

**APOYO TÉCNICO AL PROYECTO VIAL**  
**“REPOSICIÓN Y/O MANTENIMIENTO EN CONCRETO ASFÁLTICO**  
**RUMICHACA – PASTO – CHACHAGUI – SECTOR: PEDREGAL K45+000 –**  
**PASTO K83+000 Y CONSTRUCCIÓN VARIANTE ORIENTAL DE PASTO**  
**KILÓMETROS – K0+000 – K5+000”**

**DIEGO FERNANDO AGUIRRE SANTIUSTY**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO**  
**PARA OPTAR EL TITULO DE**  
**INGENIERO CIVIL**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**SAN JUAN DE PASTO**  
**2011**

**APOYO TÉCNICO AL PROYECTO VIAL**  
**“REPOSICIÓN Y/O MANTENIMIENTO EN CONCRETO ASFÁLTICO**  
**RUMICHACA – PASTO – CHACHAGUI – SECTOR: PEDREGAL K45+000 –**  
**PASTO K83+000 Y CONSTRUCCIÓN VARIANTE ORIENTAL DE PASTO**  
**KILÓMETROS – K0+000 – K5+000”**

Autor:

**DIEGO FERNANDO AGUIRRE SANTIUSTY**

Director:

**I.C. RAMIRO MORALES GUEVARA**  
Director de Obra Empresa CONCAY S.A.

Codirector:

**I.C. MSc. JANET OJEDA HIDALGO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**SAN JUAN DE PASTO**  
2011

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

Codirectora. I.C. JANET OJEDA HIDALGO

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

San Juan de Pasto, 2011

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

*"Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores"*

*Artículo 1. del acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.*

## **DEDICATORIA**

A Dios que me permitió vivir con las herramientas y capacidades necesarias para la realización de este trabajo.

A mis padres Arturo Aguirre y Cecilia Santiusty que siempre han sido un gran apoyo en todo lo que he encaminado.

A Melisa Rocha por todo el amor y apoyo que me ha brindado

A todos mis familiares y amigos.

**Diego Fernando Aguirre Santiusty**

## **AGRADECIMIENTOS**

Ing. Ramiro Morales Guevara, director del trabajo de grado por sus consejos, por su sabiduría y por todas sus enseñanzas.

Ing. Luis Alberto Castillo Jojoa, residente de obra, por su ejemplo, por su dedicación y por todas sus enseñanzas.

A la constructora CONCAY S.A. por darme la oportunidad de formarme como profesional, dentro de un ámbito social y humano.

Al todo el personal de la constructora CONCAY S.A. por sus enseñanzas.

Al programa de Ingeniería Civil de la Universidad de Nariño, a mis compañeros, amigos y profesores y por lo enriquecedora que ha sido la carrera.

A mi Universidad de Nariño por ser la sede de muchos de mis éxitos y trabajos.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	19
2. MARCO DE REFERENCIA	30
2.1 MARCO TEÓRICO	30
2.2 EXPLANACIÓN	34
2.3 ESTRUCTURAS DE DRENAJE TRANSVERSAL	36
2.4 BOX COULVERT	37
2.5 ALCANTARILLAS	38
2.6 CUNETAS	40
3 TRAYECTOS ADJUDICADOS A CONCA Y S.A	41
3.1 TRAYECTO 3: REHABILITACIÓN IPIALES – PASTO K45+000 A K83+000	41
3.1.1 Señalización zona de trabajo	42
3.1.2 Fresado	43
3.1.3 Limpieza	47
3.1.4 Imprimación	47
3.2 TRAYECTO 5A: CONSTRUCCIÓN DE VARIANTE ORIENTAL A CIELO ABIERTO K2+000 A K5+000	52
3.2.1 Proceso constructivo	53
3.2.1.1 Desmonte y limpieza	53
3.2.1.2 Excavación de la explanación, canales y préstamos	54

3.2.1.3	Taludes	57
3.2.1.4	Separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextil	58
3.2.1.5	Afirmado	59
3.2.1.5	Preparación de la superficie existente	59
3.2.1.5	Transporte y colocación del material	60
3.2.1.6	Compactación	61
3.2.1.7	Aseo zona de trabajo	62
3.2.1.8	Arreglo de caminos de acceso a las obras	63
4	ENSAYOS REALIZADOS	64
5	PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	66
5.1	ASPECTOS IMPORTANTES DE LA PLANTA DE ASFALTO	70
5.2	PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	78
5.3	TIPOS DE MEZCLAS UTILIZADAS EN LA OBRA	84
5.4	CONTROL DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	86
5.5	CONTROL DE INSUMOS PARA LA PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFALTICA EN	87
6	CONCLUSIONES	88
7	RECOMENDACIONES	92
8	BLOGRAFÍA	93



## LISTA DE IMÁGENES

Figura 1.	MAPA GEOGRÁFICO DEPARTAMENTO DE NARIÑO. UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	19
Figura 2.	TRAMO 1. REHABILITACIÓN RUMICHACA-IPIALES	21
Figura 3.	TRAMO 2. REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO VARIANTE DE IPIALES	22
Figura 4.	TRAMO 3. REHABILITACIÓN IPIALES-PASTO	23
Figura 5.	TRAMO 4. REHABILITACIÓN PASTO – AEROPUERTO	24
Figura 6.	TRAMO 5. CONSTRUCCIÓN VARIANTE ORIENTAL CIELO ABIERTO; CALZADA SENCILLA HASTA EL KM. 16+500 Y DOBLE CALZADA DEL KM. 16+500 AL KM. 25+900	26
Figura 7.	TRAMO 6. CONSTRUCCIÓN SEGUNDA CALZADA ALTO DE DAZA - CHACHAGUI Y RETORNOS	28
Figura 8.	SECCIONES TRANSVERSALES	34
Figura 9.	PARTES BOX COULVET TIPO	38
Figura 10.	ALCANTARILLAS TIPO	39
Figura 11.	PERFIL VÍA, CUNETAS TIPO	40
Figura 12.	TRAYECTO 3 INSTALACIÓN CARPETA ASFALTICA K74+370	41
Figura 13.	TRAYECTO 3 CUADRILLA PAVIMENTO K72+020	41
Figura 14.	TRAYECTO 3 SEÑALIZACIÓN ZONA DE TRABAJO K78+020	43
Figura 15.	TRAYECTO 3 FRESADO K73+150	43
Figura 16.	TRAYECTO 3 MEJORAMIENTO SUBRASANTE K78+300	44
Figura 17.	TRAYECTO 3 MEJORAMIENTO SUBRASANTE K73+100	45
Figura 18.	TRAYECTO 3 FILTRO K79+950	46

Figura 19.	TRAYECTO 3 LIMPIEZA VÍA K76+000	47
Figura 20.	TRAYECTO 3 IMPRIMACIÓN K75+970	47
Figura 21.	TRAYECTO 3. INSTALACIÓN DE GEOMALLA EN FIBRA DE VIDRIO K76+250	48
Figura 22.	TRAYECTO 3. EXTENSIÓN DE MEZCLA DISCONTINUA EN CALIENTE TIPO F1 K74+122	49
Figura 23.	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO HASTA EL K74+110	50
Figura 24.	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DEL K74+110 al K80+070	50
Figura 25.	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DEL K80+070 al K83+000	51
Figura 26.	TRAYECTO 5A EXPLANACIÓN K4+500	52
Figura 27.	TRAYECTO 5A. DESMONTE Y LIMPIEZA K4+200	53
Figura 28.	TRAYECTO 5A. EXCAVACION K4+480	54
Figura 29.	TRAYECTO 5A. CORTE Y TRANSPORTE K4+450	54
Figura 30.	TRAYECTO 5A. OBRAS DE DRENAJE K4+320	55
Figura 31.	TRAYECTO 5A. TERRAZAS K4+480	56
Figura 32.	TRAYECTO 5A. EMPRADIZACIÓN K4+540	57
Figura 33.	TRAYECTO 5A. SITIO DE DISPOSICIÓN DE MATERIALES K3+400	58
Figura 34.	TRAYECTO 5A. MEJORAMIENTO DE LA RASANTE K4+500	60
Figura 35.	TRAYECTO 5A EXTENSIÓN DE MATERIAL K3+420	61
Figura 36.	TRAYECTO 5A. COMPACTACIÓN K3+160	62
Figura 37.	TRAYECTO 5A. UNIDAD SANITARIA K4+650	62
Figura 38.	TRAYECTO 5A. ADECUACIÓN CAMINO DE ACCESO	63

Figura 39.	TRAYECTO 5A. DENSÍMETRO NUCLEAR K4+750	64
Figura 40.	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	66
Figura 41.	FORMATO PRODUCCIÓN DE CONCRETO ASFÁLTICO	67
Figura 42.	FORMATO DE REGISTRO FOTOGRÁFICO	68
Figura 43.	FORMATO DE PROGRAMACIÓN SEMANAL	68
Figura 44.	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ASFALTO	70
Figura 45.	TOLVAS PARA ALIMENTACIÓN DE AGREGADOS	71
Figura 46.	ALIMENTADORES DE BANDA	71
Figura 47.	BANDA RECOLECTORA DE AGREGADO	72
Figura 48.	BANDA TRANSPORTADORA INCLINADA SEMIPORTATIL	72
Figura 49.	TAMBOR MEZCLADOR-SECADOR	73
Figura 50.	ELEVADOR	73
Figura 51.	SILO	74
Figura 52.	TUBERÍA CORRESPONDIENTE A LOS TANQUES DE ASFALTO	74
Figura 53.	FILTRO HÚMEDO	75
Figura 54.	BOMBA DE AGUA	75
Figura 55.	TABLERO DE CONTROL	76
Figura 56.	LAVADOR HÚMEDO	77
Figura 57.	PISCINA DE LODOS	77
Figura 58.	PLANTA DE ASFALTO	78
Figura 59.	FORMATO DE CONTROL MENSUAL DE ENSAYOS DE LABORATORIO	69

Figura 60.	ESQUEMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	70
Figura 61.	DESCARGUE E INSTALACIÓN DE MEZCLA	72
Figura 62.	FORMATO DE CONTROL DE VIAJES DE CONCRETO ASFÁLTICO	74

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los tramos del proyecto general	20
Tabla 2. Equipo utilizado en el trayecto 3	51
Tabla 3. Análisis del costo de transporte de tierra por cada mes trayecto 5A	65
Tabla 4. Equipo Utilizado en el trayecto 5A	65
Tabla 5. Ensayos de verificación de agregados para mezcla en caliente	79
Tabla 6. Tipo de mezclas utilizadas en obra	85

## **RESUMEN**

En este trabajo se presenta el procedimiento constructivo en lo referente a trabajos, equipos y materiales utilizados en la construcción de vía como en la rehabilitación y mantenimiento; con la inclusión de geomallas en fibra de vidrio para mejoramiento de la subrasante, mezclas semidensas en caliente tipo 1 y tipo 2 para la disminución del ahuellamiento por alto tráfico pesado, micropavimentos tipo F1 y mezclas en caliente con asfaltos modificados para prolongar la vida útil de las capas.

Dentro de la documentación técnica relaciono formatos para el control de de materiales, insumos para la producción de mezclas asfálticas, seguimiento de laboratorios realizados a los materiales según la norma INVIAS, programación semanal y registro fotográfico.

En la última parte se hace referencia a las instalaciones de la planta de asfalto utilizada para la producción de mezclas asfálticas.

## **ABSTRACT**

This work presents the constructive procedure in what concerns jobs, equipments and materials used in the construction of route as in the rehabilitation and maintenance; with the incorporation of geogrids in glass fiber for improvement of the sublow one, semidense mixtures in warm type 1 and type 2 for the decrease of the prints made by high heavy traffic, micropavements type F1 and mixtures in warm with asphalts modified to prolong the useful life of the layers.

Inside the technical documentation formats relate the control of materials, inputs for the production of asphalt mixtures, follow-up of laboratories realized to the materials according to the norm INVIAS, weekly programming and photographic record.

The last part refers to the facilities of the plant of asphalt used for the production of asphalt mixtures.

## INTRODUCCION

En el departamento Nariño como en el resto del país, las instituciones públicas, cuentan con limitados recursos económicos aunque el deseo de cada habitante de la ciudad es vivir en un sector urbanizado, donde la comodidad y la movilidad juegan un rol importante.

De esta manera los entes nacionales y departamentales encargados de la toma de decisiones cumplen un papel importante en el desarrollo de los pueblos en lo relacionado a vías terrestres, debido a que estas influyen en la calidad de vida, comodidad y seguridad; la construcción de este proyecto vial Rumichaca – Pasto – Chachagüi es un elemento fundamental para abrir puertas al desarrollo de sectores donde la inversión del gobierno ha sido una realidad, y brindan oportunidades laborales a la comunidad del departamento de Nariño.

El proyecto perteneciente a la Troncal de Occidente, comienza en el Puente Internacional de Rumichaca Frontera con el vecino país del Ecuador, recorriendo la Vía Panamericana, hasta llegar al Aeropuerto Antonio Nariño, ubicado en el kilómetro 32, municipio de Chachagüi, es parte de un corredor importante para el desarrollo de la región, contribuyendo así a la integración nacional e internacional, puesto que comunica a centros agrícolas, industriales y ganaderos generando un intercambio comercial y turístico de gran magnitud.

La empresa CONCAY S.A. es la encargada de la reposición y/o mantenimiento en concreto asfáltico Rumichaca – Pasto – Chachagui – sector: Pedregal K45+000 – San Juan de Pasto K83+000 y construcción variante oriental de San Juan de Pasto kilómetros - K0+000 – K5+000, que conjuntamente con la Universidad de Nariño, presta oportunidades que contribuyen a la formación integral del profesional del programa de ingeniería civil y de esta manera obtener experiencia para un buen desempeño laboral y destacarse por ser un profesional con un perfil social y humano. En este proyecto se pretende aplicar los conocimientos teórico - prácticos en las diferentes obras que se encuentran en ejecución.



La empresa se destaca por realizar sus obras con eficiencia y calidad; actualmente se encuentra certificada en el sistema de gestión de la calidad con la norma ISO 9001; esta es una herramienta muy importante para el control de sus procesos y procedimientos tanto en construcción como a nivel administrativo permitiendo así cumplir con los términos y objetivos de los proyectos asignados.

Para la construcción de este proyecto vial, el concesionario obliga a regirse por las normas INVIAS 2002, como eje evaluador del control de calidad de la construcción y rehabilitación de la vía.

Adicionalmente la empresa cuenta con un plan de autocontrol interno el cual lo realizaron basado en la norma INVIAS 2007; en este se presentan todos los ítems de evaluación y frecuencia con la cual se deben realizar los ensayos, junto con los criterios de aceptación y rechazo.

## **OBJETIVO GENERAL**

Llevar a cabo la supervisión técnica correspondiente a las obras que realiza la empresa CONCAY S.A. perteneciente al Consorcio de Constructores Viales de Nariño, en las diferentes etapas de la reposición y/o mantenimiento de pavimento de concreto asfáltico de los K45+000 Pedregal a K83+000 San Juan de Pasto, y construcción del K0+000 al K5+000, de la Variante Oriental de San Juan de Pasto contempladas en la concesión RUMICHACA - PASTO - CHACHAGUI, en el proceso de desarrollo y ejecución de tareas programadas.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Revisar los espesores de las estructuras de la carpeta asfáltica, aprobada por el concesionario.
- Inspeccionar los cajeros controlando los niveles correspondientes a los diseños en el mejoramiento de la subrasante.
- Inspeccionar en la construcción de la estructura del pavimento, la calidad de los materiales, según diseño granulométrico y dosificación.

- Inspeccionar la correcta instalación de cada una de las capas que conforma la estructura del pavimento.
- Controlar la calidad de los agregados, y dosificación según diseño de mezcla de concretos hidráulicos para lograr una resistencia igual o superior a la especificada en el diseño, para la construcción de las obras de arte.
- Verificar que la toma de ensayos de laboratorio en campo (densidades, cilindros y núcleos) se realicen de acuerdo a la frecuencia y forma especificada en la norma.
- Inspeccionar la construcción de cunetas.
- Inspeccionar la correcta instalación de tuberías y geotextil NT2500 y material filtrante.
- Inspeccionar que el material sobrante producto de las actividades de explanación, tenga una adecuada recolección, transporte y disposición final con un estricto cumplimiento de acuerdo al plan de manejo ambiental.
- Revisar que se cumpla adecuadamente con la señalización de los proyectos para evitar accidentes ocasionados por el desarrollo de las obras.
- Recolectar información y experiencia que servirán para el desenvolvimiento de mi carrera profesional en el inmediato futuro.

### 3 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

En el momento de comenzar la pasantía en el Proyecto general denominado Concesión del Corredor Vial Rumichaca-Pasto-Chachagui-Aeropuerto, a cargo del CONSORCIO CONSTRUCTORES VIALES DE NARIÑO, el cual he llamado “Construcción de la Variante Oriental de San Juan de Pasto”, con la constructora CONCAY S.A. se realiza un reconocimiento de la obra identificando aspectos como: la ubicación de tramos en construcción, estado de avance de cada trayecto adjudicado a la constructora, funcionamiento de plantas de asfalto y trituración de la constructora, equipo y maquinaria, actividades a realizar en cada trayecto, organización administrativa, laboratorios y procesos constructivos a seguir.

El proyecto vial Rumichaca – Pasto – Chachagüí – Aeropuerto hace parte de la Red Troncal Nacional pavimentada y geográficamente se ubica en el departamento de Nariño (ver figura 1).



Figura 1. MAPA GEOGRÁFICO DEPARTAMENTO DE NARIÑO. UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El corredor vial inicia en el Puente Internacional de Rumichaca, en la frontera con Ecuador, sigue su recorrido a lo largo de la Ruta No. 25, la cual forma parte de la

red vial Panamericana, pasa por el municipio de Ipiales, y las poblaciones de San Juan, Pilcuan, Pedregal, Tangua y Catambuco, continuando por una vía alterna por el costado oriental al municipio de Pasto hasta empalmar con la población de Chachagüí y terminar en el acceso al aeropuerto Antonio Nariño.

Por otra parte, este corredor representa en la actualidad un eje vial importante por sus flujos vehiculares, que permiten un intercambio comercial con Ecuador, tanto en las ciudades cercanas a la frontera (Ipiales, Tulcán) como en los principales centros de consumo de los dos países. El proyecto vial Rumichaca – Pasto – Chachagüí - Aeropuerto está conformado inicialmente por seis tramos y dos estaciones de peaje con una longitud total de 168,9 km.

En la tabla 1 se presenta la longitud de los tramos y el alcance de las obras del proyecto en general de concesión vial:

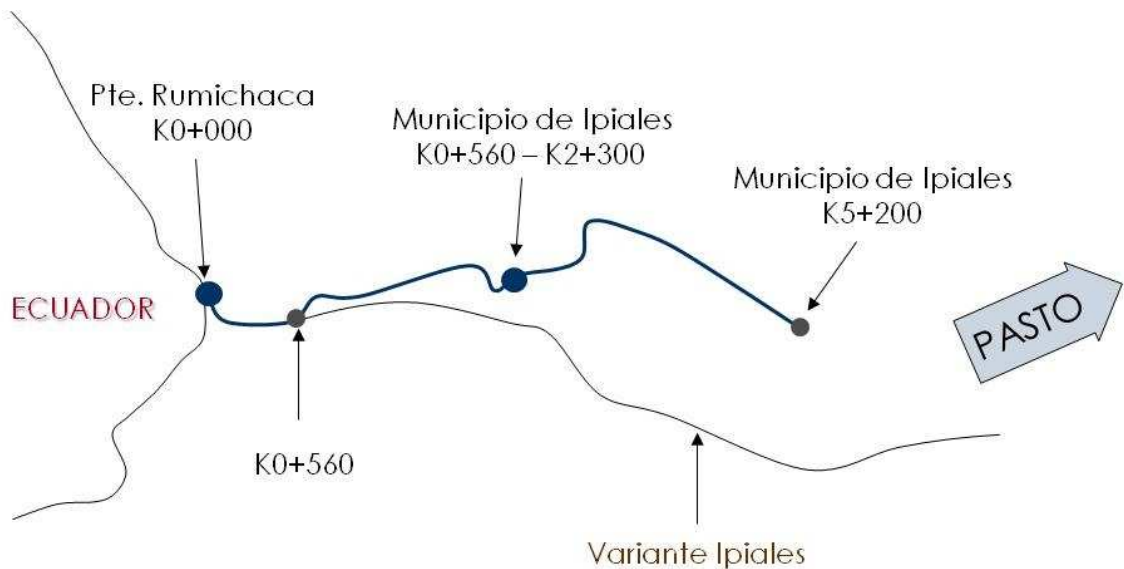
TRAMOS	DESCRIPCION	LONGITUD (KM)
T1	Rehabilitación calzada Rumichaca - Ipiales (incluido paso nacional)	5
T2	Rehabilitación y mantenimiento Variante de Ipiales	5,2
T3	Rehabilitación Ipiales – Pasto	77,8
T4	Rehabilitación Pasto - Aeropuerto	27,5
T5	Construcción variante oriental cielo abierto; calzada sencilla hasta el Km. 16+500 y doble calzada del Km. 16+500 al Km. 25+900	35,36
T6	Construcción 2a calzada Alto de Daza - Chachagui y retornos	18,1

Tabla 1. Descripción de los tramos del proyecto general

A continuación se presenta la intervención y obras que se adelantan en cada tramo de la concesión. El trabajo como pasante se desarrollo únicamente en el tramo 3 (rehabilitación Ipiales – Pasto) y tramo 5 (Construcción Variante Oriental de Pasto).

**Tramo 1: K0+000 - K5+200 (ver figura 2)**

**Longitud = 5.20 km**



**Figura 2. TRAMO 1. REHABILITACIÓN RUMICHACA-IPIALES**

- Rehabilitación de la calzada existente Rumichaca-Ipiales, para una velocidad de diseño de 80 Km/hora.
- Paso nacional: rehabilitación de la calzada existente.
- Estudios, diseño y construcción de puentes peatonales – Centro Comercial Rumichaca.
- Estudios, diseño y construcción de una intersección a nivel en el punto de cruce de la vía existente con el inicio de la Variante de Ipiales (k0+560), con restricciones de giros.
- Operación y mantenimiento rutinario y periódico del tramo.

- Tramo 2: K1+900 – K6+900 (ver figura 3)

Longitud = 5.00 km

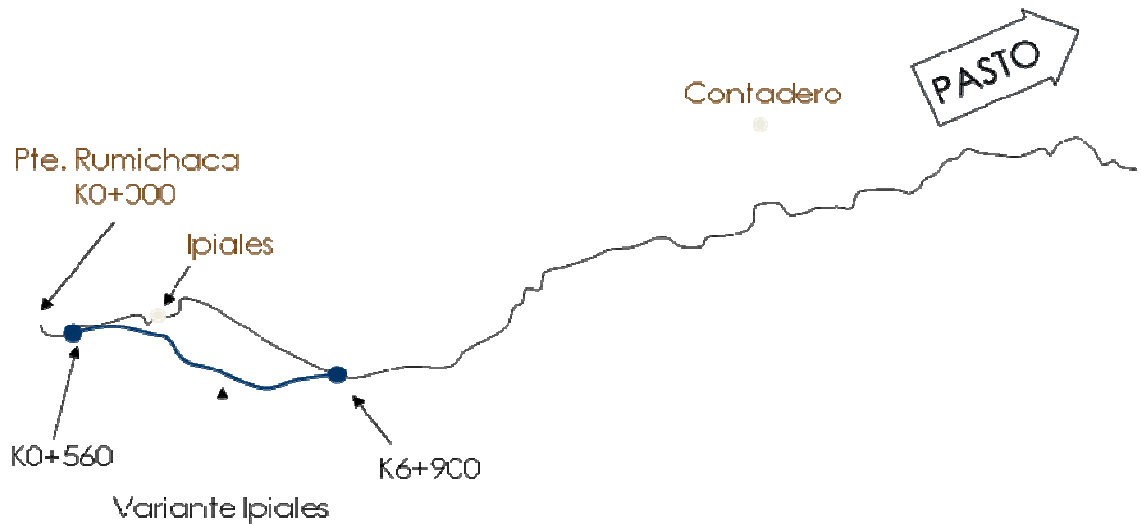


Figura 3. TRAMO 2. REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO VARIANTE DE IPIALES.

- Rehabilitación de la calzada existente K1+900 al K6+900.
- Mantenimiento rutinario y periódico durante el plazo del contrato.
- Estudios, diseño y construcción de puentes peatonales.
- Diseño de detalle de la vía de acceso al terminal de transporte de la ciudad de Ipiales.
- Plan de implementación del Plan de Manejo Ambiental.
- Operación y mantenimiento rutinario y periódico del tramo.

- **Tramo 3: K5+200 – K83+000** (ver figura 4)

**Longitud = 77.80 km**



**Figura 4. TRAMO 3. REHABILITACIÓN IPIALES-PASTO**

- Rehabilitación calzada actual entre Ipiales y Pasto.
- Rectificación de la vía entre el K19+220 y el K19+470 (Sector Boquerón).
- Actualización estructural de acuerdo con el Código Sismo Resistente para Puentes.
- Diseño y construcción del puente sobre el Rio Guaitara (K46+238) con un tablero mínimo de 11m, con andenes de 0.8m.
- Diseño y construcción de puentes peatonales.
- Operación y mantenimiento rutinario y periódico del tramo.

- **Tramo 4: K5+000 – K32+500** (ver figura 5)

**Longitud = 27.50 km**



Figura 5. TRAMO 4. REHABILITACION PASTO - AEROPUERTO.

- Rehabilitación calzada actual entre Pasto y Aeropuerto.
- Rehabilitación y/o reconstrucción y mejoramiento de obras de drenaje.
- Actualización estructural de puentes.
- Diseño y construcción de puentes peatonales entre la entrada a Chachagui y cercanías al Parque Principal.
- Obras Ambientales.



- Operación y Mantenimiento rutinario y periódico durante el plazo de contrato.

- **Tramo 5: K0+000 – K25+940** (ver figura 6)

**Longitud = 35.36 km**

- Diseño, gestión predial, social y ambiental, construcción, mantenimiento y operación de una vía perimetral o Variante por el Costado Oriental a la Ciudad de Pasto.
- Construcción a partir del K77+000 (K0+000 de la Variante) de la vía Ipiales – Pasto hasta empalmar en el sector del alto de Daza de la vía actual.
- Calzada Sencilla de la Variante(K0+000 – K16+530)
  - ✓ Calzada de 7.3m con dos carriles de circulación de 3.65 m cada uno.
  - ✓ Ancho de bermas externas de 1.2 m y ancho de cunetas de 1.2 m.
  - ✓ Velocidad de diseño de 80 km/hora.
- Doble Calzada de la Variante(K16+530 – K25+940)
  - ✓ Dos calzadas cada uno de 7.3m con dos carriles de 3.65 m cada uno
  - ✓ Ancho de bermas externas de 1.2m
  - ✓ Ancho de bermas internas de 0.3m
  - ✓ Ancho de separador promedio de 3m
  - ✓ Ancho de cunetas de 1.2 m
  - ✓ Velocidad de diseño de 50 km/hora

- Diseño y construcción de puentes peatonales.



Figura 6. TRAMO 5. CONSTRUCCIÓN VARIANTE ORIENTAL CIELO ABIERTO; CALZADA SENCILLA HASTA EL KM. 16+500 Y DOBLE CALZADA DEL KM. 16+500 AL KM. 25+900

- Diseño y construcción de acceso a veredas en los siguientes sitios:
  - ✓ Catambuco, San José, Botana y Botanilla, Mocondino, Jamondino, Dolores, Buesaquillo, Cujacal Alto, Cujacal y San Antonio Aranda.
  - ✓ Diseños de ingeniería de la segunda calzada de la variante para el sector del K0+000 al K16+530, aun cuando no se va a construir y debe incluir estudios prediales, incluyendo intersecciones Catambuco, Mocoa y Cujacal.

- Operación y Mantenimiento rutinario y periódico durante el plazo del contrato.

- **Tramo 6: K13+000 – K32+500** (ver figura 7)

**Longitud = 18.10 km**

- Construcción segunda calzada Alto de Daza - Chachagui y retornos.
- Par vial del K0+000 al K14+364.
  - ✓ Calzada de 7.3 m con dos carriles de circulación de 3.65 m.
  - ✓ Ancho de bermas de 1.2m y ancho de cunetas de 1.2 m.
  - ✓ Velocidad de diseño = 50 km/hora.
  - ✓ Doble calzada entre el K14+364 y el K16+615 y 1.5 km de retornos.
  - ✓ Dos calzadas cada una de 7.3 m con dos carriles de circulación de 3.65m cada uno.
  - ✓ Ancho de bermas externas de 1.2 m y bermas internas de 0.30 m
  - ✓ Ancho de separados promedio de 3m y ancho de cunetas de 1.2m (izquierda y derecha).
  - ✓ Velocidad de diseño = 50 km/hora.
- 4 Retornos

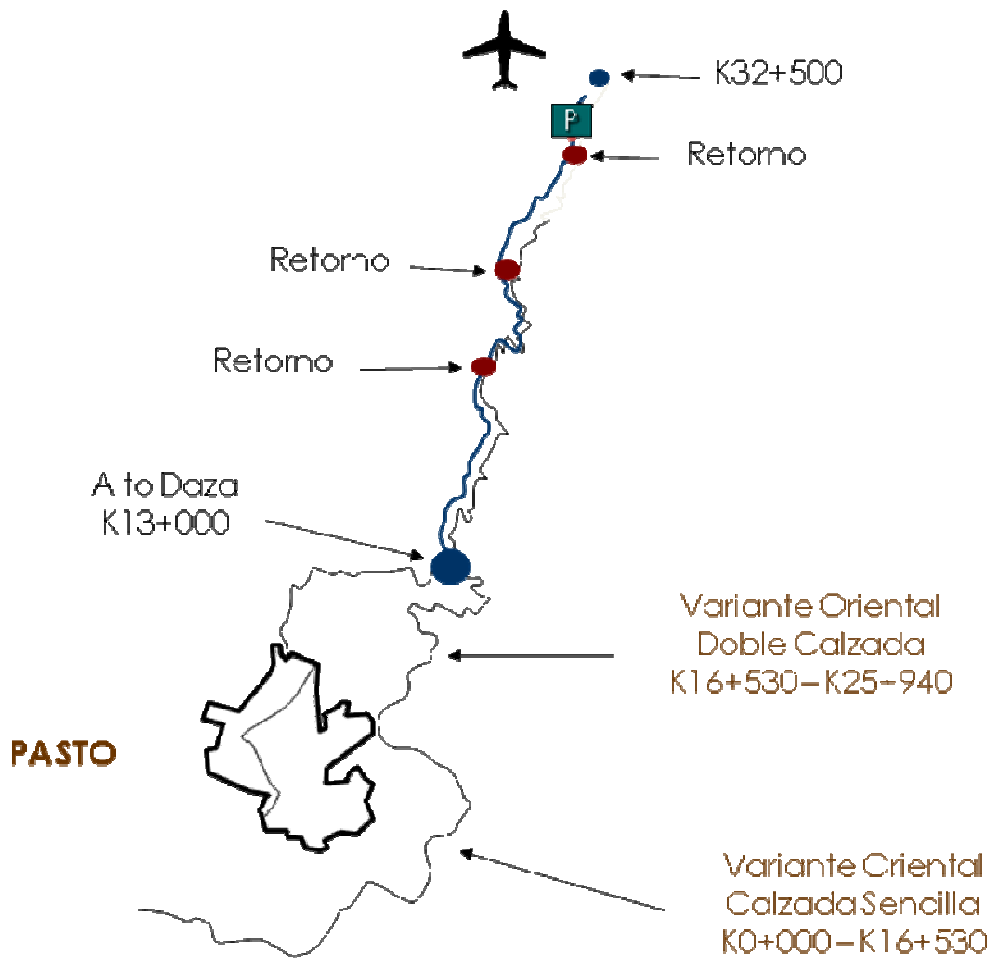


Figura 7. TRAMO 6. CONSTRUCCIÓN SEGUNDA CALZADA ALTO DE DAZA - CHACHAGUI Y RETORNOS

Con fundamento en los estudios adelantados por el Instituto Nacional de Concesiones (INCO), para la estructuración técnica, legal y financiera del proyecto, se estimó que para la rehabilitación en concreto asfáltico Rumichaca – Pasto – Chachagui – sector: Pedregal K45+000 – Pasto K83+000 y construcción variante oriental de San Juan de Pasto kilómetros - k0+000 – k5+000 con un plazo total aproximado de la concesión de 16 años, incluyendo los años de construcción.

Para el desarrollo del proyecto se tienen los ingresos propios generados por los peajes en el corredor y los aportes de la Nación. Las estaciones de peaje contempladas son El Placer y el Cano, y ésta última se encuentra por fuera del alcance físico del proyecto; y de acuerdo con su estructura, el peaje del Cano debía ser trasladado a un punto localizado en el tramo entre Chachagüí y el Aeropuerto Antonio Nariño. Actualmente funciona el Peaje Daza.

## 4. MARCO DE REFERENCIA

### 4.1 MARCO TEORICO

Los pavimentos son estructuras diseñadas para ofrecer a los usuarios seguridad y comodidad al conducir, requiriendo que la vía presente un nivel de servicio acorde con la demanda solicitada.

Para lograr unos estándares que garanticen dichas características y poder programar posteriormente actividades de mantenimiento y rehabilitación, existe la evaluación de las condiciones de un pavimento resumidas en los siguientes grupos: funcional, estructural, geométrica, geotécnica, niveles de tránsito y condiciones ambientales.

Para evaluar la condición global de un pavimento uno de los primeros pasos es hacer un inventario de los daños visibles; en los contratos de mantenimiento integral se especifica que la metodología para el establecimiento de la condición global del pavimento es la metodología VIZIR, contenida en la “Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carretera – INVIAS”, la cual se describe a continuación:

La metodología **VIZIR** define la condición del pavimento mediante el Índice de Deterioro Superficial (Is), el cual es un valor adimensional, que se calcula a partir del porcentaje de longitud afectada con respecto a la longitud total del segmento vial estudiado.

Dentro de la metodología **VIZIR**, se deben identificar los siguientes aspectos: tipo de deterioro, gravedad, extensión.

Los tipos de deterioro se dividen en: **Tipo A y Tipo B**. dentro de los tipos de **deterioro A**, se encuentran los siguientes: ahuellamiento, depresiones longitudinales o hundimientos, depresiones transversales, grietas por fatiga (longitudinales y piel de cocodrilo), bacheos y parcheos.

Dentro de los tipos de **deterioro B**, se encuentran los siguientes: grietas longitudinales de junta de construcción, grietas transversales, grietas en bloque o en media luna, grietas parabólicas, grietas de borde, abultamientos o deformaciones en media luna, ojos de pescado, desprendimiento, descascaramiento, pulimento de los agregados, exudación, afloramiento, deterioro relacionados con las bermas y surcos longitudinales.

**Definiciones:**

- **Deterioro Tipo A<sup>1</sup>:** estos caracterizan una condición estructural del pavimento, siendo los más importantes:
  - ✓ **Ahuellamiento:** es una depresión en la banda de rodamiento, la cual puede generar levantamientos en las zonas adyacentes. Se produce como resultado de la deformación permanente de cualquier capa del pavimento o de la subrasante a causa de la consolidación o movimiento lateral de los materiales, debido a cargas de tránsito.
  - ✓ **Depresiones longitudinales o hundimientos:** corresponde a las áreas significativas del pavimento cuya elevación es menor que la superficie circundante.
  - ✓ **Grietas por fatiga (longitudinales y piel de cocodrilo):** es un conjunto de grietas interconectadas, las cuales se producen por fatiga, y las longitudinales son grietas paralelas a la banda del rodamiento.
  - ✓ **Bacheos y parcheos:** es el área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado con materiales similares o diferentes. Las capas involucradas en la reparación pueden ser solo las asfálticas (parches) o las inferiores del pavimento (baches).

---

<sup>1</sup> GUIA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS, etapa 3. pág. 72.

- **Deterioro Tipo B<sup>2</sup>**

- ✓ **Grietas longitudinales de juntas de construcción:** son grietas en sentido longitudinal con la ruta de construcción por defectos en la elaboración de esta.
- ✓ **Grietas en media luna:** se deben a problemas de estabilidad en los taludes.
- ✓ **Grietas parabólicas:** son grietas en forma de parábola, cuyos extremos apuntan en la dirección del tránsito.
- ✓ **Grietas de bordes:** son grietas continuas aproximadamente longitudinales, que se presentan cerca del borde de la calzada y en las bermas.
- ✓ **Ojos de pescado:** son cavidades de tamaños diversos, de forma aproximadamente redondeada, que resultan del desprendimiento de trozos de carpetas afectadas por agrietamientos del tipo de piel de cocodrilo.
- ✓ **Desprendimiento:** la pérdida de la película ligante ocurre cuando los agregados pétreos pierden la envoltura asfáltica en presencia de humedad.
- ✓ **Descascaramiento:** es la pérdida de fragmento de la capa superficial asfáltica sin afectar a las capas inferiores.
- ✓ **Pulimento de agregados:** este da un aspecto muy liso a la superficie del pavimento y ocurre por el empleo de agregados muy puliméntales en la elaboración de la capa de rodadura.
- ✓ **Exudación:** es la presencia de una película de asfalto libre en la superficie del pavimento, la cual da lugar a un aspecto oscuro y brillante, en condiciones de superficie húmeda, produce enormes pérdidas de fricción, esta se debe a aspectos en la manufactura de la mezcla a causa de una excesiva cantidad de asfalto o un contenido muy bajo de vacíos de aire.

---

<sup>2</sup> GUIA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS DE CARRETERAS, etapa 3. pág. 72.



- ✓ **Escalonamiento entre calzada y berma:** asentamiento de las bermas debido a la consolidación de las capas que la constituyen, ocurre también por arrastre de material por parte de vehículos que circulan sobre bermas no revestidas.
- ✓ **Erosión de las bermas:** consiste en la destrucción de las bermas no revestidas a causa de un inadecuado de sistema de drenaje superficial.
- ✓ **Gravedad:** representa el crítico deterioro en término de su progresión.
- ✓ **Extensión:** se refiere al área o longitud del tramo evaluado, que es afectado por un determinado tipo de deterioro.
- ✓ **Drenajes:** conjunto de obras que sirven para captar, conducir y alejar del camino el agua que puede causarle problemas.
- ✓ **Drenaje superficial:** se clasifica según la posición que las obras guardan con respecto al eje de la vía, en longitudinal y en transversal.
- ✓ **Drenaje longitudinal:** tiene por objeto captar los escurrimientos para evitar lleguen al camino o permanezcan en el, de tal manera que no le causen daño; quedan comprendidos dentro de este tipo las cunetas, sumideros, contra cunetas, bordillos y canales de encauzamiento. Se llaman de drenaje longitudinal porque están situados más o menos en forma paralela al eje de la vía.
- ✓ **Subdrenaje:** el propósito del drenaje subterráneo es eliminar el exceso de agua infiltrada en el suelo, a fin de garantizar la estabilidad de la banca y de los taludes de la carretera. Ello se consigue interceptando el flujo del agua subterránea, y haciendo descender el nivel freático. Los tipos de drenes más utilizados son: pozos de drenaje, zanja drenante, drenes horizontales, filtros.
- ✓ **Geotextiles:** los filtros elaborados con geotextil deben satisfacer los criterios de retención de suelos, permeabilidad y resistencia a la colmatación. Para evitar reducciones en la permeabilidad de los sistemas de subdrenaje, se requiere un

contacto íntimo del geotextil con el suelo del alrededor y una correcta evaluación de los parámetros requeridos del geotextil como filtros.

#### 4.2 EXPLANACION:

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para excavar y nivelar las zonas donde ha de asentarse la carretera, incluyendo la plataforma, taludes y cunetas.

La topografía es la parte más importante ya que establece y plasma los puntos de vía, derecho de vía y control en los niveles de las capas de la estructura del pavimento, entregados en planos por parte del diseñador, para la realización del proyecto y control del material se realizan dos tipos de explanación de corte y de mejoramiento.

La excavación de la explanación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales (ver figura 8) del proyecto o las modificadas.

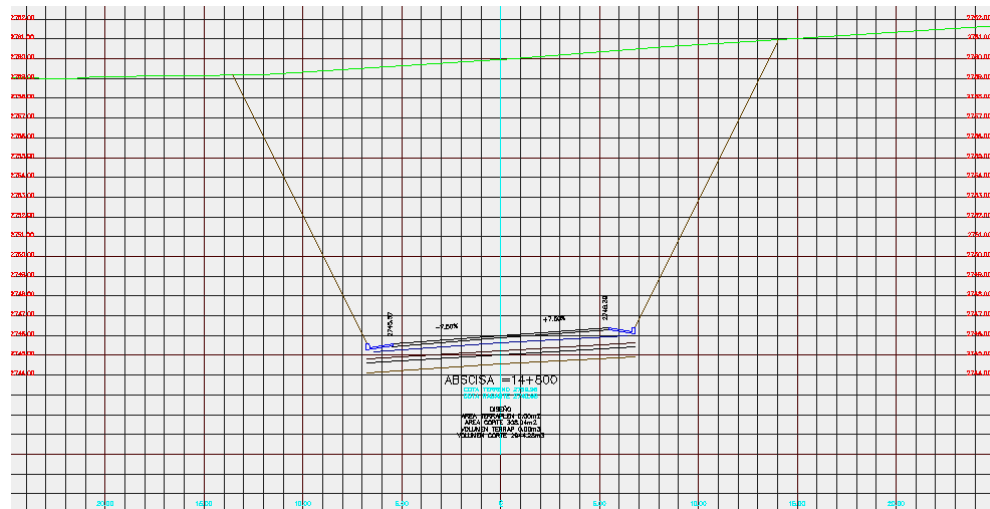


Figura 8. SECCIONES TRANSVERSALES

Es preciso analizar el material de corte para utilizarlo como material de préstamo en partes donde se requiera, en el tramo que se realiza existe un terraplén de

aproximadamente 70 metros lineales por 17m de ancho y 7 metros de alto, en el cual se utilizó el material de corte mejorado con material de cantera, este análisis se realizó en laboratorio el cual arrojó viabilidad para trabajar con este material.

El material de explanación desplazado a los sitios de disposición de materiales es controlado por que tiene un tope de almacenamiento, este material es conformado, mejorado y empradizado. Al cumplir con lo mencionado es clausurado y se hace entrega al propietario con visto bueno del concesionario bajo acta de cierre y entrega.

El perfilado de talud requiere cuidados especiales para que no sufra derrumbes, para lo cual se debe realizar conjuntamente zanjas de coronación, filtros laterales, filtros horizontales y empradización para recolectar y transportar las aguas provenientes de la escorrentía de lluvias en sitios donde lo requieran.

El equipo utilizado para este trabajo, es:

Retroexcavadoras: encargadas de el corte, cargue de material, y perfilado del talud, estos trabajos son de mucho control por lo cual se tiene encargada a una persona de topografía. Cuando se acerca la excavación a nivel de rasante de mejoramiento se encargan a dos personas más, un cadenero primero y cadenero segundo.

Bulldozer: equipo de empuje, corte de material, perfilado de excavaciones de mejoramiento y extensión de material de mejoramiento.

Camiones articulados: equipos de transporte, de gran versatilidad y tamaño, lo cual le permite trabajar sobre terrenos duros, la capacidad de cargue es de 14 m<sup>3</sup>, para que estos vehículos circulen dentro de la obra deben cumplir normas de velocidad, sitios de transitabilidad, alarmas de aviso de reversa, luces.

Volquetas doble troque: equipos de transporte, de actividades restringidas por su tamaño, la capacidad de cargue es de 12 m<sup>3</sup>, estos vehículos también deben cumplir normas de velocidad, sitios de transitabilidad, alarmas de aviso de reversa, luces.

En esta actividad se tiene tardía por que el material de corte es arcilloso que junto con el agua de las lluvias se vuelve resbaladizo retrasando de esta manera el corte, cargue aumentado el factor de resistencia a la rodadura del transporte del material.

### **4.3 ESTRUCTURAS DE DRENAJE TRANSVERSAL**

Estructuras necesarias para que los ríos y las corrientes de agua que circulan, no se vean interrumpidas por los terraplenes, y para evitar que estas corrientes se reactiven y desmoronen, los diseños de estas estructuras (obras de arte) son entregadas por el concesionario para su localización y respectiva construcción de acuerdo a planos y especificaciones,

En este tipo de obras se debe tener muy en cuenta porque son obras que permiten mayor durabilidad del pavimento impidiendo que el agua interfiera en la estructura del pavimento, así evitar que se provoque asentamientos o deslizamientos de material.

En la construcción de este tipo de obras se debe tener mucho cuidado en la elaboración (proceso constructivo) y materiales utilizados, para que cumplan con las normas exigidas en el plan de autocontrol interno.

#### 4.4 BOX COULVERT

Estructura compuesta de concreto hidráulico y acero, las dimensiones, despiece y figuración y separación de el acero se encuentran consignadas en la documentación técnica entregada por el concesionario, estas estructuras inician con la ubicación previa por parte de la comisión topográfica, esto permite realizar la excavación, llegando finalmente a nivel de rasante para su mejoramiento, este se realiza con rajón en un espesor de 1m luego se coloca un solado de 10 cm de limpieza, el acero ha sido flejado de acuerdo las dimensiones establecidas, este varía entre diámetros de 3/8", 1/2", 5/8", una vez instalado se procede con la fundición de la placa de fondo, muros laterales y losa superior, para el correcto encausamiento de las aguas se realizan estructuras llamadas soleras(estructuras horizontales) y aletas(estructuras verticales), al igual que el cuerpo del box para su construcción se utilizan concretos reforzados, el laboratorio realiza para su control realiza extracción de núcleos los cuales se fallan a 7,14 y 28 días, en la construcción de estas obras se utiliza acelerante sika permitiendo que las obras alcancen más rápido su resistencia. Una vez fallados se obtiene la curva de resistencia la cual permite corroborar de esta manera que los ensayos realizados a los materiales con anterioridad como son: granulometría, máquina de los ángeles, contenido de arena, inducen a la utilización correcta y en las cantidades precisas de los materiales para alcanzar los límites de resistencia exigidos.

A continuación se presentan las partes del box coulvert tipo, diseños entregados por el concesionario, este varia sus dimensiones de acuerdo a su requerimiento en obra, las partes son: Cuerpo, Aletas, Solera (ver figura 9).

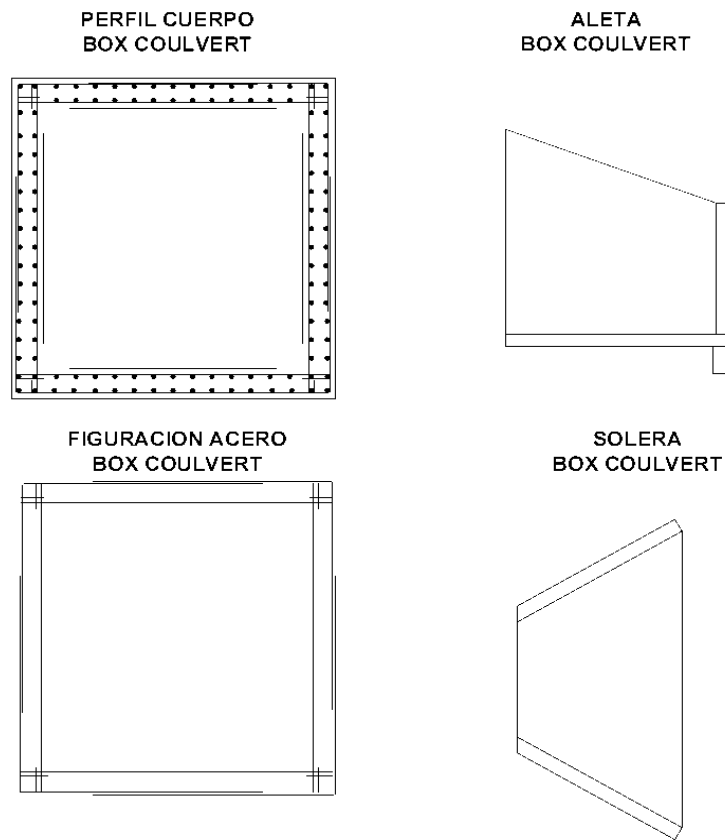


Figura 9. PARTES BOX COULVERT TIPO

#### 4.5 ALCANTARILLAS

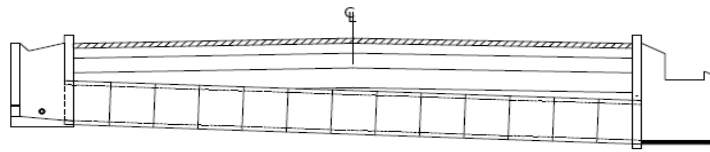
Estructuras compuestas por cabezales y aletas en concreto hidráulico reforzado, y una serie de tubos en concreto hidráulico reforzado que atraviesan la vía en ambos extremos, inician con ubicación y excavación a nivel de mejoramiento, solado de 10 cm, para toda la estructura del cuerpo y las aletas (ver figura 10), esta posee un poco mas de trabajo debido a que en la formaleta en el cabezal debe dejar el espacio del tubo; para la tubería se realiza una estructura de atraque sobre la cual se colocan los tubos, la cual impide el desplazamiento de los tubos para que la estructura no se dañe y pierda su funcionalidad, al igual el laboratorio realiza los mismos ensayos para concreto hidráulico para cumplir con la resistencia de los concretos exigidos.

Los tubos de las alcantarillas son de 36" de diámetro son construidos por la empresa, se sigue el siguiente procedimiento.

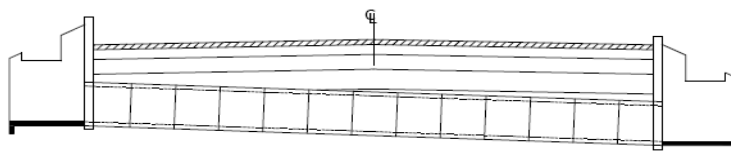
- Construcción del castillo reforzado en acero de 3/8"
- Concreto de 3000 psi (ensayos de laboratorio rutinarios para concreto hidráulico)
- Formaleta cilíndrica metálica
- Acelerante
- Desencofrado
- Curado

El diseño es de acuerdo a la utilidad que va a tener en el encole ejemplo caja - alcantarilla, alcantarilla – alcantarilla, estas obras tienen un 2% de pendiente.

#### CAJA - ALCANTARILLA



#### ALCANTARILLA - ALCANTARILLA



#### PERFIL ALCANTARILLA

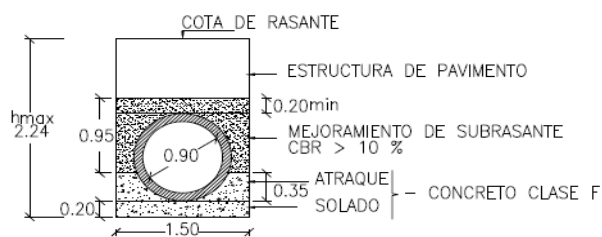


Figura 10. ALCANTARILLAS TIPO

#### 4.6 CUNETAS

Son zanjas que se hacen en uno o ambos lados del camino el tipo de cuneta utilizada es reforzada en concreto, son obras de drenaje superficial, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no provoque daños (ver figura 11). Para su construcción se corta el sobre ancho del concreto asfáltico, dejando un corte totalmente vertical luego se realiza un mejoramiento en recebo compactado sobre la cual se van a fundar las cunetas, luego se coloca la formaleta y se funde en forma intercalada, para que luego no produzca fisuras al dilatarse. El concreto utilizado tiene una resistencia de 3000 psi, el laboratorio realiza los ensayos requeridos para concretos hidráulicos y así cumplir con la resistencia exigida por la norma.

#### *CUNETA*



Figura 11. PERFIL VÍA, CUNETA TIPO



### 3 TRAYECTOS ADJUDICADOS A CONCA Y S.A.

#### 3.1 TRAYECTO 3: REHABILITACIÓN IPIALES – PASTO K45+000 a K83+000



Figura 12. TRAYECTO 3 INSTALACION CARPETA ASFALTICA K74+370

Comprende un tramo de 38 km de rehabilitación de la vía. En este tramo se trabajaba con una cuadrilla (ver figura 13) conformada por un inspector de obra, un recibidor de mezcla a cargo del diligenciamiento de la planilla de control de pavimentación, controladores de tráfico o “peleteros”, puesto que se trabajaba bajo la influencia del tráfico que atraviesa la panamericana de norte a sur y viceversa, 6 rastrillos, operador de la Finisher, operadores de los compactadores, cargadores, barredora, irrigador.



Figura 13. TRAYECTO 3 CUADRILLA PAVIMENTO K72+020

El procedimiento de pavimentación consistió en su inicio con la correcta señalización antes de iniciar cualquier trabajo, realizado este paso se freso una capa aproximadamente de 11 cm, esto se hizo por franjas y el material producto de esta actividad se recogía en volquetas y se transportaba a un lugar de acopio para utilizarlo como parte del material de subbase y base que se utilizó en el Trayecto 5A.

**3.1.1 Señalización zona de trabajo.** Para esta parte se utiliza la norma exigida por invias en señalizaciones verticales, también se tienen dos o tres controladores de tráfico encargados de dar vía por el carril sin intervención a los vehículos que transitan, este personal cuenta con todos los instrumentos de seguridad y equipos de comunicación entre ellos.

Cuando se ejecutan trabajos de construcción, rehabilitación, mantenimiento o actividades relacionadas con servicios públicos en una determinada vía, o en zona adyacente a la misma, se presentan condiciones especiales que afectan la circulación de vehículos y personas.

Dichas situaciones deberán ser atendidas especialmente, estableciendo normas y medidas técnicas apropiadas, que se incorporan al desarrollo del proyecto cualquiera sea su importancia o magnitud, con el objeto de reducir el riesgo de accidentes y hacer más ágil y expedito el tránsito de los usuarios, procurando reducir las molestias en su desplazamiento por la vía.

Las distintas características de cada obra y la variedad de condiciones que se pueden presentar, impiden establecer una secuencia rígida y única de dispositivos y normas. En todo caso, la realización de obras que afecte la normal circulación del tránsito, deberá ser concordante con las especificaciones técnicas contenidas en este capítulo y ofrecer la protección a conductores, pasajeros, peatones, personal de obra, equipos y vehículos (ver figura 14).



Figura 14. TRAYECTO 3 SEÑALIZACION ZONA DE TRABAJO K78+020

**3.1.2 Fresado.** Trabajo que se realizó con una fresadora de marca WIRTGEN, esta se encarga de retirar el espesor de la carpeta asfáltica existente (ver figura 15), el personal utilizado es un operador y dos obreros. Este equipo mientras se encuentre en buen estado tiene gran rendimiento, ya que a medida que fresa la carpeta va cargando el material para su transporte a sitios de acopio.



Figura 15. TRAYECTO 3 FRESADO K73+150

Cuando se encuentran problemas con las capas a nivel de base y no permiten hacer el reemplazo de la carpeta en concreto asfáltico, se procede hacer un mejoramiento llamado:

## **CAJEO SUPERFICIAL (FALLOS DETERIORO DEL CONCRETO ASFALTICO SUPERFICIAL Y GRIETAS SUPERFICIALES)**

Para fines de reparación de este tipo de eventos, se propone la siguiente metodología de trabajo:

- Fresar la capa de concreto asfáltico existente (ver figura 16).
- Verificar estado de grietas existentes una vez fresado.
- En caso que se requiera efectuar fresado superficial para eliminar grietas.
- Retirar material fresado.
- Instalar material de mejoramiento verificando la densidad en el sitio y niveles de diseño.
- Garantizar limpieza superficial y aplicar riego de liga e Instalar las carpetas de la estructura del pavimento, planeadas para este tramo.



Figura 16. TRAYECTO 3 MEJORAMIENTO SUBRASANTE K78+300

## CAJEOS PROFUNDOS (FALLOS POR PIEL DE COCODRILO Y BACHES)

Para fines de reparación de este tipo de eventos, se propone la siguiente metodología de trabajo:

- Fresar los primeros 30 cm de estructura o retirar el espesor de la estructura del pavimento.
- Retirar el material en la zona de cajeo y repasar la subrasante con compactador (ver figura 17), verificando la densidad en el sitio. En el caso que se presente húmedo o falta de compactación aumentar la profundidad de excavación.
- Instalar material de mejoramiento (canto rodado y recebo) verificando la densidad en el sitio y niveles de diseño.
- Colocar el diseño de espesores de las estructuras del pavimento planeadas para este tramo.



Figura 17. TRAYECTO 3 MEJORAMIENTO SUBRASANTE K73+100

A medida que se avanza con el fresado se hacían las excavaciones para la construcción de filtros, los cuales tienen como función conducir el agua que filtra de los taludes hacia las alcantarillas y evitar problemas de asentamientos o deslizamientos de material de la estructura del pavimento.

Para los filtros longitudinales se utilizó Geotextil no tejido NT 2500 de Pavco, tubería perforada de 10cm (ver figura 18) y material pétreo libre de impurezas con un tamaño máximo de 4".

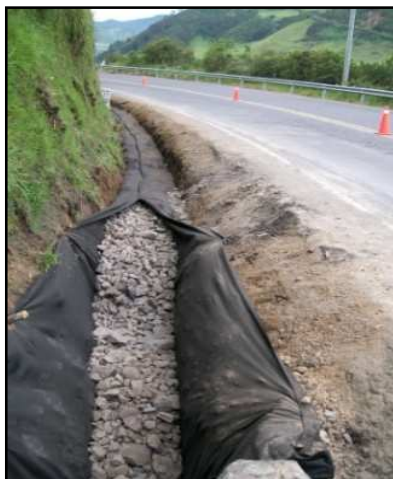


Figura 10. TRAYECTO 3 FILTRO K79+950

Luego de tener un tramo aproximadamente de 500 m de pista de calzada se hacia una limpieza previamente y se procedía a imprimir con emulsión CRL-1<sup>3</sup> para extender la primera capa asfáltica de Mezcla Semidensa en Caliente tipo 1, MSC-1<sup>4</sup> con asfalto 80/100 con espesor de 13.0 cm en dos capas de 6.5 cm, luego se hacia un riego de liga con emulsión CRR-1<sup>5</sup>, para extender la carpeta de rodadura que corresponde a una Mezcla Semidensa en Caliente Tipo 2, MSC-2<sup>6</sup> de espesor 9.0 cm en dos capas de 4,5 cm.

---

<sup>3</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras INVIAS 2007. Artículo 420-07, 420.2.1. pág. 1.

<sup>4</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras INVIAS 2007. Artículo 450-07, 450.2.1, tablas 450.2 y 450.3. pág. 2 y 3

<sup>5</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras INVIAS 2007. Artículo 421-07, 421.2.1. pág. 1

<sup>6</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras INVIAS 2007. Artículo 450-07, 450.2.1, tablas 450.2 y 450.3. pág. 2 y 3



**5.1.3 Limpieza.** Se realiza con escobilla de acero, métodos mecánicos o aire comprimido para eliminar el material suelto (ver figura 19), polvo o humedad en forma rigurosa.



Figura 19. TRAYECTO 3 LIMPIEZA VÍA K76+000

**5.1.4 Imprimación.** Actividad realizada por un carrotanque y equipo destinado para este fin (ver figura 19).

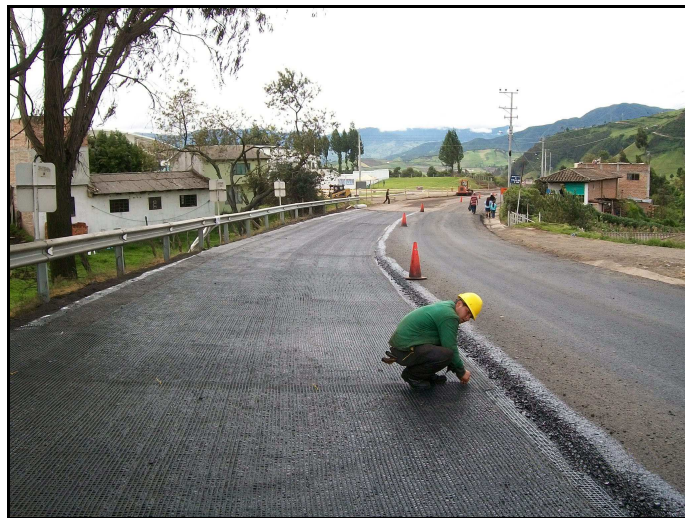


Figura 20. TRAYECTO 3 IMPRIMACIÓN K75+970

Esto se hizo hasta el km 74+110 (Ruta 2501 de la Troncal de Occidente) (ver figura 23).

A partir del km 74+110 a km 80+070, el estado del suelo cambio, se presentaban fisuras de gran magnitud que se podrían reflejar en las capas superiores y fallos, por lo cual se decidió cambiar el diseño por recomendación del especialista y

aprobación de la interventoría. Entonces después del fresado se realizó un cajeo de mejoramiento en fallas puntuales con una estructura de canto rodado y recebo (ver figura 24) los cuales se compactaron y llegaron a los niveles de rasante luego se instaló una geomalla en fibra de vidrio R-100 de PAVCO (ver figura 21), para aumentar resistencia al cortante, sobre esta se extendió una capa de MSC-1 con asfalto Modificado Cariphalte Tipo III<sup>7</sup> (Proveedor, Shell Colombia). Este es un tipo de Asfalto Modificado con polímero Tipo III el cual es de mejor calidad, mayor resistencia, es menos susceptible a la T<sup>o</sup> y la humedad. Está fabricado con base en un polímero tipo elastómero, que tienen deformaciones plásticas con poca elasticidad y al estirarlo supera la tensión de fluencia. Su configuración EVA (Etil-Vinil-Acetato). Este asfalto proporciona a la mezcla mayor resistencia a la deformación, a la fatiga y reduce el agrietamiento.



**Figura 21. TRAYECTO 3. INSTALACION DE GEOMALLA EN FIBRA DE VIDRIO K76+250**

---

<sup>7</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras INVIAS 2007. Artículo 400-07, tabla 400.2, pág. 5, Artículo 400.2.3. pág. 6.



Esta mezcla se trabajó con espesor de 13 cm en dos capas de 6,5 cm y como carpeta de rodadura se extendió una Mezcla Discontinua en Caliente Tipo F1<sup>8</sup> con Asfalto Modificado Cariphalte Tipo III (ver figura 22), esta es una mezcla más flexible, se agrieta poco y son poco susceptibles al ahuellamiento debido a su pequeño espesor con asfalto modificado Tipo III de espesor 3,5 cm compactos.



**Figura 22. TRAYECTO 3. EXTENSIÓN DE MEZCLA DISCONTINUA EN CALIENTE TIPO F1 K74+122**

Se extendió una capa de arena asfalto de tamaño Máximo 3/8", con Asfalto 80/100, llamada Mezcla Densa en Caliente Tipo 3 MDC-3<sup>9</sup>, con un espesor de 2,5cm compactos, con el fin de atenuar las fisuras como reemplazo de la geomalla.

A continuación, se presentan unas gráficas de la estructura del pavimento que se construyó en este trayecto, con la aprobación del concesionario:

---

<sup>8</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras INVIAS 2007.articulo 452-07 Mezcla Discontinua en caliente para capa de rodadura (Microaglomerado en Caliente)

<sup>9</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras INVIAS 2007. Artículo 450-07, 450.2.1, tablas 450.2 y 450.3. pág. 2 y 3

- Hasta el K74+110 se trabajó con este diseño.

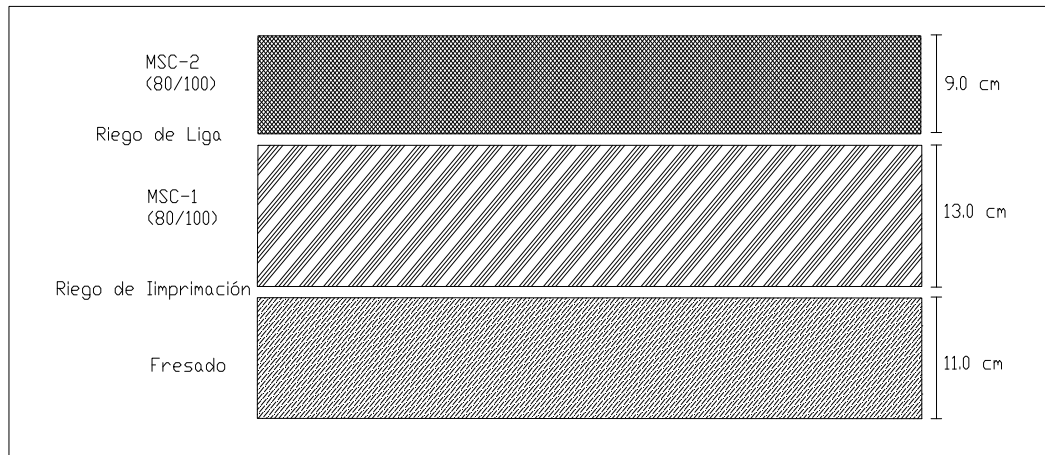


Figura 23. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO HASTA EL K74+110

- Del K74+110 al K80+070 se trabajó con éste diseño.

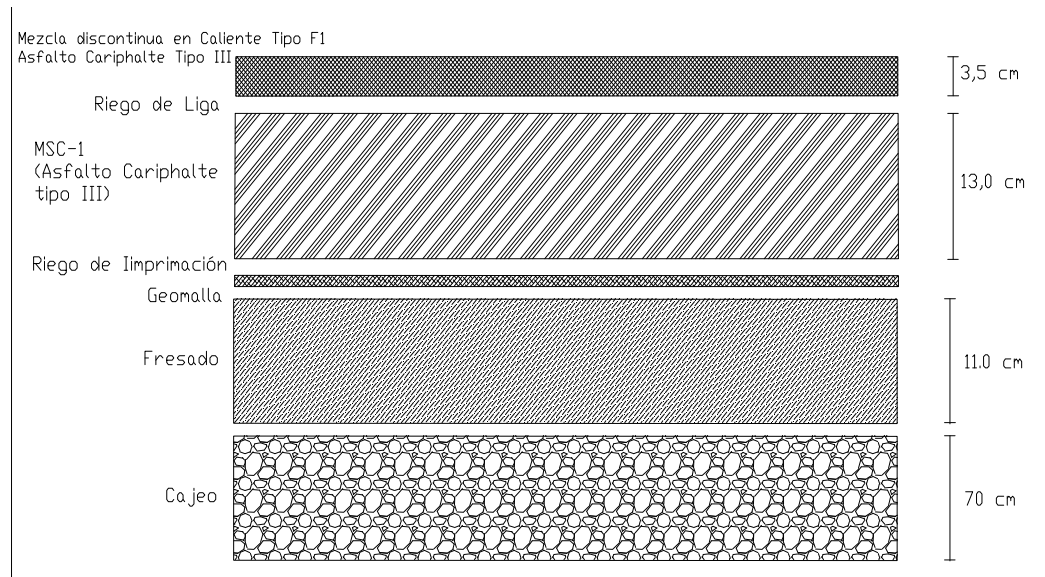
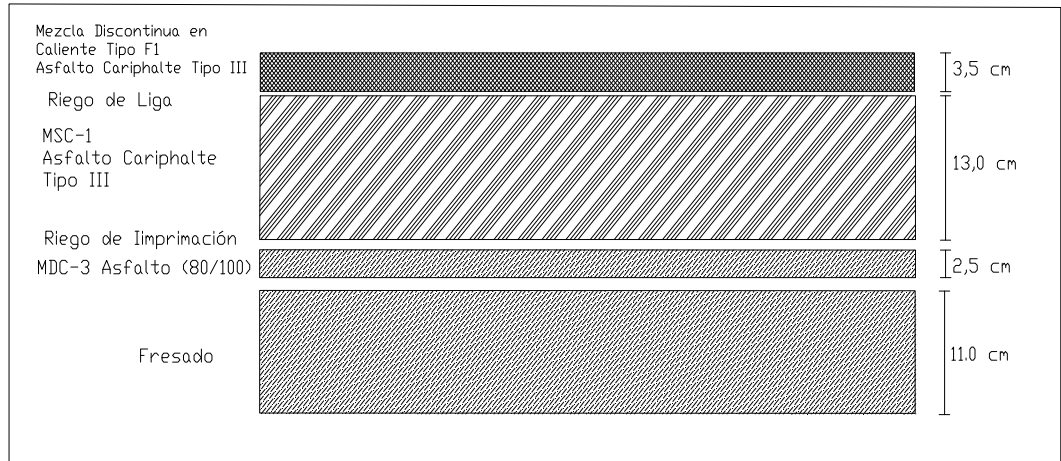


Figura 24. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DEL K74+110 AL K80+070

- Del K80+070 al K83+000 se trabajó con éste diseño.



**Figura 25. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DEL K80+070 AL K83+000**

Equipo Utilizado:

<b>EQUIPO UTILIZADO</b>
FRESADORA – WIRTGEN
IRRIGADOR ASFALTO - CHEVROLET
RETRO CARGADOR - CATERPILLAR
VIBROCOMPACTADOR LISO - BITELLI
RETRO CARGADOR - CATERPILLAR
CARGADOR LLANTAS - BOBCAT
MINI CARGADOR SOBRE RUEDAS - CATERPILLAR
CARROTANQUE - CHEVROLET

**Tabla 2. Equipo utilizado en el trayecto 3**

### 3.2 TRAYECTO 5A: CONSTRUCCIÓN DE VARIANTE ORIENTAL A CIELO ABIERTO K2+000 A K5+000



Figura 26. TRAYECTO 5A. EXPLANACIÓN K4+500

Comprende un tramo de 3 km, de construcción de la vía a cielo abierto.  
Del K2+000 al K4+200 se encontraba a nivel de subrasante mejorada.  
Del K4+200 al K4+500 se inicio con la excavación y perfilado de taludes.  
Del K4+500 al K5+000 se encontraba a nivel de subrasante.  
La mayoría de las obras de arte ya estaban construidas hasta el K4+000.

### 3.2.1 Proceso constructivo

**3.2.1.1 Desmonte y limpieza.** Este trabajo se realizó para retirar terreno natural en las áreas que ocupan las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía (ver figura 27), estas áreas se encontraron cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., de este modo el terreno quedó limpio y libre de toda vegetación, y su superficie ya resulta apta para iniciar los demás trabajos.

También se realizó la remoción total de árboles aislados o grupos de árboles dentro de superficies que no presenten características de bosque continuo.

Los trabajos de desmonte y limpieza se efectuaron en todas las zonas señaladas en los planos, y de acuerdo a procedimientos requeridos para este fin, para lo cual se tomó las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad satisfactorias.



Figura 27. TRAYECTO 5A. DESMONTE Y LIMPIEZA K4+200

### 3.2.1.2 Excavación de la explanación, canales y préstamos



Figura 28. TERYECTO 5A. EXCAVACION K4+480

Este trabajo consistió en una serie de actividades como: excavar, remover (ver figura 28), cargar y transportar (ver figura 29) material de corte hasta el límite de acarreo libre, colocándolo en los sitios finales de disposición de materiales, y los que tenían buenas características se utilizaron para canales y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto.



Figura 29. TERYECTO 5A. CORTE Y TRANSPORTE K4+450

Las obras de excavación avanzaron en forma coordinada con las obras de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, desagües y descoles de cunetas y



construcción de filtros (ver figura 31). Además, se garantizó el correcto funcionamiento del drenaje para controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.



Figura 30. TERYECTO 5A. OBRAS DE DRENAJE K4+320

La secuencia de todas las operaciones de excavación es tal, que se aseguró la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto.

En la construcción de terraplenes sobre terreno inclinado o a media ladera, el talud de la superficie existente se cortó en forma escalonada de acuerdo con las especificaciones técnicas.

Cuando la altura de los taludes superaban doce metros (12 m.) y la calidad del material por excavar lo exigía, se realizaron terrazas con pendiente hacia el interior del talud a una cuneta de coronación encargada de recoger y encauzar las aguas superficiales (ver figura 32). El ancho de la terraza permitió la operación normal de los equipos de construcción.



**Figura 31. TERYECTO 5A. TERRAZAS K4+480**

Cuando se alcanzó el nivel de subrasante en la excavación, se escarificó una profundidad de cinco a diez centímetros (5 cm - 10 cm), luego se conformó de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y se compactó, según las exigencias de compactación, en capas de quince centímetros (15 cm).



**3.2.1.3 Taludes.** La excavación de los taludes se realizó adecuadamente para no dañar su superficie final y la descompresión prematura o excesiva de su pie, contrarrestando cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Cuando se hizo necesario adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimientos (ver figura 33), previstas en el proyecto, estos trabajos se realizaron inmediatamente después de la perfilada del talud.



Figura 32. TERYECTO 5A. EMPRADIZACION K4+540

Los materiales provenientes de la excavación se colocaron en zonas de depósito de materiales aprobados antes de su disposición (ver figura 34), a las cuales se le realizaron las respectivas adecuaciones. El material se dispuso de tal forma que no ocasionó ningún perjuicio al drenaje de la carretera o a los terrenos que ocupan, o la visibilidad en la vía, ni a la estabilidad de los taludes.



Figura 33. TERYECTO 5A. SITIO DE DISPOSICION DE MATERIALES K3+400

Todos los materiales colocados en el sitio dispuesto como deposito se extendieron y emparejaron de tal modo que permitieron el drenaje de las aguas alejándolas de la vía, sin estancamiento y sin causar erosión, y se conformaron para presentar una buena apariencia.

En el manejo del agua superficial cuando se efectuaron las excavaciones, se realizaron con mucho cuidado, ya que así no se presentaron depresiones y hundimientos que afectan el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

#### **3.2.1.4 Separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextil.**

El geotextil se utilizó para prevenir la mezcla entre los suelos de subrasante y agregados o materiales seleccionados para conformar sub bases, bases, o materiales para construir terraplenes; los que se colocaron sobre el geotextil de acuerdo a un espesor de diseño y valores de compactación establecidos, en los sitios señalados por los planos del proyecto.

Las propiedades requeridas del geotextil para separación estuvieron en función de la gradación del material granular, de las condiciones geomecánicas del suelo de subrasante y de las cargas impuestas durante la ejecución de los trabajos, permitiendo en todo momento el libre pasó del agua.

Los trabajos se efectuaron con una adecuada coordinación entre las actividades de preparación del terreno, la colocación del geotextil y la colocación y compactación del material de relleno, de manera que el geotextil quedo expuesto el menor tiempo posible.

La instalación del geotextil se realizó ya que el terreno estuvo preparado adecuadamente, y una vez retirados los bloques de roca, troncos, arbustos y demás materiales, el relleno se realizo hasta la rasante de diseño, de acuerdo con los datos indicados en los planos del proyecto.

El geotextil se extendió en la dirección de avance de la construcción, directamente sobre la superficie preparada, sin arrugas o dobleces. Cuando se hizo necesario colocar rollos adyacentes de geotextil, se traslaparon mediante la realización de costura, el mínimo traslapo instalado fue de treinta centímetros (0.30 m) y dependerá tanto del CBR de la subrasante como del tráfico que vaya a circular sobre la vía durante la construcción. En las curvas, el geotextil se corto con sus correspondientes traslapos, costuras, o doblado, para desarrollar la geometría de la curva propuesta.

**3.2.1.5 Afirmado.** Se suministró, transportó, colocó y compactó materiales de afirmado sobre la subrasante terminada, cumpliendo con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto.

Los agregados utilizados para la construcción del afirmado satisfacen los requisitos de calidad indicados para dichos materiales. Además, se ajustaban a las franjas granulométricas exigidas por la norma:

**3.2.1.5.1 Preparación De La Superficie Existente.** El material de afirmado no se descargó hasta que se comprobó que la superficie sobre la cual se va a apoyar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas (ver figura 35). Todas las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas, se corrigieron de acuerdo con lo establecido.



Figura 34. TERYECTO 5A. MEJORAMIENTO DE LA RASANTE K4+500

#### **3.2.1.5.2 Transporte y Colocación del Material**

Se transportó y extendió el material de tal modo, que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente. Cuando se presentó contaminación esta capa deberá ser subsanada antes de proseguir el trabajo.

El material se dispuso en cordones de sección uniforme, donde se verificó su homogeneidad. Si la capa se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclaron formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se combinaron para lograr su homogeneidad (ver figura 36). En caso de que sea necesario toco humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, evitando que perjudique la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Este, ya mezclado, se extendió en una capa de espesor uniforme que permitió obtener el espesor y grado de compactación exigido.

El material de afirmado se extendió en una sola capa y en todo el ancho de la corona, calzada más bermas, de tal manera que la capa resulte de espesor uniforme.



Figura 35. TERYECTO 5A EXTENSIÓN DE MATERIAL K3+420

### 3.2.1.6 Compactación

Una vez que el material alcanzó la humedad apropiada y se conformó debidamente, se compactó con el equipo aprobado hasta lograr la densidad especificada (ver figura 37). Evaluando que las densidades que se alcancen, no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuó longitudinalmente, se comenzó por los bordes exteriores avanzando hacia el centro, se traslapó en cada recorrido un ancho. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extiende ninguna capa de material, mientras no se haya realizado la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se permitieron trabajos, cuando la temperatura ambiente es demasiado baja o en instantes en que haya lluvia o esta se aproxime.



Figura 36. TRAYECTO 5A. COMPACTACION K3+160

### 3.2.1.7 ASEO ZONA DE TRABAJO

Para que los trabajadores tengan un buen nivel de vida en el trabajo, se instalaron dos unidades sanitarias y zonas de aseo (ver figura 38), para que el sitio permaneciera limpio, a las cuales se les realizó un mantenimiento semanal.



Figura 37. TRAYECTO 5A. UNIDAD SANITARIA K4+650



### **3.2.1.8 Arreglo de caminos de acceso a las obras**

Para bienestar de la comunidad y que las personas no se vean afectadas por daños en los caminos sin afirmar por el continuo paso de vehículos por el transporte de los agregados se realizó continuamente humectación en tiempo de verano y colocación y extensión de materiales granulares (ver figura 39).



**Figura 38. TRAYECTO 5A. ADECUACION CAMINO DE ACCESO**

#### 4 ENSAYOS REALIZADOS

La parte de laboratorio funciona como una interventoria interna realizando ensayos en laboratorio y en via a todas las capas granulares como a los concretos asfálticos y a los concretos hidráulicos, y los materiales que se utilizan para estos fines, con el fin de representar la mejores características alcanzadas por los materiales en condiciones ideales en campo (ver figura 40).



Figura 39. TRAYECTO 5A. DENSÍMETRO NUCLEAR K4+750

El transporte de tierra a las zonas de depósito se realizó en camiones articulados de capacidad 14 m<sup>3</sup> y volquetas de 12 m<sup>3</sup>.

Se hace el siguiente análisis de acarreo de materiales promedio por cada mes (ver tabla 3), teniendo en cuenta datos obtenidos de la base de datos de entrada y salida de materiales, y una tabla de distancias promedio de transporte, mensualmente se realiza este análisis para el pago de transporte a vehículos particulares a los cuales se le paga metro cubico - kilometro.



	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
ACARREO PROMEDIO	249,88 km/m3	401,87 km/m3	274,71 km/m3	255,28 km/m3	979,44 km/m3
CANTIDAD	20808, m3	39928, m3	26024, m3	11298, m3	5712, m3
DISTANCIA PROMEDIO PARA TRANSPORTAR 1 M3 DE TIERRA	12,01 km	10,06 km	10,56 km	22,6 km	171,47 km
COSTO DE TRANSPORTE PROMEDIO	\$ 11.073.601	\$ 221.028.500	\$ 151.090.500	\$ 140.404.000	\$ 538.692.000

**Tabla 3. Análisis del costo de transporte de tierra por cada mes trayecto 5a**

Las condiciones climáticas impedían el avance del mejoramiento de la Subrasante del K4+600 en adelante, además era un acceso para el tránsito de volquetas hacia el siguiente tramo de la Variante Oriental.

La constructora Concay S.A. cuenta con maquinaria (ver tabla 4) para realizar los trabajos correspondientes, algunos equipos:

<b>EQUIPO UTILIZADO</b>
EXCAVADORA - CATERPILLAR
VIBROCOMPACTADOR - VOLVO
MOTO NIVELADORA - CATERPILLAR
BULLDOZER - CATERPILLAR
EXCAVADORA - CATERPILLAR
CARGADOR SOBRE RUEDAS - CATERPILLAR
EXCAVADORA HIDRÁULICA - CATERPILLAR
RETRO CARGADOR - CATERPILLAR
BULLDOZER - CATERPILLAR
CARROTANQUE - CHEVROLET

**Tabla 4. Equipo utilizado en el trayecto 5a**

## 5 PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE



Figura 40. PLANTA DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

La constructora CONCAY S.A. cuenta con una planta de asfalto y una trituradora, ubicadas en el municipio de Funes (Departamento de Nariño) y otra Planta de Asfalto Ubicada en el K6+800 de la vía que de Pasto comunica al municipio de Chachagüí, tomando un desvío de 300 metros a la margen izquierda.

El campamento de Pinasaco fue el lugar de trabajo, ahí se desarrolla el proceso de producción de mezcla asfáltica, acopio de materiales, taller y es el sitio donde se coordinaban todas las actividades administrativas de Concay S.A. correspondientes a los diferentes frentes de trabajo.

Diariamente el trabajo consistía en registrar consumos de los insumos correspondientes a la producción de mezcla asfáltica (ver figura 42), manejar el registro fotográfico (ver figura 43) de los diferentes frentes de obra.

Formato para el control de consumos para la producción de mezclas asfálticas.

PLANTA DE ASFALTO												
FECHA	HORAS	PRODUCCION DIARIA	RECHAZO	TIPO DE MEZCLA	CONSUMO ASFALTO	CONSUMO FUELL OIL	CONSUMO DIESEL PLANTA	CONSUMO DIESEL CALDERA	P/DIARIO ASFALTO/M3	P/DIARIO ACPM PLANTA/M3	P/DIARIO ACPM CALDERA/M3	PROMEDIO DIARIO FUELL OIL/M3
1												
2												
3												
4												
5												

TANQUES														
SALDO MES ANTERIOR	0 Kg		0 Kg		0 Kg		0 Kg		0 GI		0 GI		0 GI	
	TANQUE #1 ASFALTO		TANQUE #2 ASFALTO		TANQUE #3 ASFALTO		TANQUE #5 ASFALTO		TANQUE FUELL OIL		TANQUE ACPM QUEMADOR 1903		TANQUE ACPM CALDERA 7803	
CODIGO	7020		7019		7018		7026		7025		1903		7004	
CAPACIDAD	40.000 Kg		40.000 Kg		40.000 Kg		43.360 Kg		10.000 GI		1.278 GI		891 GI	
	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
1														
2														
3														
4														
5														

Figura 41. FORMATO PRODUCCION DE CONCRETO ASFALTICO

Formato para el registro fotográfico, formato de calidad CONCAV S.A.



**CONCAV S.A.**  
 Contrato de Concesion No. 003 -006. Rumichaca - Pasto - Aeropuerto  
 OBRA 467



**REGISTRO FOTOGRAFICO**

PERIODO :

Corredor : Rumichaca - Pasto - Aeropuerto      Trayecto :

Fecha :

Descripción:

Fotografía No : 1

Página 1

Figura 42. FORMATO DE REGISTRO FOTOGRAFICO

Semanalmente se entregaba una programación semanal al concesionario de lo que se planea hacer cada semana en cada frente (ver figura 44).

## CONCAV S.A.

PROGRAMACION SEMANAL DEL A DE 2010

**TRAYECTO 3**  
**TIPO DE INTERVENCIÓN**

Fresado(11.0cm)-MSC-1(6.0cm)-MSC-2 (6.0cm)-MICRO (3.5cm)-MDC-3 (2.5cm)

ACTIVIDAD	ABSCISAS				L
	IZQUIERDA		DERECHA		
	INICIO	FIN	INICIO	FIN	

**TRAYECTO 5A**  
**SECTOR A INTERVENIR**  
**TIPO DE INTERVENCIÓN**

Desmante, Excavacion, Mejoramiento, Terraplen, Sub-Base, Base, Pavimento.

ACTIVIDAD	ABSCISAS				DIMENSIONES L
	IZQUIERDA		DERECHA		
	INICIO	FIN	INICIO	FIN	

Figura 43. FORMATO DE PROGRAMACIÓN SEMANAL

La maquinaria se controla en un formato llamado MQ-005 Control Diario de Equipo, este formato registra las actividades realizadas por cada equipo y las horas que utilizó, los mantenimientos que requieren los equipos después de un número determinado de horas. La producción de concreto asfáltico y trituración registra las cantidades diarias de producción y los consumos de combustibles utilizados para ello. La entrada y salida de materiales se manejaba en una base de datos en la cual se registraban los movimientos de todos materiales utilizados en los diferentes frentes como agregados para mejoramiento de subrasante, subbase, base, mezcla asfáltica, fresado y tierra producto de las excavaciones realizadas por volquetas propias y alquiladas y camiones articulados. La solicitud, registró y control de los insumos de cada frente estaba a cargo de la dependencia de almacén.

## 5.1 ASPECTOS IMPORTANTES DE LA PLANTA DE ASFALTO

- **Horario de Operación:** 7:00 am a 5:00 pm.
- **Operadores:** 1 Plantero.  
3 Ayudantes.  
1 Calderista.
- **Capacidad de tanque de asfalto:** 40.000 kg c/u, en total 112 Ton.

La planta cuenta con 4 tanques de asfalto inicialmente (ver figura 45). Para abastecer la producción de 4 tipos de mezcla. Se trabajó con dos Tipos de Asfalto 80/100 y Cariphalte Modificado Tipo III.



Figura 44. TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ASFALTO.

- **Capacidad de tanque de combustible (FUELL OÍL-COMBUSTIBLE INDUSTRIAL):** 10.000 gl.
- **Capacidad de tanque de combustible (ACPM):** 1278 gl. Este tanque de combustible le corresponde al quemador.

- **Capacidad de tanque de combustible (ACPM):** 891 gl. Este tanque de combustible le corresponde a la caldera.

- **Capacidad de la piscina de lodos:**  $(5.9*10*2) = 118 \text{ m}^3$ .

El Sistema móvil de alimentación de agregados está estructurado así:

- **Tolvas:** 4 tolvas con capacidad de 12 ton cada una (ver figura 46).



Figura 45. TOLVAS PARA ALIMENTACIÓN DE AGREGADOS

- **Alimentadores:** 4 unidades, de banda accionada por motores de velocidad variable de 2.05 HP cada uno (ver figura 47).



Figura 46. ALIMENTADORES DE BANDA



- **Banda recolectora:** 24"x11" accionada por un motor de 3HP (ver figura 48).



Figura 47. BANDA RECOLECTORA DE AGREGADO

- **Banda transportadora inclinada Semiportatil:** de 24"x12" con motor de 7,5HP con celda de carga (ver figura 49).



Figura 48. BANDA TRANSPORTADORA INCLINADA SEMIPORTATIL

- **Tambor mezclador:** cilindro de 1,52 m de diámetro, 6,7 m de largo y motores de 10HP c/u (ver figura 50).



Figura 49.TAMBOR MEZCLADOR-SECADOR

- **Elevador:** de arrastre, accionado por un motor reductor de 20 HP (ver figura 51).



Figura 50. ELEVADOR

- **Silo:** con capacidad de 50 ton, estructura metálica con calentamiento térmico en las compuertas de descarga (ver figura 52), accionado por cilindros neumáticos.



Figura 51. SILO

El sistema de asfalto está compuesto por una bomba, tubería enchaquetada de 2" de diámetro de 2" (ver figura 53), accionado por un motor de velocidad variable de 7.5 HP. Válvula de control de 3 vías accionadas por cilindro neumático.



Figura 52. TUBERÍA CORRESPONDIENTE A LOS TANQUES DE ASFALTO

- **Filtro húmedo:** sistema de extracción accionado por un motor de velocidad de 100 HP. Venturi modelo D80 (ver figura 54).



Figura 53. FILTRO HÚMEDO

- **Bomba de agua:** para el filtro húmedo, con motor de 10 HP (ver figura 55).



Figura 54. BOMBA DE AGUA

- **Tablero de control:** con sistema de tacos para la protección de los arranques de los motores de la planta, potencia 440 V / 60 HZ de control. Cuenta con botones de arranque y parada, luces de señalización, amplificador de frecuencia para entrada de datos del diseño de la mezcla asfáltica, indicadores de velocidad de cada alimentador, control automático de temperatura de la mezcla y encendido del quemador, sistema foto sensor y sonoro de indicador de fallas.



Figura 55. TABLERO DE CONTROL

- **Lavador húmedo:** Se trata de un lavador de flujo coordinado, que se basa en el principio de captar las partículas suspendidas en la corriente gaseosa mediante su impactación con gotas de agua que circulan a una velocidad lo suficientemente alta para reducir el tamaño de las gotas y con ello probabilidad de choque y con ello la eficiencia de captura.

La mezcla agua-partículas es conducida a la piscina de decantación para su separación, tras lo cual el agua aclarada es succionada por la bomba para su reutilización en el filtro.





Figura 56. LAVADOR HÚMEDO

- **Piscina de lodos:** Depósito de finos.



Figura 57. PISCINA DE LODOS

## 5.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

Se trata de una planta de secador- mezclador de producción continua, en dicha planta confluyen los agregados pétreos y el asfalto por vías independientes. Los agregados pétreos se cargan a una tolva con cargador caterpillar 950G, con cuchara de capacidad 3m<sup>3</sup>, de la tolva pasa a la banda transportadora que alimenta el tambor del horno secador rotatorio mediante un sistema de dosificación por peso.

El suministro de los agregados estaba a cargo de la Cantera Rio Téllez (Municipio de Funes (Departamento de Nariño) lugar de explotación de crudo y ubicación de la trituradora, ubicado a 54,20 km del Campamento Pinasaco y de la Cantera La Vega, ubicada a 10,30 km de la Planta Pinasaco.



Figura 58. PLANTA DE ASFALTO, MARCA: FACO ALLIS, MODELO: DM-522B, CAPACIDAD: 120 TON/HR, AÑO DE FABRICACIÓN: 1995

El acopio de materiales<sup>10</sup> se hacía por separado de acuerdo al tamaño del agregado y cubiertos con plásticos para evitar la contaminación hasta su introducción en las tolvas. En el lugar de descargue del material existe una

---

<sup>10</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras INVIAS 2007. Artículo 300.4.3, pág. 3

persona, quien era el encargado de recibir el material y registrar en un recibo el cual a su vez es ingresado en una base de datos, este proceso es diario.

En cuanto a la parte de laboratorio, ellos se encargan de realizar los ensayos a los agregados respectivos que exigen las Especificaciones Generales de Carreteras INV-02.<sup>11</sup>

Algunos de ellos se nombran a continuación, otros eran realizados por laboratorios externos.

ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA
Granulometría	E-213	1 por jornada
Desgaste en la Máquina de los Ángeles	E-218	1 por mes
Perdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o magnesio	E-220	1 por Mes
Índice de Plasticidad	E-125 E-126	1 por Jornada
Equivalente de Arena	E-133	1 por Semana
Contenido de Impurezas	E-237	1 por Semana
Partículas fracturadas Mecánicamente	E-227	1 por jornada
Angularidad del Agregado Fino	E-239	1 por jornada
Partículas planas y alargadas	E-240	1 por Semana
Gravedad Especifica y Absorción	E-222 E-223	1 por Mes

**Tabla 5. Ensayos de verificación de agregados para mezcla en caliente**

El siguiente cuadro resumen contiene los tipos de ensayos ejecutados en un mes en la frecuencia y los valores máximos y mínimos requeridos por la norma, de

---

<sup>11</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras INVIAS 2002. Artículo 450 Tabla 450.6



cada una de las mezclas en caliente, el cual permite el control y la retroalimentación de los ensayos.

En él se relacionan:

- Ensayos Exigidos.
- Especificación INVIAS.
- Frecuencia.
- Tipo de Mezcla.
- Granulometría exigida
- Formula de Trabajo.
- Fecha (realización del ensayo).
- Localización (kilometro intervenido con la mezcla de la fecha).
- Planta de Producción.
- Margen de instalación de la mezcla (Izquierda. Eje. Derecha).
- Visto Bueno (si cumple o no).

## RESUMEN DEL CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS

PLAN DE TRABAJO																								
		INDICE DE PLASTICIDAD	CARAS FRACTURADAS %	EQUIVALENTE DE ARENA %	INDICE DE APLANAMIENTO %	INDICE DE ALARGAMIENTO %	LIMPIEZA SUPERFICIAL %	DESGASTE %	SOLIDEZ %	RESISTENCIA CONSERVADA INMERSION	PESO UNITARIO APARENTE EN TOLUENO													
<b>Planta Rio Tellez</b>		Esp-INV	NP	75% min.	50% min.	30% max.	30% max.	0,5% max.	30% max.	sodio= 12% max. magnesio= 18% max.	perdida <= 25 %	entre 0,5 y 1,1 g/cm <sup>3</sup>												
		FRECUENCIA	POR JORNADA	POR JORNADA	POR SEMANA	POR SEMANA	POR SEMANA	POR SEMANA	POR MES	POR MES	POR MES	POR MES												
Especificación INV		GRANULOMETRIA - MEZCLA MSC-2 TOMADA DE LA BANDA								2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
		% PASA								INDICE DE PLASTICIDAD	CARAS FRACTURADAS %	EQUIVALENTE DE ARENA %	INDICE DE APLANAMIENTO %	INDICE DE ALARGAMIENTO %	LIMPIEZA SUPERFICIAL %	DESGASTE %	SOLIDEZ %	RESISTENCIA CONSERVADA INMERSION - COMPRESION %	PESO UNITARIO APARENTE EN TOLUENO	OBSERVACIONES				
		1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 80											No. 200	CUMPLIMIENTO			
100	80 - 95	65 - 80	55 - 70	40 - 55	24 - 38	9 - 20	6 - 12	3 - 7	S/N (x)															
Formula de trabajo		100	79,9 - 87,9	63,8 - 71,8	40,2 - 48,2	24 - 30	10,1 - 16,1	5,7 - 11,7	4,0 - 6,0															
FECHA	LOCALIZACION PRs	I/E/D	MES:								PLANTA : PINASACO													

Tabla 59. FORMATO DE CONTROL MENSUAL DE ENSAYOS DE LABORATORIO

El proceso de producción de mezcla en caliente se ilustra a continuación:

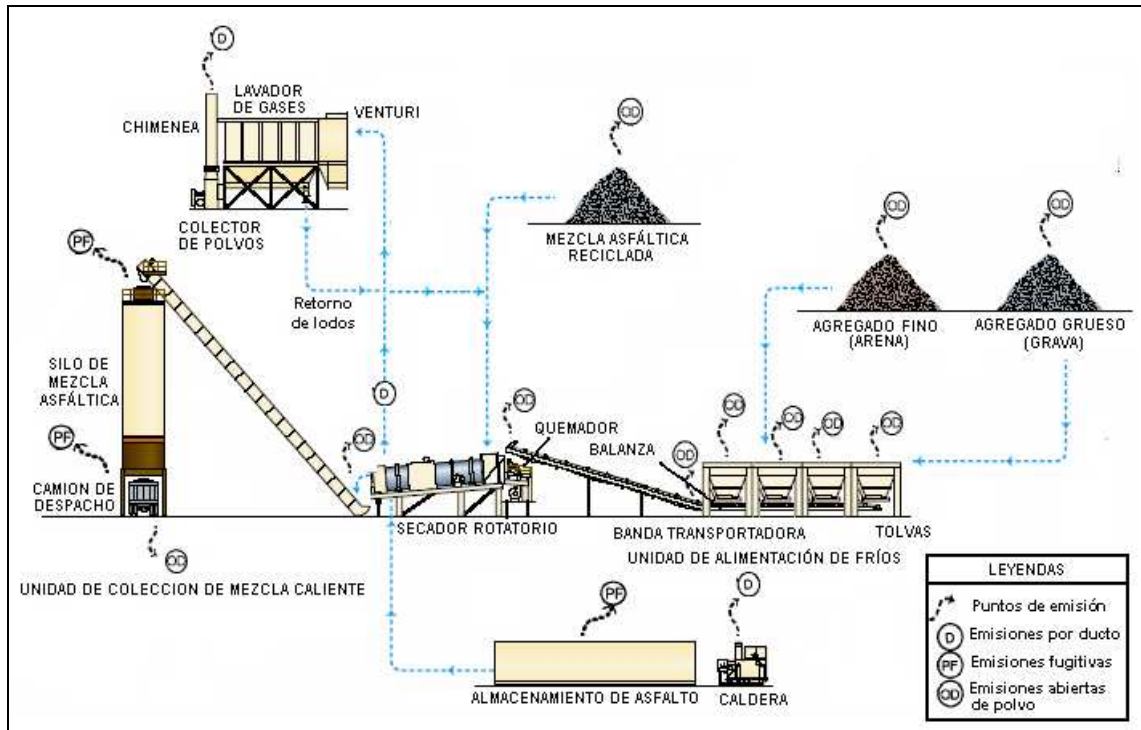


Figura 60. ESQUEMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFALTA EN CALIENTE.

En el interior del tambor rotatorio, los agregados se secan mediante contacto directo con una corriente de gases calientes de combustión. Que fluyen a contra corriente. Estos gases son generados por un quemador que utiliza combustible industrial y un ventilador. Durante el recorrido a lo largo del secador, el agregado pétreo se seca y se calienta hasta la temperatura adecuada para realizar su mezcla con el asfalto. La mezcla caliente obtenida sale del horno secador y es llevada a un silo de almacenamiento por medio de un elevador de arrastre, para su posterior descargue a volquetas que realizan la salida del producto.

Por otra parte, el asfalto se almacena en tanques térmicos equipados con serpentines internos, aislados con fibra de vidrio y sellados con láminas de acero galvanizado. Por los serpentines circula aceite térmico a alta temperatura que aporta el calor necesario para mantener la viscosidad del asfalto en un punto

adecuado que permita su flujo hacia el secador y cumpla con la temperatura del diseño de la mezcla.

El asfalto se lleva a un tanque báscula, por medio de una bomba especial para fluidos viscosos y calientes; dicho tanque recibe la cantidad de asfalto precisa para la formulación que se esté produciendo y de allí se descarga directamente al mezclador.

El quemador del secador utiliza como combustible fuel oíl, al igual que el sistema de calefacción de aceite térmico. Dicho combustible se bombea hacia un tanque intermedio de calentamiento y de allí hacia el quemador de horno rotatorio.

También se utiliza ACPM con el fin de iniciar la combustión y posteriormente se realiza el cambio a combustible industrial.

Los gases de combustión generados por el horno de secado arrastran partículas finas contenidas en el material pétreo o se generan por la abrasión producida por la rotación del horno secador. Estas partículas contribuyen a que la mezcla asfáltica sea óptima.

La corriente de salida del secador rotatorio arrastra tanto humos de combustión como partículas y es conducida a un filtro húmedo y posteriormente un ciclón de alta eficiencia, con lo que se asegura que la concentración de contaminantes cumpla con los estándares ambientales permitidos.

### 5.3 TIPOS DE MEZCLAS UTILIZADAS EN LA OBRA



Figura 61. DESCARGUE E INSTALACION DE MEZCLA.

Se instalaron 4 tipos de mezcla, con 2 tipos de asfalto diferentes. Los diseños se presentan a continuación:

AGREGADOS	Asfalto Modificado Cariphalte Tipo III		Asfalto 80/100		
	Mezcla Semidensa en Caliente Tipo 1	Mezcla Discontinua en Caliente TIPO F1	Mezcla Semidensa en Caliente Tipo 1	Mezcla Semidensa en Caliente Tipo 2	Mezcla Densa en Caliente Tipo MDC-3
FUENTE	RIO TELLEZ Y CANTERA LA VEGA	RIO TELLEZ	RIO TELLEZ	RIO TELLEZ	RIO TELLEZ
1"	34%	0%	27%	35%	0%
1/2"	15%	60%	25%	10%	0%
3/8"	51%	40%	48%	55%	100%
TIPO DE ASFALTO	Cariphalte PM Tipo III	Cariphalte PM Tipo III	80/100	80/100	80/100
PROVEEDOR	Shell	Shell	ECOPETROL (BARRANCA)	ECOPETROL (BARRANCA)	ECOPETROL (BARRANCA)
Tº ASFALTO (ºC)	163-167	156-160	142-147	142-147	142-146
Tº DE MEZCLA (ºC)	165	160	132-137	145-150	145
Tº DE MEZCLA MAXIMA (ºC)	165	165	165	165	150
Tº DE COMPACTACION (ºC)	150	150-153	135	135-140	133-137
PORCENTAJE DE ASFALTO	4,7	5,4	4,4	5,3	6,3

Tabla 6. Tipos de mezclas utilizadas en obra

#### 5.4 CONTROL DE PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

El control se hizo registrando entradas y salidas de los insumos que se requieren para la producción de los diferentes tipos de mezcla. En el lugar de intervención se controló la mezcla con un formato llamado “Control de viajes de concreto asfáltico” a cargo de un obrero, quien recibe la mezcla a través de un recibo y registra la fecha, viaje No, Vale No, T° en planta, tipo de mezcla, placa o código de la volqueta, capacidad (m<sup>3</sup>), T° en vía, hora de cargue y descargue, abscisa inicial y final, longitud, ancho, espesor, franja, volumen compacto, relación suelto/compacto. El registro de esta planilla permite tener una trazabilidad para el control del avance de obra y control de espesor de cada capa compacta.

PROYECTO:										
DISEÑO:	Página de									
Viaje No.										
Vale No.										
Temperatura en Planta °C										
Tipo de Mezcla Placa o código de la volqueta										
Capacidad (m <sup>3</sup> -suelto)										
Temperatura en vía °C										
Hora de cargue										
Hora de descargue										
Abscisa o estación inicial										
Abscisa o estación final										
Longitud (m)										
Ancho (m)										
Espesor (m)										
Franja										
Volumen compacto.										
Relación suelto / compacto										
Vo.Bo.										
OBSERVACIONES										
VOLUMEN DE PRODUCCIÓN:										m3
										m3

Figura 62. FORMATO DE CONTROL DE VIAJES DE CONCRETO ASFALTICO

## **5.5 CONTROL DE INSUMOS PARA LA PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE**

El suministro del Cemento Asfáltico (80-100) estaba a cargo de Ecopetrol y el Cemento Asfáltico Modificado con polímeros Tipo III a cargo de la Shell Colombia, quienes suministraban el certificado de calidad del producto por cada viaje que se descarga.



## 6 CONCLUSIONES

- La empresa CONCAY S.A. cuenta con un sistema de gestión de calidad hace que la información que internamente maneja sea reservada para el personal externo a la empresa.
- Es muy importante tener en cuenta que la interventoría es importante dentro de las obras, ya que garantiza su calidad, por su imparcialidad en la toma de decisiones.
- Tanto los líderes locales como la misma comunidad habitante en cada sector beneficiado fueron actores principales para el desarrollo y actividades de las obras.
- Se cambian los diseños de las estructuras del pavimento debido al soporte de la sub rasante.
- Las características de los agregados utilizados en cada tipo de mezcla en caliente, son muy importantes ya que de estos depende la durabilidad de la mezcla que se produce.
- El control minucioso en la cantidad de asfalto utilizado para la producción diaria de concreto asfáltico, dividido entre la cantidad de cubos producidos nos permite relacionar la cantidad óptima de asfalto en el diseño Marshall con la de producción.
- La temperatura cumple un papel muy importante porque de esta dependen las características del comportamiento de los materiales asfálticos permitiendo que sean más dúctiles. De igual manera la temperatura de compactación debe estar en los rangos establecidos para cada mezcla para que exista una completa homogenización.

- Con la extracción de núcleos a la capa de concreto asfáltico instalado verificar espesores en los kilómetros intervenidos por la empresa, y así corroborar espesores establecidos en el diseño de la estructura del pavimento.
- En producción de concreto asfáltico se debe tener en cuenta el control de factores como maquinaria, insumos y combustibles, que van de la mano con los consumos para su correcto funcionamiento.
- Los equipos de estar en buen estado y cumplir con las características requeridas.
- La temperatura de salida de planta y colocación debe estar por encima de la tope mínimo.
- Los materiales para la elaboración de concreto asfáltico debe tener buena resistencia.
- Se debe realizar mejoramiento a partes afectadas, antes de colocar las carpetas asfálticas.
- Se utilizan asfaltos modificados con el fin de extender el tiempo de vida de la carpeta.
- La compactación óptima es indispensable para densificar los materiales.
- La trituración es fundamental para procesar materiales de río y cumplan con las características requeridas al igual por tratarse de maquinaria se debe llevar un registro de maquinaria que lo realice el operador de forma diaria, en el cual relacionen horas trabajadas, tipo y cantidad de material producido, fallas presentadas por la máquina, además tener en cuenta los consumo de combustibles y reparaciones realizadas.

Este proceso de producción de concreto asfáltico como de trituración ayuda a obtener buenos materiales y a menor costo.

- Un registro fotográfico de todos los trayectos permite documentar cada una de las etapas constructivas del proyecto.

- Tener en cuenta los equipos destinados para cada actividad.
- La topografía debe estar permanentemente en la vía controlando linderos del derecho de vía, corte de terraplén, niveles de la vía.
- El material de préstamo aportado por canteras, antes de su disposición final en obra es evaluado en el laboratorio bajo condiciones ideales, para cumplir con la norma y especificaciones establecidas por el Instituto Nacional de Vías INVIAS.
- Tener en cuenta que el material de corte tiene un sitio especial para su disposición.
- Los filtros y estructuras de drenaje son indispensables para evitar que el agua interfiera en la estructura del pavimento cambiando las propiedades de los materiales.
- La compactación y humedad óptima son indispensables para densificar los materiales.
- El conocimiento y la correcta aplicación de las especificaciones técnicas constructivas, especificación de materiales requeridos y planos permiten realizar un correcto control de cada actividad constructiva.
- El cálculo de cantidades de obra permite tener un control de los materiales utilizados; dichas cantidades son entregadas previamente a almacén para realizar un seguimiento, inspección y verificación de los materiales críticos utilizados en la construcción de obras de arte.
- La construcción de obras de drenaje box culvert, alcantarillas cunetas, canales abiertos, conducciones de agua, ayudan a desviar las aguas para que no causen daño a la estructura del pavimento.
- Para cumplir con las especificaciones de los materiales utilizados en la realización del concreto asfáltico y obras de arte es preciso llevar un control riguroso de los certificados de calidad aportado por el proveedor a cada

pedido realizado para trabajar con tranquilidad y poder demostrar la calidad de los materiales.

- con el seguimiento de los ensayos de laboratorio exigidos por la norma saber que se está cumpliendo con lo pactado y que el proyecto cumplirá con las exigencias a las cuales sea sometido.
- La trazabilidad de los materiales permite tener una historia de cada kilometro intervenido del proyecto.
- El desarrollo de pasantías permite en la práctica, el seguimiento y la verificación de las diferentes etapas y procesos constructivos de obras civiles, lo cual permite que los estudiantes de enfrenten a problemas y soluciones de manera real y practica interactuando con otros profesionales.

## **7 RECOMENDACIONES**

- Conocer la importancia de los formatos de gestión de la calidad, junto con la información que en ellas se diligencia.
- Relacionar los valores aportados en los documentos de calidad para su respectivo control.
- Realizar los ensayos exigidos a los materiales para su respectivo control, en su frecuencia y forma especificada.
- Interpretar correctamente planos y especificaciones.
- Controlar la cantidad de materiales utilizados en todas las obras.
- Controlar el asfalto consumido, junto con los equipos e insumos necesarios para la producción de concreto asfáltico.
- Tener en cuenta el tipo de concreto asfáltico que se instalara, por que de esto depende la temperatura de elaboración y de colocación.
- Utilizar equipos adecuados de acuerdo a la actividad a realizar.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- CONCAY S.A. Especificaciones Técnicas, obra: concesión Rumichaca – Pasto – Chachagüí.
- GUIA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS DE CARRETERAS, etapa 3 (Marzo 2002)
- Informe Consultoría Colombiana S. A. Ingenieros Consultores (Octubre 2005).
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas colombianas para la presentación de trabajos de investigación. Quinta actualización. Santa fe de Bogotá: ICONTEC, 2006.
- INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras INVIAS 2002.
- INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Guía Metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos Asfáltico de Carreteras, Bogotá D.C., 2002.
- MUÑOZ RICAURTE, Guillermo. Pavimentos de Concreto Asfáltico - Diseño y Construcción. Editorial Universitaria Universidad de Nariño. 2006.
- RICO ALONSO Y DEL CASTILLO HERMILO, La Ingeniería de los suelos en las vías Terrestres, Volúmenes I y II, editorial Limusa, México D.F., 1989.