curvas propias del método de diseño Marshall para briquetas compactadas entre 120° y 130° C con 75 golpes por cada cara, estas curvas incluyen:

Densidad
Estabilidad
Flujo
Vacíos con aire
Vacíos en los agregados.

Para obtener las curvas antes mencionadas se elaboraron briquetas elaboradas con incrementos de 0.5% en el cemento asfáltico, dentro de un intervalo entre el 4% y el 6%.

Con estos datos se procedió a la escogencia del contenido óptimo de asfalto de manera que se cumplan simultáneamente las condiciones que se indican en el numeral 450.4.2. del Artículo 450-02 del INVIAS.

DISEÑO DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MDC-2) - MÉTODO MARSHALL

ENSAYO	ESPECIFICACIÓN 450.4.2 INVIAS		FORMULA (4,5 %)	FORMULA (5 %)	FORMULA (5,2 %)	FORMULA (5,5 %)
	MIN	MAX				
Compactación, golpes/cara	75		75	75	75	75
Estabilidad mínima	900 Kg		960,84	1201,97	1209	1167,03
Flujo	2 mm	3,5 mm	2,07	2,84	3,08	3,6
Vacíos con aire (Capa de rodadura)	4%	6%	7,66	5,61	5	4,17
Vacíos con aire (Base asfáltica)	4%	8%	7,66	5,61	5	4,17
Vacíos mínimos en agregados	15%		18,29	17,64	17,5	17,49
Vacíos llenos de asfalto	65%-75%		58,3	68,4	71,7	75,9

De acuerdo con los resultados obtenidos para cada uno de los porcentajes de asfalto, se seleccionó como formula de trabajo la correspondiente al 5.2% de asfalto, la escogencia se hizo considerando que los resultados se encuentran dentro de las especificaciones mínimas y máximas del INVIAS.

CONALCRETO LTDA.

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA

INFORME DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MDC-2
EN NOVIEMBRE DE 2007.

ENSAYO	ESPECIFICACIÓN 450.4.2 INVIAS		FORMULA (5,2 %)	CUMPLE
	MIN	MAX		
Estabilidad mínima	900 Kg		1209	SI
Flujo	2 mm	3,5 mm	3,08	SI
Vacios con aire (Capa de rodadura)	4%	6%	5	SI
Vacios con aire (Base asfáltica)	4%	8%	5	SI
Vacios mínimos en agregados	15%		17,5	SI
Vacios llenos de asfalto	65%-75%		71,7	SI

3.3 Ensayos de verificación de la mezcla asfáltica

ENSAYO	ESPECIFICACIÓN 450.4.2 INVIAS		VALOR ENSAYO	CUMPLE
	MIN	MAX		
Resistencia a la deformación plástica	-	15 µm/min		
Relación llenante/ligante	-	1.2	1,19	SI
Inmersión-compresión	75%		87,37%	SI

4. TOLERANCIAS DE LA FORMULA DE TRABAJO

Las tolerancias establecidas según la especificación INVIAS para los agregados y la mezcla asfáltica son los siguientes:

4.1 Tolerancia para los agregados

TAMIZ	% FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACIÓN 450.4.1 INVIAS		FORMULA DE TRABAJO	
		MIN	MAX	MIN	MAX
3/4"	100,0	100%	100%	100,0	100,0
1/2"	88,9	80%	100%	84,9	92,9
3/8"	79,2	70%	88%	75,2	83,2
No. 4	58,9	49%	65%	54,9	62,9
No. 10	39,7	29%	45%	36,7	42,7
No. 40	18,0	14%	25%	15,0	21,0
No. 80	11,1	8%	17%	8,1	14,1
No. 200	6,2	4%	8%	5,2	7,2

CONALCRETO LTDA.

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA

INFORME DE CARACTERIZACION DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE LA MEZCLA ASFALTICA MDC-2
EN NOVIEMBRE DE 2007.

4.2 Tolerancia para la mezcla asfáltica

ENSAYO	FORMULA (5,2 %)	ESPECIFICACIÓN 450.4.2 INVIAS		FORMULA DE TRABAJO	
		MIN	MAX	MIN	MAX
Estabilidad mínima	1209	900 Kg		1088,1 kg	
Flujo	3,08	2 mm	3,5 mm	2,61 mm	3,5 mm
Vacios con aire (Capa de rodadura)	5	4%	6%	4%	6%
Vacios con aire (Base asfáltica)	5	4%	8%	4%	8%
Vacios mínimos en agregados	17,5	15%		15%	
Vacios llenos de asfalto	71,7	65%	75%	65%	75%

5. Normas de referencia.

- 1) Artículo 400-02 del INVIAS "Disposiciones generales para la ejecución de riegos de imprimación, liga y curado, tratamientos superficiales, sellos de arena asfalto, lechadas asfálticas, mezclas en frío y en caliente y reciclado de pavimentos asfálticos."
- 2) Artículo 450-02 "Mezcla densa en caliente".



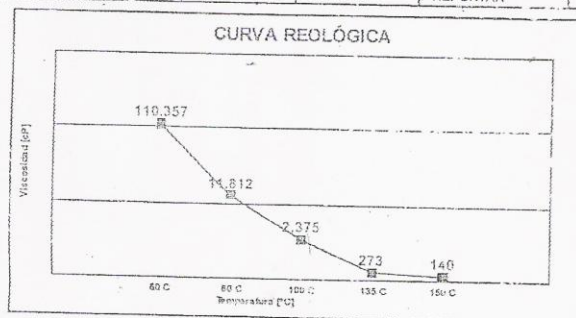
GERENCIA COMPLEJO PARRANCABERMEJA
COORDINACION INSPECCION DE CALIDAD
Reporte de resultados de ensayo de laboratorio

09/11/2007 07:13:05 a.m

Producto: ASFALTO 80/100
Número de muestra: 202.145.519
Fecha de Vo.Bo: 09-11-2007 4:34:16
Almacenamiento: K0206

Vo Bo: SI

ANALISIS	UNIDAD	RESULTADO	ESPECIFICACION	METODO
CURVA REOLOGICA				
VISCOSIDAD A 60 C	cP	110357	REPORTAR	ASTM D 4402
VISCOSIDAD A 80 C	cP	11812	REPORTAR	
VISCOSIDAD A 100 C	cP	2375	REPORTAR	
VISCOSIDAD A 135 C	cP	273	REPORTAR	
VISCOSIDAD A 150 C	cP	140	REPORTAR	
DUCTILIDAD	cm	140	REPORTAR	ASTM D 113 D
INDICE DE PENETRACION CALCULADO				
PENETRACION A 25 C (77 F)	mm/10	92	80 MINIMO -100 MAX	ASTM D 5
INDICE DE PENETRACION	N/A	-1.2	REPORTAR	
PERDIDA DE MASA (RTFOT)	g/100g	0.33	1 MAXIMO	ASTM D 2872
PUNTO ABLANDAMIENTO	°C	11.4	42 MINIMO -53 MAXIM	ASTM D 36
PUNTO DE INFLAMACION	°C	206	237 MINIMO	ASTM D 92
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	%	100	99 MINIMO	ASTM D 2042
VISTO BUENO TANQUES				
VoBo	N/A	SI	REPORTAR	VISTO BUENO
COMENTARIO	N/A	NINGUNO	REPORTAR	



N/A: No Aplica Comentario: NINGUNO

Nombre:

Carlos Peña

Carlos Peña

A: Si tiene alguna duda en cuanto al producto favor comunicarse con la Gerencia de Comercialización:

ORDINACIÓN DE COMERCIALIZACIÓN BARRANCABERMEJA: (097620) 9900/9907 FAX (097620) 9071 Refinería ECOPETROL
ORDINACIÓN DE PETROQUÍMICOS E INDUSTRIALES BOGOTÁ: (091234) 5001/5091/5563/5564/5565/5566 FAX (091234) 5555/5556
ORDINACIÓN DE COMBUSTIBLES BOGOTÁ: (091234) 5001/5091/5567/5568/5569/5570 FAX (091234) 5555/5556 Calle 37 No. 7-43 Piso 8.
tramitar un reclamo se requiere comunicación escrita informando producto, No. de Factura y Objeto del reclamo. además indicar el producto (líquido: un galón, Sólidos: 3 kg).

Para el Polietileno adicionar el número de lote.

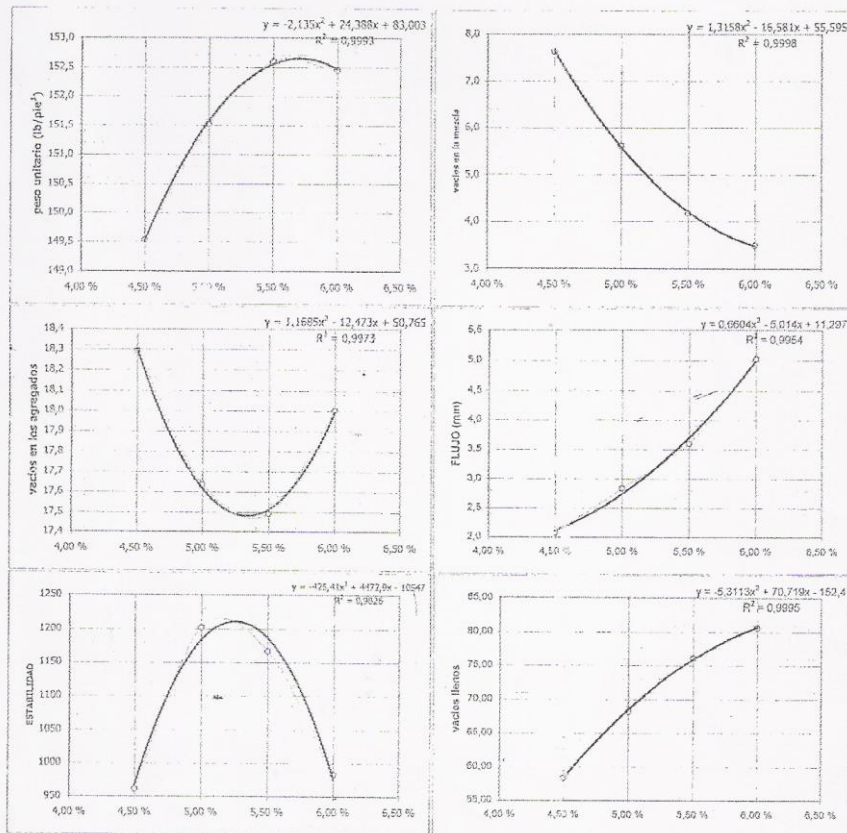
Métodos ASTM D 2622, ASTM D 4052, ASTM D 445, ASTM D 2270, ASTM D 93, ASTM D 5060, ASTM D 3197, ASTM D 86, ASTM D 3227, ASTM D 864, ASTM D 2708, ASTM D 5663, ASTM D 5708, ASTM D 4294, ASTM D 97, ASTM D 5972, ASTM D 4530, ASTM D 4542, ASTM D 1783, ASTM D 3566, ASTM D 1940, ASTM D 1078, ASTM D 850, ASTM D 5002, se encuentran acreditados bajo la norma ISO 17025 según la Resolución N°000003 del 3 de Enero de 2006 de la SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

CONALCRETO LTDA. Compañía de Asfalto y Cementos	GRÁFICAS PARA VERIFICAR EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MÉTODO MARSHAL	CODIGO: LAB-43-814
--	---	-----------------------

1. IDENTIFICACION DEL MATERIAL.

1.1 Fecha de Ensayo: 16 de noviembre de 2007

1.2 Procedencia del Material: RIO TELLEZ (TRITURADORA AGRESUR Y MONTERREY)



CALCULO DE DISEÑO:		MINIMO	MAXIMO
% DE ASFALTO:	5.2 %		
PESO UNITARIO:	2.44		
ESTABILIDAD (lb):	1209.0	900	
FLUJO (mm):	3.08	2	3.5
VACIOS EN LA MEZCLA (%):	5.0	4	8
VACIOS EN LOS AGREGADOS:			
MINERALES (%):	17.5	15	
VACIOS LLENOS DE ASFALTO:	71.7	65	75

Camillo E.P.

CAMILLO E. PADILLA T.
GEOTECNICO T.P. 19516001295 CAU.

[Signature]
ARQ. ALEJANDRO MUÑOZ
DIRECTOR EJECUTIVO

CONALCRETO LTDA. Compañía de asfaltos y concretos	EFECTO DE LAS AGUAS SOBRE LAS MEZCLAS COMPACTADAS INMERSION - COMPRESION INV 1 - 810	CODIGO:	
		LAB-19-813	0001

1. IDENTIFICACION DEL MATERIAL.

1.1 Fecha de Ensayo. lunes, 01 de octubre de 2007

1.2 Lugar del ensayo. PLANTA REMOLINO

1.3 Tipo de Capa. MEZCLA DENSA EN CALIENTE TIPO 2 (MDC-2)

1.4 Longitud Verificada. PR a PR

1.5 Procedencia del Material. RIO TELLEZ (TRITURADORA AGRESUR Y MONTERREY)

1.6 Muestra Nro : 1

BRIQUETAS SATURADAS A 60°C / 24 horas								
BRIQUET A Nro.	PESO EN AIRE	PESO EN AGUA	PESO SSS	DENSI. BULK	CARGA (lbs)	RESIST. (PSI.)	RESIST. (kg/cm2)	OBSERVACIONES
1	1906,5	1123,3	1909,5	2,425	9000	716,20	50,40	
2	1904	1123	1907,4	2,427	9500	755,99	53,20	
3	1908,2	1122,5	1910,7	2,421	9500	755,99	53,20	
PROMEDIO						742,72	52,27	

BRIQUETAS CURADAS AL AIRE A 25°C / 24 horas								
BRIQUET A Nro.	PESO EN AIRE	PESO EN AGUA	PESO SSS	DENSI. BULK	CARGA (lbs)	RESIST. (PSI.)	RESIST. (kg/cm2)	OBSERVACIONES
4	1906,8	1124,5	1909,5	2,429	11500	915,14	64,40	
5	1913,5	1126,7	1916,5	2,423	11500	915,14	64,40	
6	1901,9	1909,6	1124,8	-2,423	11000	875,35	61,60	
PROMEDIO						901,88	63,47	

3. RESULTADO: RC= 82,4 %

4. ESPECIFICACIONES.

Resistencia conservada : 75 % minimo

5. CONTROL PRODUCTO NO CONFORME.

5.1 Producto Conforme: SI ☒ NO ☐

5.2 Disposición producto no conforme:

- a. Reprocesa ☐ c. Aceptación por derogación (con o sin reparación) ☐
- b. Reclasifica ☐ d. Rechazar ☐

5.3 Observaciones: SE VERIFICO CON LOS MATERIALES DE PILCUAN Y CEMENTO ASFALTICO AL 5,2% DE BATRANCABERMEJA 80-100

Carmelo E.P.
CARMLO E. PADILLA T.
GEOTECNOLOGO T.P. 195180011295 CAS.

[Signature]
ARG. ALEJANDRO MUÑOZ
DIRECTOR T.P. 195180011295 CAS.