

**APOYO TÉCNICO A LA INTERVENTORÍA PARA EL MEJORAMIENTO Y  
PAVIMENTACIÓN DE LA VÍA EL TAMBO MOTILÓN (Sector EL TAMBO – EL  
ZANJÓN: K4+200 al K9+200) – DEPARTAMENTO DE NARIÑO.**

**ANA SOFÍA PASAJE ERAZO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2016**

**APOYO TÉCNICO A LA INTERVENTORÍA PARA EL MEJORAMIENTO Y  
PAVIMENTACIÓN DE LA VÍA EL TAMBO MOTILÓN (Sector EL TAMBO – EL  
ZANJÓN: K4+200 al K9+200) – DEPARTAMENTO DE NARIÑO.**

**ANA SOFÍA PASAJE ERAZO**

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

**Asesor**

**Ing. José Alfredo Jiménez Córdoba.  
Docente Departamento de Ingeniería Civil**

**Co asesor:**

**Ing. Álvaro Pasaje Salcedo  
Representante legal  
CONSORCIO LANERO 11**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2016**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad y exclusiva del autor.

Artículo Primero del Acuerdo Número 324 de Octubre 11 de 1966 Emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13, Acuerdo N. 005 de 2010 emanado del Honorable Consejo Académico.

**NOTA DE ACEPTACIÓN:**

---

---

---

---

---

ASESOR

---

JURADO

---

JURADO

San Juan de Pasto, Agosto del 2016

## **RESUMEN**

En el presente informe se da a conocer cada una de las actividades desarrolladas para mejoramiento y pavimentación de la vía el tambo motilón (sector el tambo – el zanjón: k4+200 al k9+200) por la empresa CONSORCIO SAN JAVIER y supervisado por la empresa CONSORCIO LONERO 11 como interventoría. Se quiere dar a explicar el apoyo técnico durante todo el proceso de ejecución del contrato, el cual se divide en dos fases, la primera de ellas es un mejoramiento de un pavimento ya existente mediante obras de drenaje y la segunda una pavimentación de 850 m en concreto asfáltico, todo esto con el fin de dar solución a los problemas de movilidad que se venían presentando.

En el transcurso del informe se da a conocer el proceso constructivo de cada una de las actividades de las dos fases del proyecto, el control visual y mediante ensayos de laboratorio y de campo que se realizaron con el fin de garantizar una buena obra civil.

## **ABSTRACT**

In the present report is given to know each one of the activities developed for improvement and paving of the track the Tambo Motilón (sector the Tambo - The Zanjón: K4 200 to k9 200) by the company CONSORTIUM SAN JAVIER and supervised by the company CONSORTIUM LONERO 11 as overseeing. We want to give to explain the technical support during the whole process of the execution of the contract, which is divided into two phases, the first of them is an improvement of a pavement already existing through drainage works and the second a paving 850m in particular asphaltic, all this in order to give solution to the problems of mobility that have been submitted.

In the course of the report is given to know the constructive process of each one of the activities of the two phases of the project, the visual inspection and by laboratory tests and field that were done in order to ensure a good civil works.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION .....	12
1. DESCRIPCION DE ACTIVIDADES.....	19
1.1 MEJORAMIENTO DEL PAVIMETO EXISTENTE .....	19
1.1.1 Determinación de fisuras.....	19
1.1.2 Muros de contención.....	21
1.1.3 Cunetas.....	28
1.2 PAVIMENTACIÓN 850 METROS .....	32
1.2.1 Localización y replanteo.....	32
1.2.2 Localización de alcantarillas.....	33
1.2.3 Movimiento de tierras.....	34
1.2.4 Alcantarillas.....	36
1.2.5 Disipadores.....	40
1.2.6 Filtros.....	43
1.2.7 Mejoramiento de sub rasante.....	43
1.2.8 Sub base granular.....	46
1.2.9 Base granular.....	49
1.2.10 Carpeta asfáltica.....	51
1.2.11 Imprevistos.....	55
1.2.12 Muros y cunetas.....	56
2. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.....	57
3. CONCLUSIONES.....	67
4. RECOMENDACIONES .....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

## LISTA DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
Grafico 1. Localización general del proyecto .....	14
Grafico 2. Diseño geométrico del tramo a pavimentar .....	16
Grafico 3. Diseños de muros de contención. ....	22
Grafico 4. Refuerzo muro de contención tipo 1.....	24
Grafico 5. Refuerzo muro de contención tipo 2.....	25
Grafico 6. Diseño de cuneta.....	28
Grafico 7. Sección.....	35



## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Determinación del tipo de fallas.....	20
Tabla 2. Cunetas .....	29
Tabla 3. Lista de disipadores .....	41
Tabla 4. Densidades de subrasante. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 5. Densidades sub- base granular. ....	48
Tabla 6. Densidades base granular. ....	50
Tabla 7. Cunetas fase II.....	56
Tabla 8. Control excavaciones.....	62
Tabla 9. Control sub-rasante. ....	62
Tabla 10. Control sub-base granular. ....	63
Tabla 12. Control mezcla asfáltica.....	64
Tabla 13. Control riego de imprimación .....	65
Tablas 14 y 15. Control concreto. ....	65
Tabla 16. Control tubería reforzada.....	66
Tabla 17. Control filtros.....	66
Tabla 18. Control acero de refuerzo. ....	66

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	<b>Pág.</b>
Ilustración 1. Fisuras pavimento existente.....	19
Ilustración 2. Pérdida de banca. ....	21
Ilustración 3. Excavación manual para muros. ....	23
Ilustración 4. Instalación de acero de refuerzo para muros. ....	25
Ilustración 5. Actividades de instalación de formaleta y fundición de zarpa de muros de contención .....	26
Ilustración 6. Relleno y compactación de muros de contención. ....	27
Ilustración 7. Toma de muestras de agregados y mezcla de concreto de muros.....	27
Ilustración 8. Corte de pavimento flexible. ....	30
Ilustración 9. Instalación de formaleta para cunetas.....	30
Ilustración 10. Proceso de curado de cunetas.....	31
Ilustración 11. Control de espesor de cunetas y cilindros de mezcla de concreto.....	32
Ilustración 12. Comisión de topografía para actividad de localización y replanteo.....	33
Ilustración 13. Localización de alcantarillas.....	34
Ilustración 14. Corte y verificación de la inclinación de taludes. ....	35
Ilustración 15. Conformación de la zona de depósito (ZODME).....	36
Ilustración 16. Excavación de alcantarillas .....	37
Ilustración 17. Control de espesor y diámetro de tubería en concreto reforzado para alcantarillas. ....	37
Ilustración 18. Instalación de tubería en concreto reforzado en alcantarillas.....	38
Ilustración 19. Atraque y sello de juntas de la tubería de alcantarillas.....	39
Ilustración 20. Instalación de formaleta para cajas y aletas de las alcantarillas.....	39
Ilustración 21. Fundición de caja y solera de alcantarillas. ....	40
Ilustración 22. Excavación y fundición de los disipadores. ....	42
Ilustración 23. Disipador .....	42
Ilustración 24. Actividades para construcción de filtros.....	43
Ilustración 25. Toma de muestras Para ensayo CBR. ....	44
Ilustración 26. Actividades de mejoramiento de subrasante.....	45
Ilustración 27. Actividades sub-base granular. ....	47

Ilustración 28.	Compactación y toma de densidades sub-base granular.....	48
Ilustración 29.	Actividades de instalación base granular.....	50
Ilustración 30.	Limpieza de base granular. ....	51
Ilustración 31.	Riego de imprimación.....	52
Ilustración 32.	Extensión de arena para protección de la imprimación. ....	52
Ilustración 33.	Instalación carpeta asfáltica e=10 cm.....	53
Ilustración 34.	Compactación de la carpeta asfáltica con vibro de rodillo liso, y compactador de llantas.....	54
Ilustración 35.	Control de temperatura a la mezcla asfáltica y toma de briquetas.....	54
Ilustración 36.	Desalojo de derrumbo e instalación de tubería PVC 2”.....	55
Ilustración 37.	Fundición de cunetas y muros fase II. ....	57
Ilustración 38.	Ensayos de control interventoría. ....	61

## INTRODUCCIÓN

El Gobierno Nacional a través de los artículos 360 y 361 de la Constitución Política, constituyó el nuevo Sistema General de Regalías mediante el cual se pretende impulsar el crecimiento regional, la equidad entre regiones, disminuir el índice de pobreza y aumentar la competitividad del país.

De lo anterior El Fondo de Desarrollo Regional del Sistema General de Regalías, financiará el proyecto cuyo objeto es: INTERVENTORÍA PARA EL MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN DE LA VÍA EL TAMBO MOTILÓN (Sector EL TAMBO – EL ZANJÓN: K4+200 al K9+200) – DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

El proyecto se dividirá en dos fases, la primera de ellas se encarga de hacer un mejoramiento a un tramo de pavimento ya existente mediante obras de drenaje como muros de contención y cunetas, dando así solución a los problemas que se venían presentado por la falta de estas estructuras. La segunda fase se encarga de la pavimentación en concreto asfáltico de 850 ml cuya estructura a construir se conforma de una sub-base granular de 25 cm, una base granular de 20 cm y una carpeta asfáltica de 10 cm, esta fase se también se llevó a cabo las respectivas obras de drenaje, como alcantarillas, filtros, muros de contención y cunetas.

La función de la interventoría es realizar un control, verificación, y seguimiento a todas las actividades ejecutadas por la empresa contratista de obra en cumplimiento de sus obligaciones.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **Antecedentes**

La vía existente entre el Zanjón y El Tambo no presenta condiciones físicas y técnicas adecuadas para atender el nivel de servicio que exige la demanda del tránsito vehicular del municipio, ya que actualmente se encuentra a nivel de afirmado y carece de estructuras de drenaje, generando la elevación de los costos de operación, los tiempos de viaje de los vehículos y el nivel de accidentalidad.

El municipio de El Tambo trata de mantener la transitabilidad de la vía realizando mantenimientos rutinarios colocando material de afirmado sobre la calzada, sin embargo, estos mantenimientos no son duraderos pues en poco tiempo la vía vuelve a estar en mal estado.

El tipo de terreno que atraviesa la topografía es escarpado, con pendientes transversales entre 30 y 50 grados de inclinación, a media banca, con una calzada existente de 6 a 7 metros, sobre la cual se pretende desarrollar el diseño geométrico propuesto sin afectaciones prediales, manteniendo las condiciones de seguridad y comodidad acordes con el tipo de vía y el tipo de terreno.

### **LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto se localiza en el Departamento de Nariño, al Norte de la Ciudad de Pasto, entre el Municipio de Nariño y El Tambo. Actualmente la vía El Zanjón - El Tambo hace parte de la malla vial del Departamento de Nariño, que permite la comunicación de la cabecera municipal de El Tambo con la capital. Entre la Ciudad de Pasto y el Tambo existe una longitud aproximada de 48 km, de los cuales 25 km comprendido entre Nariño (Nariño) y Pasto se encuentran pavimentados y 13 km comprendidos entre Nariño y El Tambo se encuentran en afirmado, y en la parte final de éste último tramo, se encuentra la vía objeto del proyecto y del presente estudio.

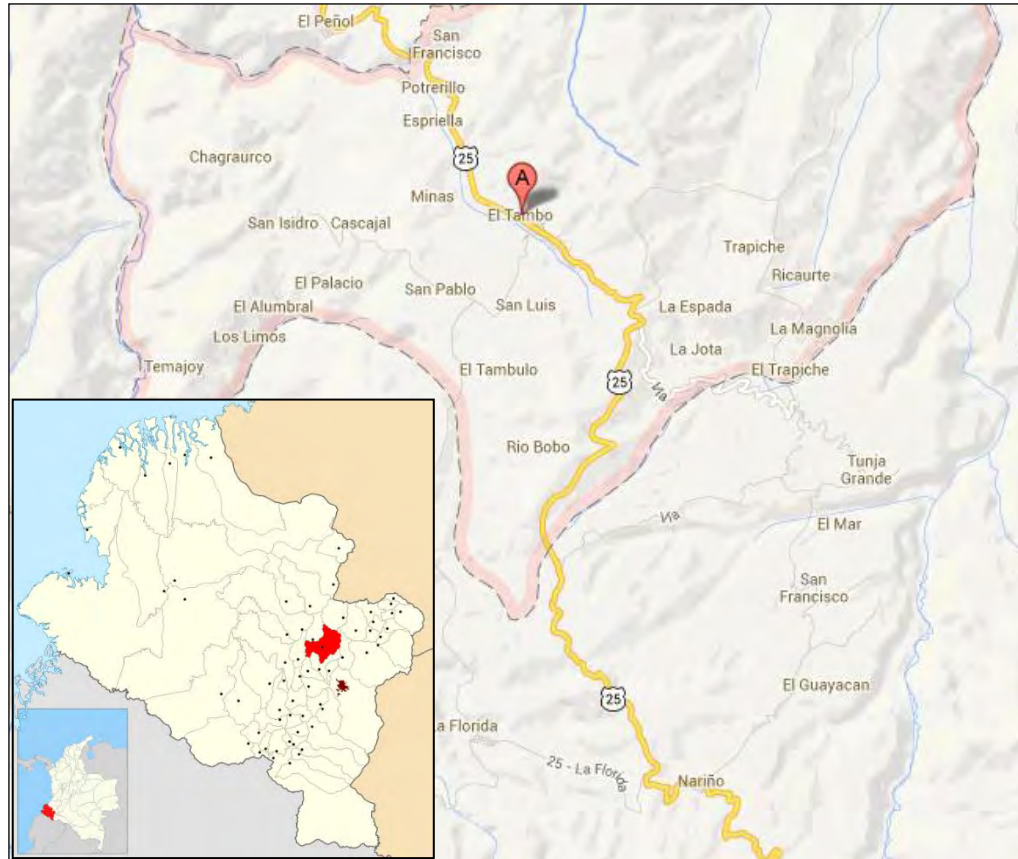
Una vez realizada la localización del tramo a intervenir, se determinó las abscisas exactas del tramo a pavimentar, siendo estas K8+280 al K9+135. En el tramo el Zanjón – El Tambo se encuentran los siguientes puntos de control:

K 0+000: el Zanjón: caserío en el cual inicia el proyecto

K 7+800: inicio del descenso hacia la Población de El Tambo

K 11+300: fin del proyecto en la Población de El Tambo, sobre una vía pavimentada.

K 4+200 – K 9+200: objeto del presente proyecto. (Ver Gráfico 1)



**Grafico 1. Localización general del proyecto**

## **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA VÍA**

**Diseño geométrico:** el diseño de este corredor vial está acorde con las expectativas actuales del transporte de pasajeros y carga en términos de economía, seguridad y comodidad, con especificaciones homogéneas que permiten la seguridad vial y la comodidad del usuario, acorde a unas condiciones topográficas abruptas de terreno escarpado y de la vía existente.

Una diferencia máxima de velocidades de diseño de 10km/h, entre los sectores homogéneos, que permite diseñar y adaptar elementos geométricos con velocidades específicas menores o iguales a esta diferencia, cumpliendo con los parámetros solicitados por el Manual de diseño Ed 2008.

Con el diseño se ha tratado de homogenizar la curvatura horizontal y vertical proyectada y existente, garantizando la seguridad vial y la comodidad del usuario, sin embargo, no ha sido posible cumplir en la totalidad del tramo con entretangencias mínimas y radios consecutivos.

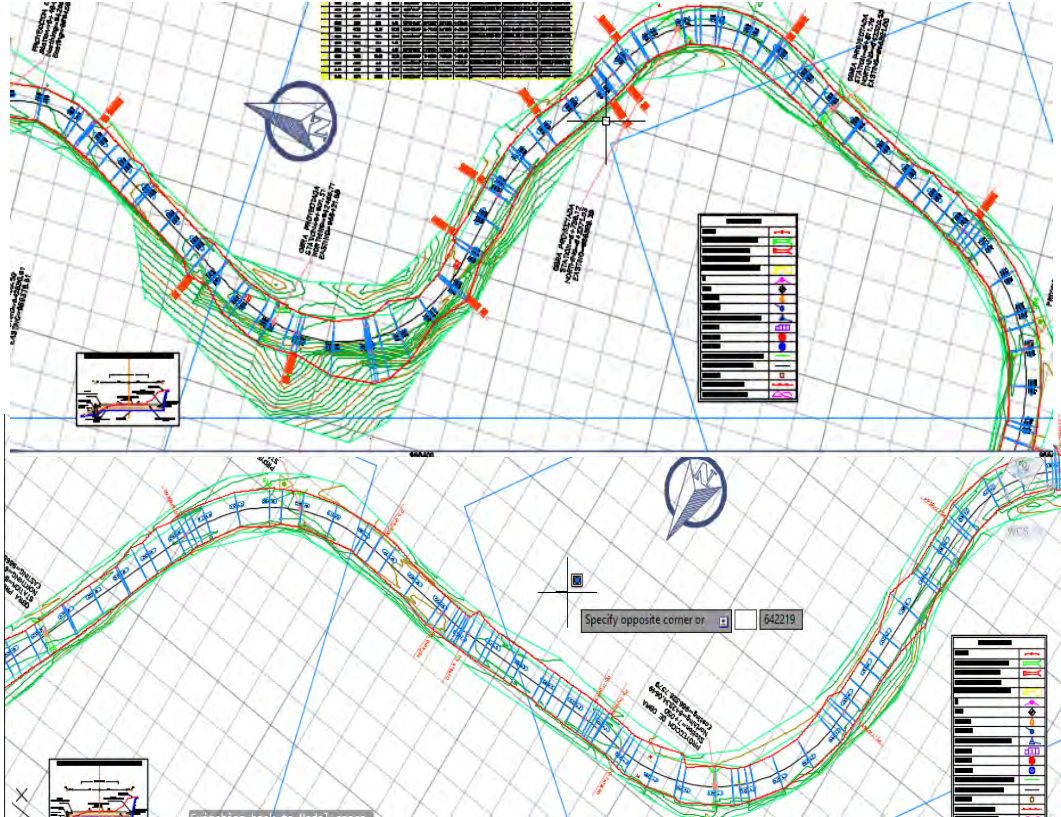
El empalme espiral-espiral está imitado a casos en que la deflexión total no exceda de  $20^\circ$  y  $\theta_e < 10^\circ$ .

La general vía obedece a radios de curvatura acordes con la normatividad vigente, concordantes con la velocidad de diseño y con los parámetros mínimos que para ella se requieren, brindando comodidad y seguridad a la vía.

La calzada consta de dos carriles, cada uno de un ancho de 3,25 metros, determinando así 6,50 metros.

De acuerdo con lo anterior los parámetros generales de diseño, son:

- Especificaciones generales de diseño: Colombia
- Categoría de la vía: terciaria.
- Tipo de terreno: escarpado.
- Velocidad del tramo: 30Km/h.
- Peralte máximo: 6%.
- Sentido del tránsito: doble sentido.
- Velocidad de curvatura horizontal: 30 Km/h.
- Radio mínimo: 21 m. (Ver Gráfico 2).



**Gráfico 2. Diseño geométrico del tramo a pavimentar.**

**Tránsito:** por otra parte, para tener una idea del volumen de tránsito que circula por la vía El Tambo El motilón, el estudio tránsito promedio diario TPD aprobado equivale a 624, cuya composición es: automóviles = 42%, buses=23%, camiones=35% (C2P=54%, C2G=46%) con una tasa de crecimiento 2.33%.

Para mejorar las condiciones de circulación y de seguridad vial se recomienda implementar señalización vertical y horizontal adecuada que advierta a los usuarios sobre los peligros laterales en vía y que restrinja la operación de la carretera a una velocidad de operación no mayor a 30 km/h.

**Estudio geotécnico para diseño del pavimento:** el diseño de la estructura de pavimento fue modelado con la Shell, cumpliendo con el porcentaje de consumo por fatiga y ahuellamiento. Modelando la estructura con el Instituto Norteamericano del asfalto no cumple con el consumo por fatiga, su valor es superior al 100%.

Para el tramo a pavimentar que comprende del k8+280 al k9+135 se presentan dos alternativas específicas para la zona, las cuales involucran como primera



medida el mejoramiento de la subrasante en los sitios puntuales de ablandamiento y sectores de ampliación de banca, retirando el material existente y remplazando 30 cm de subrasante por pedraplén (Especificación INV221-07) o sellándolo con 10 cm de material tipo seleccionado (Especificación INV220-07). Posteriormente reconformar y compactar el afirmado existente.

Para este tramo se aceptó la alternativa 1, en donde una vez realizado el procedimiento descrito anteriormente, se procede a colocar 25 cm de sub-base granular, 20 cm base granular, imprimación y 10 cm de carpeta asfáltica MDC-2.

**Estudio de hidrología, hidráulica y socavación:** se aceptó un diámetro mínimo de alcantarilla igual a 0.90 m, correspondiente al diámetro mínimo que especifica el Instituto Nacional de Vías, INVÍAS para este tipo de obras, con el fin de dar un adecuado mantenimiento y limpieza a estas estructuras.

Se aceptó el sistema de sub-drenaje mediante la construcción de un filtro francés de 0.80 m de altura y 0.60 m de ancho, a lo largo de los taludes de corte y referenciados en el Cuadro Cunetas y filtros proyectados.

Por último, se aprobó cunetas en la vía, de 0.75 m de ancho y 0.20 m de altura, con pendiente transversal del 25%.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Brindar apoyo a la interventoría para el mejoramiento y pavimentación de la vía El Tambo – El motilón en el departamento de Nariño a cargo de la empresa CONSORCIO LONERO 11.

### **Objetivos específicos**

- Llevar una bitácora de obra, en la cual se encuentra registradas las actividades realizadas y decisiones tomadas en la obra.
- Presentar informes de avance de obra semanal y mensual a la entidad contratante.
- Verificar que el personal que va a realizar los trabajos en la obra estén afiliados al sistema de seguridad social y riesgos profesionales.
- Elaboración de actas de inicio, suspensión, modificación y finalización de la obra.
- Llevar un registro fotográfico de las actividades que se van ejecutando en la obra.
- Hacer observaciones claras y a tiempo al contratista sobre irregularidades que se presenten en la obra.
- Llevar un control sobre el estado financiero del contrato.
- Llevar a cabo un control de calidad a los materiales y mezclas utilizadas en obra mediante ensayos de laboratorio.

## 1. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

### 1.1 MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO EXISTENTE

**1.1.1 Determinación de fisuras.** Las fisuras generadas en el pavimento ya existente elaborado en el año 2013 se deben a la ausencia de muros de contención y cunetas en el costado izquierdo de la vía.

En esta fase del proyecto se construyó las obras de drenaje correspondientes para dar solución a este problema y evitar que las grietas existentes incrementen su tamaño y así también impedir que otras aparezcan. (Ver Ilustración 1)



**Ilustración 1. Fisuras pavimento existente.**

La interventoría hizo un recorrido del tramo K4+135 - K8+280, para determinar las zonas afectadas y establecer una posible solución, en este recorrido se encontraron 26 fisuras en la carpeta asfáltica; en la siguiente tabla se muestra las zonas afectadas, el tipo de falla y la longitud de esta. (Ver Tabla 1).

No	ABSCISA		CARRIL	TIPO DE FALLA	LONGITUD
1	K4+902	K4+928	DERECHO	FISURA LONGITUDINAL	26
2	K4+988	K5+010	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	12
3	K5+023	K5+026	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	3
4	K5+032	K5+038	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	6
5	K5+062	K5+087	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	25
6	K5+103	K5+107	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	4
7	K5+127	K5+170	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	33
8	K5+213	K5+224	IZQUIERDO	FISURA DE BORDE	11
9	K5+253	K5+298	IZQUIERDO	FISURA DE BORDE	45
10	K5+404	K5+415	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	11
11	K5+447	K5+454	IZQUIERDO	FISURA DE BORDE	7
12	K5+727	K5+739	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	12
13	K5+840	K5+847	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	7
14	K6+145	K6+150	IZQUIERDO	FISURA DE BORDE	5
15	K6+256	K6+280	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	24
16	K6+418	K6+425	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	7
17	K6+483	K6+492	IZQUIERDO	FISURA MEDIA LUNA	9
18	K6+724	K6+735	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	11
19	K6+784	K6+794	IZQUIERDO	FISURA MEDIA LUNA	10
20	K7+642	K7+653	IZQUIERDO	FISURA MEDIA LUNA	11
21	K7+655	K7+660	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	5
22	K7+704	K7+718	IZQUIERDO	FISURA DE BORDE	14
23	K7+740	K7+747	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	7
24	K7+940	K7+960	EJE	FISURA LONGITUDINAL	20
25	K8+054	K8+062	IZQUIERDO	FISURA LONGITUDINAL	8
26	K8+156	K8+170	IZQUIERDO	FISURA MEDIA LUNA**	14

**Tabla 1. Determinación del tipo de fallas.**

La fisura longitudinal hace referencia a discontinuidades en la carpeta asfáltica en la misma dirección al tránsito.

La fisura de media luna son fisuras de forma parabólica asociadas al movimiento de la banca por lo que usualmente se presentan acompañadas de hundimientos y por lo general se presentan por falta de obras de contención de la banca.

Las fisuras de borde corresponden a fisuras con tendencia longitudinal localizadas cerca del borde la calzada, se presentan usualmente por la ausencia de berma o diferencia de nivel entre la berma y la calzada.

Fue necesario determinar los puntos más críticos para realizar las obras de drenaje, ya que el presupuesto del proyecto no era el suficiente para construir las obras de drenaje correspondientes por todo el costado izquierdo de la vía.

**1.1.2 Muros de contención.** En algunas de las zonas afectadas se determinó que la solución más eficiente es la construcción de muros de contención cuya función es reducir el empuje horizontal, ya que puede haber un desplazamiento de tierra y la banca puede verse afectada.

En la abscisa k5+123 a la k5+170, se presentó una fisura longitudinal de 33 metros, la interventoría determinó que la mejor solución era construir un muro de contención, debido a que la calzada estaba demasiado cerca al borde del talud. Además, en temporada de lluvias se presentó una infiltración de agua por la fisura lo que generó que la banca se desestabilizara, por lo anterior, se solicitó que se hiciera un muro de contención de longitud de 12 metros y una altura de 3 metros, Dentro del muro se pusieron lagrimales que permitan el paso del agua del terreno hacia la parte externa del muro, además se construye un filtro que permita la evacuación fácil de aguas subterráneas que puedan perjudicar al mismo o a la vía. (Ver Ilustración 2). K5+125/170 CARRIL IZQUIERDO L = 33 ml.



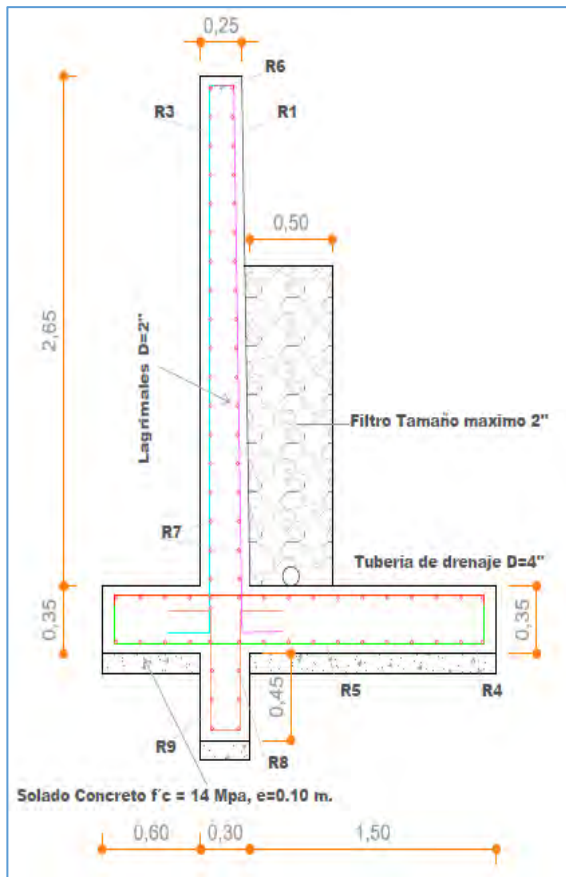
**Ilustración 2. Pérdida de banca.**

- Muro tipo 2: H= 2m, L=12 ml, abscisa K5+170 costado izquierdo.
- Muro: H= 2 m, L=20 ml, abscisa K6+340 costado izquierdo.
- Muro: H= 2 m, L=10 ml, abscisa K6+760 costado izquierdo.

Se utilizaron dos tipos de muro, el Tipo 1 que es un muro de contención que tiene talón y puntera, además incluye un filtro para el drenaje de aguas, el muro tipo 2 es un muro estilo bordillo. (Ver Gráfico 3).

## Diseño de muros de contención:

### MURO TIPO 1



### MURO TIPO 2

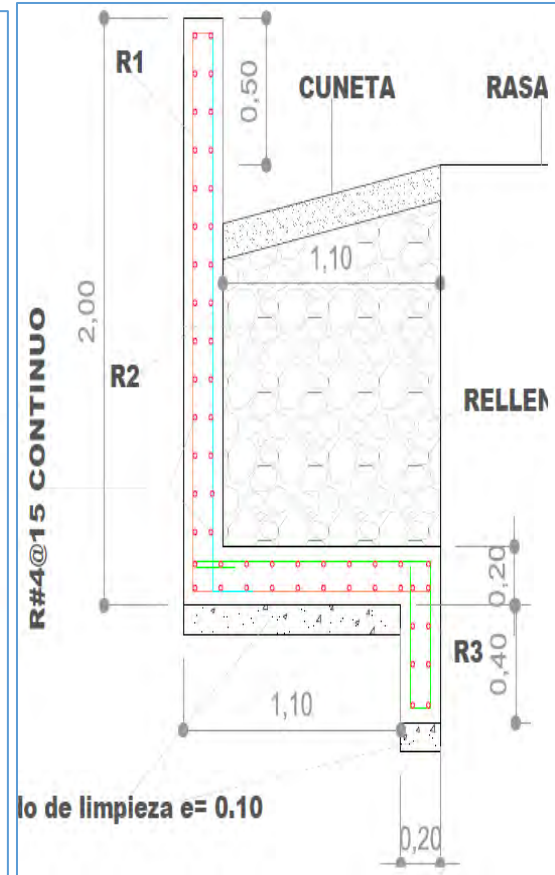


Gráfico 3. Diseños de muros de contención.

### Proceso constructivo:

- Lo primero a realizar es la localización de los muros.
- Posteriormente se procedió cortar el pavimento flexible ya existente de acuerdo con la longitud del muro.
- Se continuó a realizar la excavación teniendo en cuenta que se debe dejar espacio para formatear el cuerpo del muro, se realiza según las dimensiones establecidas anteriormente, esta excavación se realizó de forma manual. (Ver Ilustración 3)

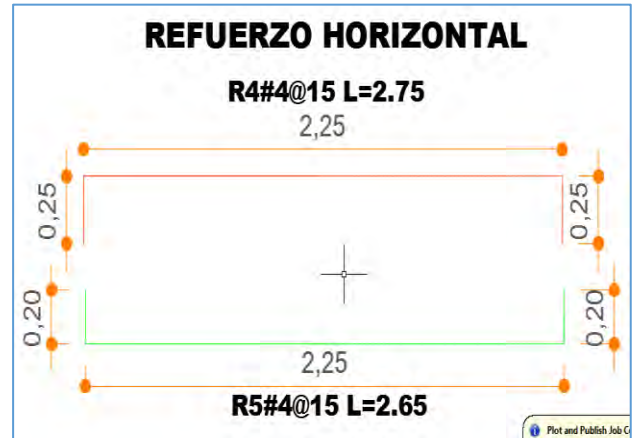
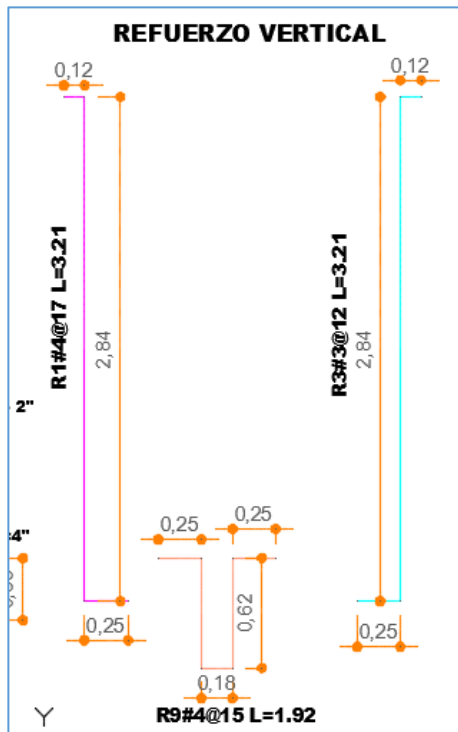


**Ilustración 3. Excavación manual para muros.**

Se humedeció el terreno y se procedió a realizar el solado de limpieza con un espesor de 0,10 metros y utilizando una mezcla  $f'c= 14\text{Mp}$ .

Se continuó con instalación del refuerzo que se realizó con varillas horizontales y verticales amarradas con alambre de amarre, siguiendo el diseño preestablecido. (Ver Gráfico 4).

## MUROS TIPO 1.



**Gráfico 4. Refuerzo muro de contención tipo 1.**

Para el muro de contención tipo 1 para refuerzo vertical se utilizó varillas número 3 cada 12 cm y varillas número 4 cada 17 cm, ambas con una longitud total de 3,21 metros. Para el refuerzo horizontal se utilizaron varillas número 4 cada 15 cm con una longitud total de 2,75 metros. (Ver Gráfico 5)



## REFUERZO MUROS TIPO 2.

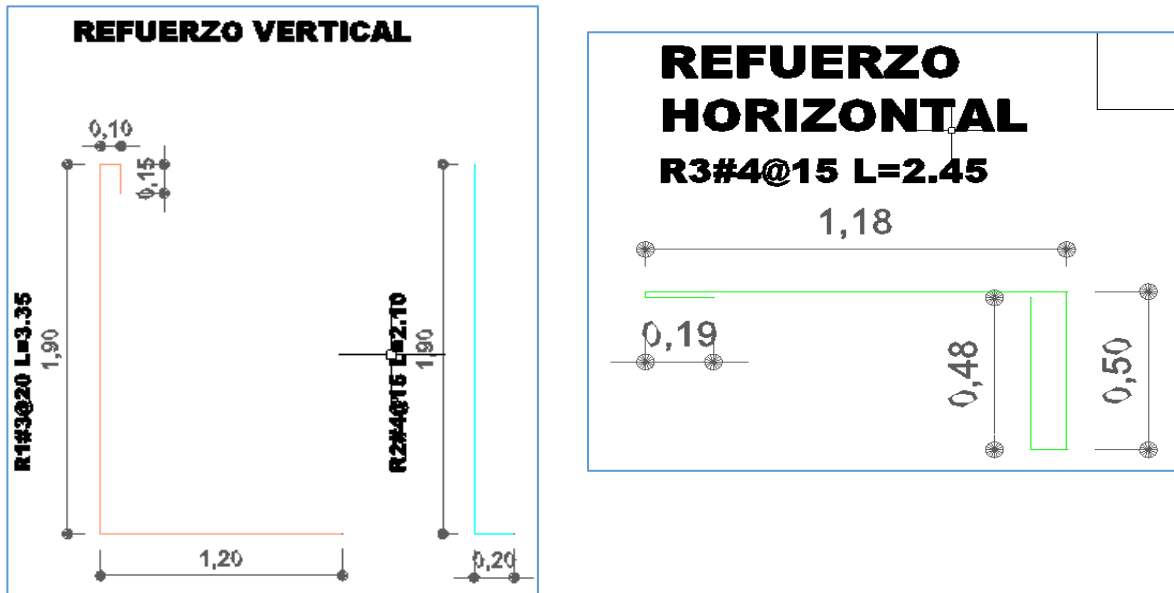


Grafico 5. Refuerzo muro de contención tipo 2

Para los muros de contención tipo 2 para refuerzo vertical se utilizó varillas número 3 cada 20 cm con una longitud total de 3,35 metros y varillas número 4 cada 16 cm con una longitud total de 2,10 metros. Para el refuerzo horizontal se utilizaron varillas número 4 cada 15 cm con una longitud total de 2,45 metros. (Ver Ilustración 4).



Ilustración 4. Instalación de acero de refuerzo para muros.

El siguiente paso fue formaletear el cuerpo del muro, la formaleta que se utilizó fue de madera la cual recubrió con aceite quemado para que en el momento de retirarla no se pegue, en esta actividad se verificó que la formaleta instalada cumpla con las dimensiones y espesores ya establecidos en el diseño.

Posteriormente, se continuó con la fundición de la zarpa y luego del cuerpo del muro, que según lo establecido se hace con un concreto cuya resistencia es de 24 Mpa correspondientes a 4000 PSI, para esta actividad se exigió que se utilizara el vibrador de punta para que esta se distribuya de manera uniforme en toda la superficie confinada y evitara agujeros por donde pueda haber infiltración de agua, se utilizaron mezcladores de concreto convencionales.

En el muro de contención ubicado K5+125/170, se disponen lagrimales que permitan el paso del agua del terreno hacia la parte externa del muro, además se construyó un filtro que permita la evacuación fácil de aguas subterráneas que puedan perjudicar al mismo o a la vía. (Ver Ilustración 5).



**Ilustración 5. Actividades de instalación de formaleta y fundición de zarpa de muros de contención**

Se procede a retirar la formaleta después de 24 horas de haber realizado la fundición.

Para el caso del muro de contención se continua con el filtro cuyas dimensiones son de 0,5 metros de ancho por 1,6 metros de alto, para este se utiliza un material filtrante de grava limpia de tamaño máximo de 2”.

Finalmente, se continuó con el relleno del muro con material seleccionado, cuya compactación fue realizada con saltarín cada 15 cm de espesor. (Ver Ilustración 6).



**Ilustración 6. Relleno y compactación de muros de contención.**

Una de las funciones como auxiliar de interventoría fue llevar un control adecuado acerca de la calidad y ejecución de las actividades ejecutadas en la obra, este objetivo se ha cumplido a cabalidad mediante la elaboración de cilindros para el control de la resistencia de la mezcla de concreto utilizada en la elaboración de los muros, estos cilindros fueron tomados cada día que se realizó la fundición, también se elaboraron ensayos a los agregados utilizados en la mezcla. (Ver Ilustración 7)

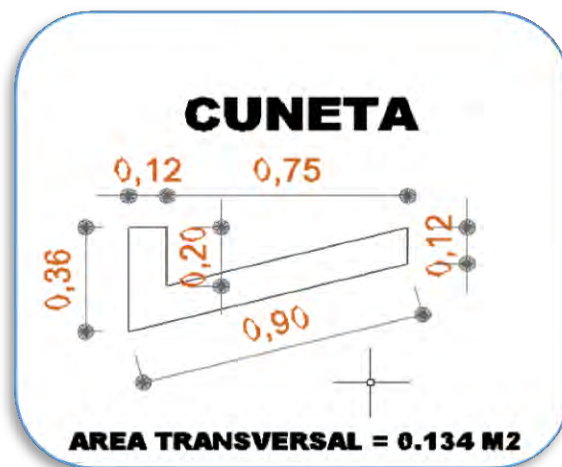


**Ilustración 7. Toma de muestras de agregados y mezcla de concreto de muros.**

**1.1.3 Cunetas.** Las cunetas son elementos de drenaje superficial, se sitúan en el extremo de la calzada, la función principal de estas es recibir y canalizar las aguas pluviales procedentes de la propia calzada, estas aguas son evacuadas a través del bombeo, otra de las funciones importantes de las cunetas es evitar las infiltraciones que produzcan daños al pavimento.

Como se ha mencionado anteriormente, la primera fase de este proyecto se encarga de hacer un mejoramiento a un pavimento ya existente cuya principal problemática son las fisuras por falta de elementos de drenaje en el costado izquierdo, es por esta razón la interventoría determinó que se debían hacer cunetas en las zonas más críticas donde se estaban presentando infiltraciones de agua y podían generar problemas de mayor magnitud. (Ver Gráfico 6)

**Diseño de cuneta:**



**Gráfico 6. Diseño de cuneta.**

En total se realizaron 1922 metros lineales de cunetas por el costado izquierdo en el tramo ya existente.

En la siguiente tabla, se muestran las abscisas donde se realizaron las cunetas, y la longitud del tramo. (Ver Tabla 2).

<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>LONGITUD (ML)</b>
K5+055	K5+125	70
K5+125	K5+160	35
K5+160	K5+175	15
K5+210	K5+273	63
K5+273	K5+310	37
K5+350	K5+402	52
K5+402	K5+466	64
K5+466	K5+550	84
K5+600	K5+630	30
K5+630	K5+650	20
K5+650	K5+809	159
K5+940	K5+985	45
K6+110	K6+150	40
K6+230	K6+255	25
K6+295	K6+365	70
K5+365	K5+430	65
K6+480	K6+550	70
K6+570	K6+640	70
K6+720	K6+780	60
K6+780	K6+909	129
K6+909	K6+980	71
K7+050	K7+130	80
K7+185	K7+225	40
K7+225	K7+290	65
K7+385	K7+420	35
K7+478	K7+534	56
K7+534	K7+680	46
K7+680	K7+708	20
K7+788	K7+820	42
K7+845	K7+878	33
K7+878	K7+884	16
K8+000	K8+010	10
K8+040	K8+062	22
K8+062	K8+105	43
K8+145	K8+210	65
K8+210	K8+285	75
<b>TOTAL</b>		<b>1922</b>

**Tabla 2. Cunetas**

**Proceso constructivo:** se cortó de pavimento flexible ya existente de acuerdo con la longitud de los tramos donde se van a realizar las cunetas. (Ver Ilustración 8)



**Ilustración 8. Corte de pavimento flexible.**

Excavación manual de acuerdo con las secciones establecidas de la cuneta.

Se procedió a instalar la formaleta de la cuneta, se debió tener en cuenta que estas se hicieron en forma de ajedrez, es decir intercaladas y se utilizó una formaleta de madera la cual se recubrió de aceite quemado para que en el momento de retirarla no se pegue, en esta actividad se verificó que la formaleta instalada cumpla con las dimensiones y espesores ya establecidos en el diseño. (Ver Ilustración 9)



**Ilustración 9. Instalación de formaleta para cunetas.**

Se retira cualquier materia extraña o suelta que se encuentre sobre la superficie donde se va a construir la cuneta, se procede a humedecerla.

Se colocó el concreto comenzando desde por el extremo inferior de la cuneta avanzando en forma ascendente y verificando que el espesor sea el correspondiente. Para esta actividad se utilizó un concreto rígido de 21 Mpa correspondientes a 3000 psi, se utilizaron mezcladoras de concreto convencional.

Una vez empezó a fraguar el concreto se pasó una escoba en forma transversal para dar textura rugosa al concreto.

Después de 24 horas se procedió a retirar la formaleta.

Finalmente, se verificó que el proceso de curado sea el adecuado con el fin de evitar que aparezcan fisuras en el concreto. (Ver Ilustración 10)



**Ilustración 10. Proceso de curado de cunetas.**

Una función importante de la interventoría es llevar un control de todas las actividades ejecutadas en la obra, para esta actividad se verificó espesores de la cuneta que corresponden a 12 cm, y se tomaron muestras de la mezcla de concreto para llevar un control de la resistencia de esta y también se supervisó que el proceso de curado se haga adecuadamente ya que por el estado del tiempo las placas estaban muy propensas a fisurarse, también hubo una supervisión visual donde diariamente se rectificaba que ninguna placa presente fisuras ni orificios que se conoce como hormigueros por donde pueda haber filtraciones de agua y den mala apariencia, además se verificó que la cuneta cumpla con su función principal, es decir, que el drenaje sea efectivo, que el agua evacúe adecuadamente. (Ver Ilustración 11)



**Ilustración 11. Control de espesor de cunetas y cilindros de mezcla de concreto.**

Una vez terminadas todas las actividades de construcción de obras de drenaje, muros de contención, y cunetas, se hizo un aseo general a la vía donde retiraron todos los materiales excavados, escombros, sobrantes de agregados, remover manchas en el pavimento, además en algunas zonas donde se intervino se vieron afectados algunos cercos los cuales fueron reparados al finalizar las actividades, así queda restaurado en forma aceptable para toda la propiedad pública o privada que pudo verse afectada en la ejecución de estas actividades.

Al finalizar el aseo general de la vía, termina en su totalidad la fase I del proyecto, se hizo una entrega parcial de esta fase.

## **1.2 PAVIMENTACIÓN 850 METROS**

Se da inicio a la fase II del proyecto, que consiste en la pavimentación de 850 metros lineales, que corresponde de abscisa k8+285 hasta k9+135, en este tramo también se construyó todas las obras de drenaje como alcantarillas, muros, filtros por el costado derecho, y cunetas.

**1.2.1 Localización y replanteo.** Para esta actividad se utilizó el equipo de topografía de la empresa contratista de obra y también del interventor, se estableció los ejes de la vía, cortes de taludes, terraplenes según sea el ancho de



la calzada, también se estableció las cotas de cada una de las capas de la estructura del pavimento, además el equipo de topografía de interventoría hizo periódicamente los chequeos o revisiones necesarias que determinen el control sobre las estructuras y labores que se desarrollaron por el contratista en esta etapa, para esta actividad se utilizaron equipos de topografía (estación total, nivel de precisión, jalones) y materiales como estacas, puntillas, y pintura. (Ver Ilustración 12)



**Ilustración 12. Comisión de topografía para actividad de localización y replanteo**

**1.2.2 Localización de alcantarillas.** Por medio de una comisión de topografía, se realizó la localización de cada una de las alcantarillas, para esto inicialmente se hizo un reconocimiento del lugar, posteriormente, se ubicaron los puntos más bajos que es donde fue ubicada la alcantarilla, niveles, ángulos, cotas, cotas de excavación y la longitud de la tubería que va de acuerdo con el ancho de carretera, posteriormente, se determinó cual será el descole de estas, es importante que este no afecte cultivos, ni caminos veredales, ni generen socavaciones que traigan consigo problemas de estabilidad. (Ver Ilustración 13)



**Ilustración 13. Localización de alcantarillas.**

**1.2.3 Movimiento de tierras.** Uno de los pasos fundamentales para poder dar inicio al proyecto es la explanación la cual se encarga de ajustar el terreno a las dimensiones adecuadas, para poder cumplir con el ancho de la calzada establecido en los diseños, fue necesario cortar algunos taludes, estos se realizaron de acuerdo con la cartera de topografía entregada por el contratista, previamente revisada y aceptada por la comisión de topografía de interventoría, para esta actividad se tuvo en cuenta los procesos de excavación, cargue, acarreo, descargue, y extendido del material natural, además, se hizo un control sobre la inclinación de taludes para evitar posibles deslizamientos. (Ver Gráfico 7).

**Herramienta utilizada:**

Retroexcavadora Caterpillar:

- Modelo : 315 C
- POTENCIA BRUTA : 115 HP 86 kw
- rotación 42.980 N.m 31.700 lb-pie

Velocidad de rotación 10,2 RPM 10,2 RPM:

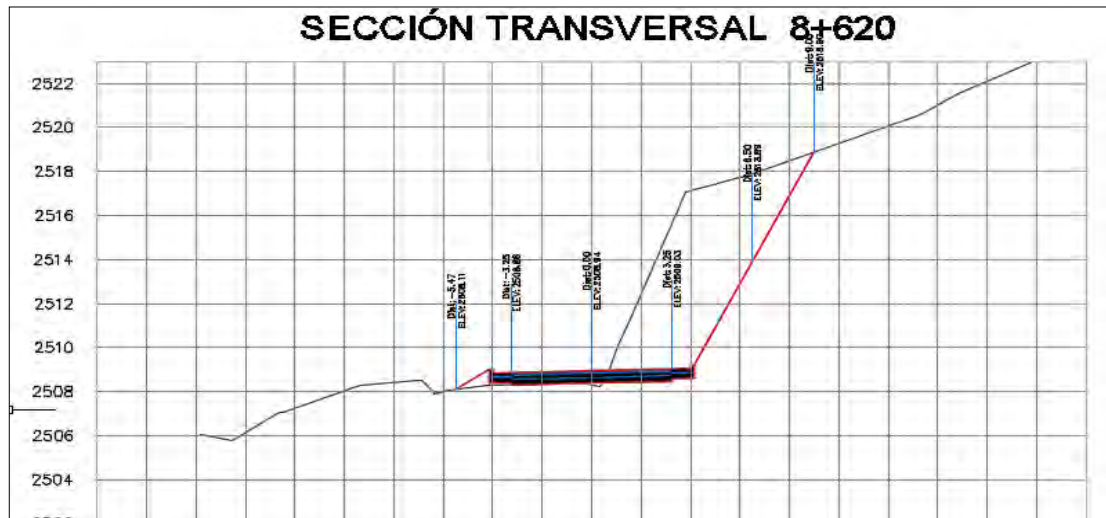


Gráfico 7. Sección.



Ilustración 14. Corte y verificación de la inclinación de taludes.

Se contó con una zona de disposición de materiales de excavación (ZODME), ubicada en el K11+200, al costado izquierdo a tres kilómetros de la zona del proyecto, el material desalojado del corte de taludes fue transportado en volquetas de capacidad 14 m<sup>3</sup> hacia el ZODME, posteriormente se conformó y emhradizó. (Ver Ilustración 15).



**Ilustración 15. Conformación de la zona de depósito (ZODME).**

**1.2.4 Alcantarillas.** Se hizo necesario la construcción de ocho alcantarillas ubicadas en las siguientes abscisas:

- K8+296
- K8+402
- K8+494.79
- K8+599.5
- K8+717
- K8+770
- K8+906.9
- K9+042.9

Una vez establecida la localización de cada una de las alcantarillas se inició el proceso constructivo de estas.

**Proceso constructivo:** el primer paso fue la excavación de la caja de la alcantarilla por el costado derecho de la vía y la excavación de las aletas al costado izquierdo, se hizo teniendo en cuenta las cotas de excavación y el diseño con las dimensiones establecidas, para esta actividad se utilizó un retrocargador y volquetas con capacidad de 14 m<sup>3</sup> para el desalojo del material natural que posteriormente fue llevado a la zona de depósito. (Ver Ilustración 16)



**Ilustración 16. Excavación de alcantarillas**

Posteriormente, se humedeció el terreno y se continuó con la construcción del solado de limpieza que se hizo con una mezcla de  $f'c= 14\text{Mp}$  y con un espesor de 0,10 metros. El siguiente paso fue la instalación de la tubería la cual fue previamente elaborada en concreto reforzado de 28 Mpa correspondientes a 4000 PSI con diámetro de 36 pulgadas, para cada tubo se utilizaron 18 kilogramos de hierro en varillas número 3, colocadas de forma vertical y horizontal formando una malla, el espesor de la pared del tubo fue de 10 cm y una longitud de 1 metro, para la elaboración de esta tubería se hizo un control de la calidad del concreto mediante la toma de cilindros de la mezcla utilizada, además se verificó el espesor, longitud y diámetro de la tubería. (Ver Ilustración 17)



**Ilustración 17. Control de espesor y diámetro de tubería en concreto reforzado para alcantarillas.**

En cada alcantarilla se utilizaron en promedio 7 tubos, dependiendo del ancho de la vía en donde se encontraba ubicada, para la instalación fue necesario un retrocargador que transportó la tubería desde el lugar de fabricación hasta la alcantarilla, antes de la instalación los tubos fueron limpiados cuidadosamente de lodos y otras materias extrañas y se verificó que los tubos no presenten grietas o imperfectos tales como hormigueros, textura abierta o extremos deteriorados. (Ver Ilustración 18)



**Ilustración 18. Instalación de tubería en concreto reforzado en alcantarillas.**

El siguiente paso fue el atraque de la tubería esto se hizo con piedra y mezcla, y su principal función es evitar que la tubería sufra un colapso ante el súbito cambio dirección.

Posteriormente, se hizo el sello de las juntas de la tubería, estas deben quedar herméticas e impermeables, para esto se utilizó un mortero. (Ver Ilustración 19)



**Ilustración 19. Atraque y sello de juntas de la tubería de alcantarillas.**

El siguiente paso fue instalar la formaleta para la caja y las aletas de la alcantarilla de acuerdo con las dimensiones del diseño establecido, y ensamblando en la tubería de concreto reforzado de manera adecuada, la formaleta que se utilizó fue de madera la cual recubrió de aceite quemado, como se ha dicho anteriormente para que en el momento de retirarla no se pegue. (Ver Ilustración 20).



**Ilustración 20. Instalación de formaleta para cajas y aletas de las alcantarillas.**

Se continuó la fundición en concreto de 28 Mpa correspondiente a 4000 PSI, el cual se realizó con mezcladoras convencionales, al igual que en las anteriores actividades se realizó un control de la mezcla utilizada mediante la toma de cilindros cada día de fundición, también se controló el tiempo de mezcla ya que es de mucha importancia para que se pueda cumplir con la resistencia requerida, y se verificó que las dimensiones cumplan con las establecidas.

Después de 24 horas se retiró la formaleta.

Posteriormente, se continuó con la solera o losa de piso en la parte de atrás de las aletas de la alcantarilla, esta se hizo con el fin de evitar que el terreno se socave por las aguas recogidas y también que sirva como conexión para los disipadores o canaletas según sea el caso, esta tiene un espesor de 20 cm, y está hecha en un concreto de 21 Mpa correspondientes a 3000 PSI. (Ver Ilustración 21).



**Ilustración 21. Fundición de caja y solera de alcantarillas.**

Después de haber retirado la formaleta de la caja, las aletas y solera de las alcantarillas se procedió con el relleno, inicialmente se hizo con el mismo material proveniente de las excavaciones mientras se daba inicio a las actividades de mejoramiento de sub-rasante, sub-base y base, este relleno se conformó simultáneamente a ambos lados de la tubería, de tal manera que no se produzca desequilibrio en las presiones laterales, el relleno se compactó cada 15 cm y fue con saltarín.

**1.2.5 Disipadores.** Cuando el agua corre por la alcantarilla y la descarga contiene gran cantidad de energía y mucho poder destructivo debido a las altas presiones y velocidades, ya que pueden causar erosión en el terreno, o en las estructuras mismas de conducción, poniendo en peligro la estabilidad de las



estructuras hidráulicas, por lo tanto, para protegerlas y además proteger los descoles de las alcantarillas se determinó colocar disipadores de energía.

Se construyeron ocho disipadores de energía en escalones, ya que estos disipan la energía por medio de impacto e incorporación de aire al agua, por lo tanto, ofrece una buena solución al problema. (Ver Tabla 3).

ABSCISA	LADO	LONGITUD (ml)
K8+295	IZQ	4
K8+402	IZQ	5
K8+490	IZQ	8
K8+603	IZQ	5
K8+735.5	IZQ	4
K8+812	IZQ	3
K8+899	IZQ	8
K9+043	IZQ	20

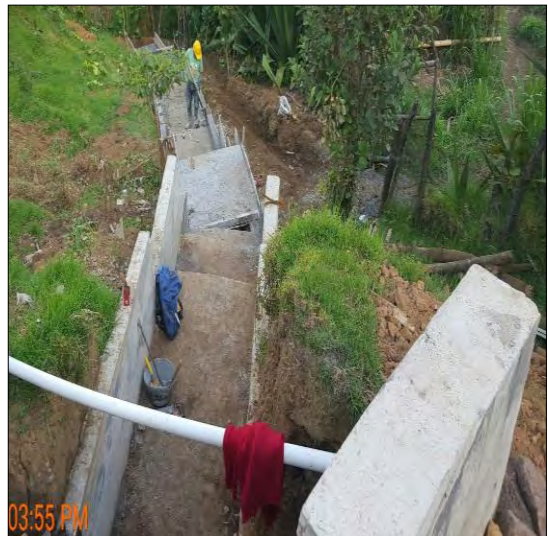
**Tabla 3. Lista de disipadores**

**Proceso constructivo:**

- Previamente localizada la zona donde se construirá el disipador, se procedió con la excavación manual, se hizo dependiendo de la longitud, el ancho de cada disipador.
- Se procedió a montar y alinear adecuadamente la formaleta de madera de acuerdo con los diseños geométricos establecidos para cada uno de los disipadores de energía.
- Una vez instalada la formaleta se continuó con la fundición del disipador, para esto se utilizó una mezcla de 21 Mpa correspondiente a 3000 PSI, se inició fundiendo la muela del disipador, seguido por la losa y por último los bordillos, para esta actividad se utilizaron mezcladoras de concreto convencionales, vibro y herramienta menor. (Ver Ilustración 22).



Para esta actividad la interventoría hizo un control sobre mezcla de concreto utilizada mediante la toma de cilindros y se comprobó mediante el fallo de estos que se cumpla con la resistencia requerida, también se verificó que las medidas de cada uno de los disipadores cumplan con el diseño establecido. (Ver Ilustración 23).



**Ilustración 23. Disipador.**

**1.2.6 Filtros.** El filtro francés es un sistema tradicional de drenaje que se encarga de recoger agua en exceso y evacuarla, consiste en la combinación de agregados pétreos como gravas y bolos envueltos en un geotextil no tejido, que actúa como elemento filtrante permitiendo el paso de agua y además reteniendo los finos, el material granular y la tubería se encargan de la evacuación del agua. Para este proyecto se construyó filtros por todo el costado derecho de la vía y se estableció que sus dimensiones fueran 0.80 m de altura y 0.60 m de ancho.

**Proceso:**

- Se inició con la excavación manual de una zanja de acuerdo con las dimensiones establecidas de 0.80 m de altura y 0.60 m de ancho.
- Se procedió a colocar el geotextil NT-1800.
- Se continuó con el relleno en material filtrante que se colocó en el corazón del filtro, libre de finos, en ningún caso se aceptó el relleno con materiales contaminantes.
- Finalmente, se cerró el filtro con ayuda de una aguja y manila convencional.

Como en todas las actividades ejecutadas en la obra, se hizo un control sobre la ejecución de todos los pasos que se llevaron a cabo y también se hicieron los respectivos ensayos de laboratorio al material filtrante. (Ver Ilustración 24).



**Ilustración 24. Actividades para construcción de filtros.**

**1.2.7 Mejoramiento de sub rasante.** Al realizar las excavaciones en algunas de las alcantarillas, se evidencio la presencia de material orgánico que no ofrece una buena superficie de apoyo a la estructura del pavimento y que puede generar

fallos en las capas superiores, razón por lo cual la Interventoría determino que lo más conveniente era realizar ensayos de CBR en el lado izquierdo de la calzada cada 100 m con el fin de determinar la capacidad portante del suelo así poder tomar la mejor decisión para poder garantizar la estabilidad del pavimento.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos de CBR se evidencia que en algunas partes el material de sub-rasante no es el adecuado, por tanto, la interventoría toma la decisión de remover este material a una profundidad establecida para cada tramo y remplazarlo con un material de mejores características, este material fue previamente analizado mediante ensayos de laboratorio y posteriormente aceptado por la interventoría.

Se realizaron apiques cada 100 metros en las siguientes abscisas:

- K8+300
- K8+410
- K8+510
- K8+610
- K8+730
- K8+820
- K8+910
- K9+050

Se hizo una caracterización del material de mejoramiento, mediante el proctor modificado, granulometría, equivalente de arena, y resistencia al desgaste, y de acuerdo con los resultados obtenidos se aprobó el material. (Ver Ilustración 25)



**Ilustración 25. Toma de muestras para ensayo CBR.**

### Proceso constructivo:

El primer paso fue determinar según los resultados de los ensayos de CBR en qué tramo es necesario hacer mejoramiento y también establecer profundidad y posteriormente, identificado el tramo, se procedió hacer el cajeo que consiste en remover todo el material de malas condiciones, en esta actividad se hizo un estricte de las dimensiones, las cuales varían según el terreno encontrado. Esta actividad fue hecha con una retroexcavadora Caterpillar, el material extraído fue cargado en volquetas de capacidad 14 m3 y llevado a la zona de depósito.

Se extendió el material de mejoramiento, para lo que se empleó una motoniveladora Caterpillar 120G y se compactó con un vibro compactador Bitelli BORA 80C, para la compactación fue necesario hacer un control sobre la humedad del material de mejoramiento.

Finalmente, se niveló toda la calzada de los 850 metros a pavimentar. (Ver Ilustración 1).



**Ilustración 26. Actividades de mejoramiento de subrasante.**

Para finalizar y poder dar la aprobación de esta actividad la interventoría realizó un control mediante el ensayo en campo PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO MÉTODO DEL CONO DE ARENA norma I.N.V.E-161, que según lo indicado en la norma para un material de mejoramiento debe corresponder al 95% del proctor modificado. (Ver Tabla 4)

DENSIDAD EN EL TERRENO CONO DE ARENA				
<b>MATERIAL:</b> (Descripción)	RECEBO CANTERA BRICEÑO ALTO			
<b>ACTIVIDAD:</b>	CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE			
FECHA	ABSCISA	COSTADO	% DE COMPACTACIÓN TERRENO	% ESPECIFICADO
25/05/2016	K8+300	IZQ	104,68	95
25/05/2016	K8+358	DER	95,25	95
25/05/2016	K8+410	IZQ	93,95	95
25/05/2016	K8+460	IZQ	94,80	95
25/05/2016	K8+490	DER	94,49	95
25/05/2016	K8+560	DER	94,74	95
26/05/2016	K8+603	IZQ	98,20	95
26/05/2016	K8+640	DER	101,96	95
26/05/2016	K8+670	IZQ	98,47	95
26/05/2016	K8+737	DER	90,07	95
26/05/2016	K8+812	IZQ	96,89	95
01/06/2106	K8+900	IZQ	99,01	95
01/06/2106	K8+960	IZQ	99,66	95
01/06/2106	K8+990	DER	98,13	95
01/06/2106	K9+040	IZQ	97,23	95
01/06/2106	K9+080	DER	97,71	95
01/06/2106	K9+130	DER	96,08	95

**Tabla 4. Densidades de subrasante.**

**1.2.8 Sub base granular.** Una vez finalizada y aprobada la anterior actividad, se procedió a extender la primera capa de la estructura del pavimento, la capa de sub-base granular 320-13 INVIAS SUB-BASE GRANULAR, con CBR entre 20-30 %, esta es de vital importancia ya que bien diseñada impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y, por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen.

Al material seleccionado y aceptado por la interventoría se realizaron de estudios de sus características mediante el proctor modificado, granulometría, equivalente de arena, límites y resistencia al desgaste

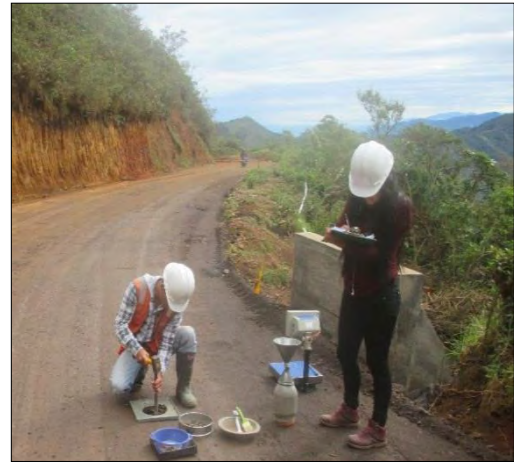
### Proceso:

- La comisión de topografía se encargó de ubicar las estacas indicando el espesor de la capa que es de 25 cm de acuerdo con lo establecido anteriormente.
- El material es transportado desde la cantera LA VICTORIA a 29 km del proyecto en volquetas de capacidad 14 m<sup>3</sup>.
- Se continuó con la extensión del material, para esto se utilizó una motoniveladora que se encarga de nivelar y ceréar. Se procedió con la compactación del material donde se humedeció el material hasta su humedad óptima y luego se lo compactó mediante el paso de vibro-compactador de rodillo liso, esto se hizo en capas de 15 cm y 10 cm para poder llegar al espesor establecido. (Ver Ilustración 27)



**Ilustración 27. Actividades sub-base granular.**

Se controló esta actividad mediante la inspección visual y la toma de densidades finales en el tramo aproximadamente cada 50 m norma I.N.V. E – 161 – 07 DENSIDAD O MASA UNITARIA DEL SUELO EN EL TERRENO- MÉTODO DEL CONO DE ARENA, hubo algunos lugares donde el porcentaje de compactación no cumplió inicialmente con el valor establecido en la especificación, por tanto se ordenó humectar nuevamente y recompactar hasta llegar al valor requerido, además al finalizar esta actividad el equipo de topografía de interventoría verifico que el espesor de la capa sea el establecido. (Ver Ilustración 28)



**Ilustración 28. Compactación y toma de densidades sub-base granular.**

<b>DENSIDADES</b>				
<b>MATERIAL:</b> (Descripción)		CANTERA LA VICTORIA		
<b>ACTIVIDAD:</b>		SUB BASE GRANULAR		
FECHA	ABSCISA	COSTADO	% DE COMPACTACIÓN TERRENO	% ESPECIFICADO
20/06/2016	K8+310	IZQ	95,69	95
20/06/2016	K8+360	DER	95,86	95
20/06/2016	K8+410	IZQ	96,16	95
20/06/2016	K8+460	DER	99,58	95
20/06/2016	K8+515	IZQ	96,53	95
20/06/2016	K8+570	DER	101,18	95
20/06/2016	K8+615	IZQ	98,10	95
20/06/2016	K8+640	IZQ	96,10	95
20/06/2016	K8+700	IZQ	95,77	95
20/06/2016	K8+750	DER	95,45	95
01/07/2016	K8+800	IZQ	99,40	95
01/07/2016	K8+850	DER	95,39	95
01/07/2016	K8+900	EJE	95,59	95
01/07/2016	K8+950	IZQ	97,51	95
01/07/2016	K9+000	DER	95,00	95
01/07/2016	K9+050	IZQ	96,90	95
01/07/2016	K9+100	DER	98,38	95
01/07/2016	K9+135	IZQ	97,81	95

**Tabla 5. Densidades sub- base granular.**



**1.2.9 Base granular.** Se continuó con la segunda capa de la estructura del pavimento la sub base granular norma art. 330-13 INVIAS, al igual que a la sub-rasante granular se hizo una caracterización del material, mediante el proctor modificado, granulometría, equivalente de arena y resistencia al desgaste

**Proceso:**

- La comisión de topografía ubicó las estacas indicando el espesor de la capa que es de 20 cm de acuerdo con establecido anteriormente.
- El material fue transportado desde la cantera LA VICTORIA en volquetas de capacidad 14 m<sup>3</sup>.
- Se continuó con la extensión del material para esto se empleó una motoniveladora que se encargó de nivelar y cerear.
- Se procedió con la compactación del material donde se lo humedeció hasta su humedad óptima y luego se compactó mediante el paso de vibro-compactador de rodillo liso.

Para esta actividad se llevó a cabo un control bajo la inspección visual en campo que facilita determinar los lugares de fallo donde se retira el material se lo humedece y se vuelve a conformar hasta los niveles determinados, además, controló el terminado de la capa mediante el ensayo de la norma I.N.V. E – 161 – 07 DENSIDAD O MASA UNITARIA DEL SUELO EN EL TERRENO- MÉTODO DEL CONO DE ARENA. (Ver Tabla 6)

MATERIAL: CANTERA LA VICTORIA				
(Descripción)				
ACTIVIDAD: SUB BASE GRANULAR				
FECHA	ABSCISA	COSTADO	% DE COMPACTACIÓN TERRENO	% ESPECIFICADO
20/06/2016	K8+300	IZQ	104,68	95
20/06/2016	K8+358	DER	95,25	95
20/06/2016	K8+410	IZQ	96,73	95
20/06/2016	K8+460	DER	94,80	95
20/06/2016	K8+490	IZQ	95,27	95
20/06/2016	K8+560	DER	94,74	95
20/06/2016	K8+603	IZQ	98,20	95
20/06/2016	K8+640	IZQ	101,96	95
20/06/2016	K8+670	IZQ	98,47	95
20/06/2016	K8+737	DER	95,64	95
01/07/2016	K8+812	IZQ	96,89	95
01/07/2016	K8+900	DER	99,01	95
01/07/2016	K8+960	EJE	99,66	95
01/07/2016	K8+990	IZQ	98,13	95
01/07/2016	K9+040	DER	97,23	95
01/07/2016	K9+080	IZQ	97,71	95
01/07/2016	K9+130	DER	96,08	95

**Tabla 6. Densidades base granular.**



**Ilustración 29. Actividades de instalación base granular.**

**1.2.10 Carpeta asfáltica.** Se da inicio a una de las actividades más importantes del contrato y con la que se logró cumplir los objetivos de este, que fue la instalación de la carpeta asfáltica cuyo material utilizado fue un concreto asfáltico MDC-2 mezcla en caliente, el cual fue suministrada por la empresa subcontratada PANAVIAS, a quien también se le contrató la instalación de la misma en su totalidad, y también fueron quienes abastecieron los materiales de mejoramiento de subrasante, sub base y base granular.

Antes de dar inicio a esta actividad se hace un control de las capas granulares que sean uniformes y cumplan con la densidad específica requerida del 95%, es importante también determinar que las condiciones de campo sean las adecuadas, que se cuente con un buen estado del tiempo, es decir que no se presenten lluvias que impidan la instalación de la carpeta asfáltica, además se verificó que el eje esté bien ubicado de forma que la carpeta no se corra hacia ningún lado.

Para la interventoría es importante que la mezcla asfáltica cumpla con todas las especificaciones generales nombradas en el Norma Técnica 450 INVIAS, por lo cual pidió a la empresa sub-contratada PANAVIAS entregar el diseño de la mezcla asfáltica densa en caliente tipo MDC-2, para poder aceptar la mezcla y dar inicio a la actividad.

**Proceso:** se hizo una limpieza a la capa de base granular con el fin de eliminar todo material contaminante y material fino que afectaría la buena calidad de la imprimación que se realizará más adelante. Para esta actividad se empleó con una cuadrilla especial que se encargó de retirar este material con escobas, además se utilizó compresor el cual vertía aire comprimido sobre la capa haciendo que las partículas se dispersen fuera del área a intervenir. (Ver Ilustración 30)



**Ilustración 30. Limpieza de base granular.**

Una vez limpia la base granular, se roció y se imprimó con emulsión suministrada también por la planta de la empresa PANAVIAS, esta actividad se hizo con el fin de ayudar a la unión de las capas estructurales y la carpeta asfáltica, además de conservar la base granular. Para esto se empleó el irrigador manual el cual dispersa, riega y establece la imprimación, esta imprimación se dejó romper en un transcurso de 24 horas para que esta penetre y se consolide. (Ver Ilustración 31)



**Ilustración 31. Riego de imprimación.**

Una vez terminada la actividad de imprimación de manera uniforme evitando zonas de excesos se dispone sobre la superficie una capa delgada de arena con finalidad de proteger la capa imprimación y garantizar mayor durabilidad ya que debe soportar el tráfico diario y también el de las volquetas transportadoras de la mezcla asfáltica. (Ver Ilustración 31)



**Ilustración 32. Extensión de arena para protección de la imprimación.**

Veinticuatro horas después de expuesto el riego de imprimación, dándose tiempo suficiente para que rompa, se dispone del equipo necesario para la instalación de la carpeta asfáltica, para esta actividad se empleó la maquina finisher, esta se debe ajustar el ancho deseado, que para este caso fue de 3,25 m ya que primero se instaló la carpeta en un solo carril, el ancho total de la calzada fue de 6,50 m, para evitar rellenos o correcciones se dejó 5 cm más de cada lado, la mezcla es transportada desde la planta hasta la zona del proyecto por volquetas de capacidad de 14 m<sup>3</sup> después estas se acoplan con la finisher vertiendo la mezcla y esta se encarga de expandirla uniformemente, el espesor de la carpeta asfáltica es de 10 cm, sin compactar debe ser de 12,5 cm, considerando que la expansión del material es del 25% el cual se controló mediante un punzón.

En esta actividad hubo un inconveniente debido a los diferentes paros que se presentaron en el país, el asfalto no pudo llegar al municipio 24 horas después de expuesto el riego de imprimación, por lo tanto, fue necesario repetir esta actividad. (Ver Ilustración 33)



**Ilustración 33. Instalación carpeta asfáltica e=10 cm.**

Después que la maquina finisher extendió la mezcla asfáltica una cuadrilla se encargó de corregir cualquier imperfecto en espesores, también se conformó los bordes y juntas de forma perpendicular, posteriormente se continuó con la compactación para lo cual se empleó el vibro-compactador de rodillo liso, que ayuda a establecer el espesor requerido de la carpeta, este inicia su recorrido de adentro hacia afuera.

Cuando el rodillo liso termina su recorrido se da paso al compactador de llantas, el

cual se encarga de llegar al espesor final de 10 cm y sellar uniformemente la mezcla, para evitar que haya filtraciones de agua que produzcan oxidación, afectando su vida útil. (Ver Ilustración 34)



**Ilustración 34. Compactación de la carpeta asfáltica con vibro de rodillo liso, y compactador de llantas.**

Para esta actividad se llevó un estricto control sobre las temperaturas, donde la temperatura de llegada en promedio fue de 140 °C, la temperatura de compactación fue 120°C, también se tomaron 4 briquetas diarias de la mezcla asfáltica con el fin hacer ensayos para confirmar los resultados del diseño entregado por la empresa sub contratada PANAVIAS y así poder garantizar la mezcla. (Ver Ilustración 35).



**Ilustración 35. Control de temperatura a la mezcla asfáltica y toma de briquetas.**

**1.2.11 Imprevistos.** Durante el desarrollo del proyecto hubieron una serie de imprevistos, uno de estos fue un deslizamiento de gran magnitud en la abscisa k6+660 a la k6+680 por la fuerte temporada de lluvias, haciendo que la obra se retrasará y además se recortó el presupuesto del contrato ya que no se esperaba que esto suceda, el deslizamiento tuvo una magnitud de 2128 m<sup>3</sup> los cuales fueron desalojados mediante una retroexcavadora, cargados en volquetas de capacidad de 14 m<sup>3</sup> y posteriormente llevados a la zona de depósito del proyecto ZODME, ante este imprevisto se actuó rápidamente ya que era necesario dar paso al público lo más rápido posible. Otro imprevisto que hubo en la ejecución del proyecto fue que al hacer los cajeros para el mejoramiento de la subrasante se encontró un acueducto veredal que impedía el desarrollo de esta actividad, para evitar que la población se vea afectada por los continuos daños a la tubería se tomó la decisión de remplazar y reubicarla por el costado izquierdo de la vía, esta decisión se tomó junto al alcalde del municipio y a los usuarios del acueducto, esto se hizo en los 850 ml a intervenir y se realizó con una tubería PVC de 2". (Ver Ilustración 36)



**Ilustración 36. Desalojo de derrumbe e instalación de tubería PVC 2".**

**1.2.12 Muros y cunetas.** La fase II del proyecto consta de la instalación de las diferentes capas de la estructura del pavimento y también de la construcción de obras de drenaje como muros de contención y cunetas con el fin de evitar los daños a la estructura, se construyó cunetas en todo el costado derecho de la vía pero debido al presupuesto del contrato no fue posible la construcción por todo el costado izquierdo, más sin embargo se hicieron en las partes más críticas así como también los muros de contención. El diseño, y el proceso constructivo tanto de muros de contención como de cunetas fueron realizados de la misma manera que en la fase I del contrato, descrito en el presente informe en los ítems 5.1.2. y 5.1.3 con la única diferencia que para la actividad de fundición se utilizó una mixer con capacidad de 2 m<sup>3</sup> para mayor rendimiento, al igual que en todas las actividades se realizó control visual, de la mezcla utilizada, y del proceso de curado de las estructuras. Muros de contención por el costado izquierdo. (Ver Tabla 7)

- K8+820/840
- K8+940/960
- K8+340/360
- K8+635/664
- K9+927/932

ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	MARGEN	LONGITUD
K8+285	K8+402	Der	117
K8+402	K8+490	Der	88
K8+490	K8+603	Der	113
K8+603	K8+735.5	Der	132,5
K8+735.5	K8+812	Der	76,5
K8+812	K8+899	Der	87
K8+899	K9+043	Der	144
K9+043	K9+135	Der	92
K8+285	K8+402	Izq.	117
K8+530	K8+603	Izq.	73
K8+603	K8+735.5	Izq.	132,5
K8+812	K8+899	Izq.	87
K8+930	K9+043	Izq.	113
K9+043	K9+090	Izq.	47
<b>TOTAL</b>			<b>1419,5</b>

**Tabla 7. Cunetas fase II**





**Ilustración 37. Fundición de cunetas y muros fase II.**

## **2. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS**

### **BITÁCORA DE OBRA**

Mediante este documento técnico se pudo llevar un control diario de las todas las actividades realizadas en la obra, así como también decisiones importantes, imprevistos y algunas observaciones por parte de la interventoría al contratista sobre los procesos de ejecución, este documento se llevó conjunto a la empresa contratista, de tal manera que ambas partes podían hacer una anotación, se firmó diariamente por el ingeniero residente de obra, ingeniero residente de interventoría e ingeniera auxiliar de interventoría.

Era de gran importancia anotar cada una de las decisiones tomadas y de las actividades ejecutadas ya que este documento se debía presentar a la entidad contratante en el informe mensual, para dar a conocer el avance del proyecto.

### **PRESENTAR INFORMES DE AVANCE DE OBRA SEMANAS Y MENSUAL A LA ENTIDAD CONTRATANTE**

Otra de las funciones de la interventoría consiste en el control del tiempo de la ejecución de la obra y control financiero, la entidad contratante exige informes semanales y mensuales de las actividades desarrolladas, porcentaje de avance de la obra de acuerdo con el cronograma inicial y dinero ejecutado, para dar a conocer toda esta información la interventoría hace entrega de un informe mensual.

En el informe mensual entregado a la entidad contratante se debe incluir formatos de control diario de personal, control diario de maquinaria, control diario del estado del tiempo, formatos de control físico- financiero, control estadístico y general donde se especifica el porcentaje de avance de cada mes. Otra información importante que se incluye en el informe es la pre-acta de obra, mediante la cual se da a conocer el dinero que se invirtió en las actividades desarrolladas en el mes, con la colaboración del inspector de interventoría se llevó un control de las cantidades que se iban ejecutando de cada uno de los cada ítems, Todo este procedimiento se realizó para saldar correctamente cada uno de los ítems y que en la última acta de costos y cancelar al contratista cantidades faltantes o se reste cantidades que estén pasadas del valor real ejecutado.

## **VERIFICACIÓN DE AFILIADOS AL SISTEMA DE SEGURIDAD SOCIAL Y RIESGOS PROFESIONALES**

Otra de las informaciones que se suministra en el informe mensual mencionado anteriormente es la afiliación al sistema de seguridad social y riesgos profesionales de todo el personal que trabaja en la obra.

## **ELABORACIÓN DE ACTAS DE INICIO, SUSPENSIÓN, MODIFICACIÓN Y FINALIZACIÓN DE LA OBRA.**

Otra parte importante en la ejecución de un proyecto es la parte administrativa y de la legalización del mismo. Durante el periodo de ejecución de la obra se presentaron diferentes inconvenientes como el Paro Nacional que sufrió el Departamento de Nariño por bloqueo de la vía Panamericana entre los días 1 de Junio al 13 de Junio de 2016, también el paro Nacional de Transportadores que se presentó desde el 28 de Junio de 2016, estos afectaron el suministro de materiales para las diferentes actividades de obra, lo que generó una disminución del rendimiento diario y por tanto un retraso de tiempo considerable, por lo explicado fue la necesario hacer actas de suspensión y de reinicio de obra, así como también actas de adición de tiempo, se hicieron de acuerdo con la decisión tomada por el supervisor de la entidad contratante en este caso la Gobernación de Nariño.

## **LLEVAR UN REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS ACTIVIDADES QUE SE VAN EJECUTANDO EN LA OBRA.**

Es importante dar a conocer todas y cada una de las actividades ejecutadas en la obra, para cumplir este objetivo se llevó un registro fotográfico diario, donde se pueda visualizar claramente el procedimiento que se hizo en cada una de ellas, además es de vital importancia para la presentación de los informes semanales y mensuales entregados a la entidad contratante y así poder dar a conocer el avance físico de la obra.

## **HACER OBSERVACIONES CLARAS Y A TIEMPO AL CONTRATISTA SOBRE IRREGULARIDADES QUE SE PRESENTEN EN LA OBRA.**

La interventoría ha estado presente en todas las actividades ejecutadas en la obra, ya que es de vital importancia hacer observaciones claras al contratista sobre diferentes irregularidades que se puedan presentar, este objetivo se pudo cumplir a cabalidad ya que se presentaron muchas irregularidades en cuanto a diseños de estructuras de drenaje, sobre el proceso constructivo de las actividades, seguridad industrial, y sobre todo el avance de la obra. Todas estas

observaciones se dieron a conocer al contratista mediante oficios entregados al ingeniero residente de obra.

### **LLEVAR UN CONTROL SOBRE EL ESTADO FINANCIERO DEL CONTRATO.**

Se controló la inversión del anticipo recibido por el contratista de obra, de tal forma que esté de acuerdo con el programa de utilización aprobado, también se elaboró un acta de obra cada mes de acuerdo con las cantidades ejecutadas en cada ítem del proyecto para el trámite de pago llevando un control de los valores cancelados del contrato, además se llevó un formato de avance físico- financiero que fue entregado a la entidad contratante cada mes.

### **LLEVAR A CABO UN CONTROL DE CALIDAD A LOS MATERIALES Y MEZCLAS UTILIZADAS EN OBRA MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO.**

Como se ha dicho anteriormente, la interventoría llevó a cabo un control de calidad de los materiales empleados para cada una de las actividades, donde se tomó muestras de los diferentes agregados como es afirmado, sub-base, base, mezcla asfáltica, y mezcla de concretó, estas muestras fueron enviadas al laboratorio contratado por interventoría para que se realice diferentes ensayos como granulometría, desgaste en máquina de los ángeles, materia orgánica, proctor y todos los ensayos que sean necesarios para el cumplimiento de las especificaciones del INVIAS.

Otro tipo de control que realizó la interventoría fue en el campo donde se hizo un control visual de cada actividad y se llevaron a cabo ensayos como toma de densidades a las diferentes capas de la estructura del pavimento, proceso de curado a todas las estructuras de concreto rígido, temperaturas de la mezcla asfáltica MDC-2. (Ver Ilustración 38)



**Ilustración 38. Ensayos de control interventoría.**

Los ensayos de laboratorio son de gran importancia para poder garantizar la factibilidad y durabilidad del proyecto y así poder hacer entrega de una obra en perfectas condiciones que cumpla con objetivos planteados y las expectativas de los usuarios, organice plan de control de calidad para cada una de las actividades que se ejecutaron, donde se muestra cada uno de los ensayos realizados a cada material, además enseña la norma técnica con el que está relacionado, frecuencia con que se debe hacer el ensayo, el criterio de aceptación según la norma técnica, recursos necesarios, y responsable. (Ver Tabla 8 - 18)

Actividad: excavaciones norma técnica: INVIAS 210-2007 (ver anexo 1)

CONTROL	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RECURSOS	RESPONSABLES
Permisos requeridos			Ingeniero Residente
Alineamiento	El señalado en los planos	Equipo de topografía	Topógrafo
Perfil	+/- 3 cms. Cota proyectada	Equipo de topografía	Topógrafo
Sección de área excavada	La señalada en los planos	Equipo de topografía	Topógrafo
Limpieza superficie para terraplén	Libre de materia orgánica		Inspector
Medir volúmenes	De acuerdo a lo estipulado en las especificaciones	Equipo de topografía	Inspector y/o topógrafo
Distancia entre el eje del proyecto y borde de la excavación	Mínimo la del proyecto	Equipo de topografía	Topógrafo
Verificar el estado de la maquinaria	De acuerdo a lo establecido en la propuesta	Listado de equipos aprobados	Inspector
Comprobar la disposición final de los materiales de excavación o derrumbe	En los sitios aprobados	Permisos para zonas de depósito	Inspector
Compactación subrasante (INV E-161)	$D_m \geq 95\% D_e$ . $D_i \geq 98\% D_m$ . Solo se acepta un valor de $D_i$ por debajo de este parámetro	Equipo de laboratorio	Laboratorista

**Tabla 8. Control excavaciones.**

Actividad: mejoramiento de la subrasante con material seleccionado norma técnica: INVIAS 220-2007 (ver anexo 2)

CONTROL	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RECURSOS	RESPONSABLES
Tamaño máximo (INV E-123)	Máximo 75 mm	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Pasa tamiz No. 10 (INV E-123)	$\leq 80\%$ en peso	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Pasa tamiz No. 200 (INV E-123)	$\leq 25\%$ en peso	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Contenido de materia orgánica (INV E-121)	1%	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Límite líquido (INV E-125)	$\leq 30\%$	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Índice plástico (INV E-126)	$\leq 10\%$	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Densidad en el terreno (INV E-161)	$D_m \geq 95\% D_e$ . $D_i \geq 98\% D_m$ . Solo se acepta un valor de inferior a este límite.	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Espesor (e)	$e_i \geq 90\% e_d$ (se admite un solo valor por debajo de esta especificación).	Equipo de topografía	Topógrafo
Cotas	+2 cm de la cota proyectada	Equipo de topografía	Topógrafo
Verificar el estado de la maquinaria	La propuesta por el contratista y en buen estado	Relación de: equipo del constructor	Inspector

**Tabla 9. Control sub-rasante.**

Actividad: sub-base granular norma técnica: INVIAS 320-2007 (ver anexo3)

CONTROL	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RECURSOS	RESPONSABLES
Desgaste máquina de los Ángeles (INV E-218)	Máximo 50%	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Limite liquido (INV E-125)	$\leq 25\%$	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Índice plástico (INV E-126)	$\leq 6\%$	Equipo de laboratorio	Laboratorista
CBR (INV E-148)	$\geq 30\%$	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Penetración (INV-E-148)		Equipo de laboratorio	Laboratorista
Equivalente de arena (INV E-133)	Mínimo 25%	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Proctor (INV E-142)		Equipo de laboratorio	Laboratorista
Densidad en el terreno (INV E-161)	$D_m \geq 95\% D_e$ . $D_i \geq 98\% D_m$ . Solo se acepta un valor de $D_i$ inferior a este límite.	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Granulometría (INV E-123)	SBG-1	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Espesor de la subbase (e)	$e_i \geq 90\% e_d$ (se admite un solo valor por debajo de esta especificación).	Equipo de topografía	Topógrafo
Cotas	+2 cm de la cota proyectada	Equipo de topografía	Topógrafo
Verificar el estado de la maquinaria	La propuesta por el contratista y en buen estado	Relación de: equipo del constructor	Inspector
Verificar agrietamientos o segregaciones	Sin agrietamientos o segregaciones		Inspector

**Tabla 10. Control sub-base granular.**

Actividad: base granular norma técnica: INVIAS 320-2007 (ver anexo 4)

CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RECURSOS	RESPONSABLES
Desgaste máquina de los Ángeles (INV E-218)	De cada procedencia una vez/mes	Máximo 40%	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Proctor (INV E-142)	De cada procedencia o una vez/semana		Equipo de laboratorio	Laboratorista
Densidad en el terreno (INV E-161)	Cuando menos una vez por cada 250 m <sup>2</sup> (mínimo 6 densidades para definir promedios y aprobar tramos)	$D_m \geq 95\% D_e$ . $D_i \geq 98\% D_m$ . Solo se acepta un valor de $D_i$ inferior a este límite.	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Granulometría (INV E-123)	1 vez jornada	BG-1	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Espesor (e)	Cada 250 m	$e_i \geq 90\% e_d$ (se admite un solo valor por	Equipo de topografía	Topógrafo

		debajo de esta especificación).		
Cotas	Cada abscisa	+2 o 0 cm de la cota proyectada	Equipo de topografía	Topógrafo
Distancia entre el eje del proyecto y borde la capa	Capas terminadas	Mínimo la del proyecto	Equipo de topografía	Topógrafo
Verificar el estado de la maquinaria	Por jornada	La propuesta por el contratista y en buen estado	Relación de: equipo del constructor	Inspector
Verificar agrietamientos o segregaciones	Por jornada	Sin agrietamientos o segregaciones		Inspector

**Tabla 11. Control base granular.**

Actividad: mezcla densa en caliente (mdc-2) norma técnica: INVIAS 450-2007 (ver anexo 5)

CONTROL	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RECURSOS	RESPONSABLES
ENSAYOS			
Contenido de asfalto (INV E-732)	ARF%- $0.3\% \leq ART\% \leq +0.3\%$ ART%- $0.5\% \leq ARI \leq ART + 0.5\%$	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Granulometría de los agregados (INV E-782)	Según diseño	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Estabilidad (INV E-748)	Em mayor o igual 0.9Et Ei mayor o igual 0.8Em	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Inmersión-comprensión (INV E-738)	Mínimo 75% (Gradación combinada)	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Flujo (E-748)	$0.85Ft \leq Fm \leq 1.15Ft$	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Compactación	$Dm \geq 98\% De, Di \geq 97\% Dm$ . Solo se acepta un valor de Di inferior por lote.	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Espesor	emes; $ei \geq 0.9ed$ .	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Lisura	irregularidades $\leq 10$ mm.	Regla de tres metros	Inspector
Calidad de la mezcla asfáltica y control de la temperatura.	Mezcla no segregada, carbonizada o sobrecalentada y sin indicios de humedad	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Verificar el estado de la maquinaria	La propuesta por el contratista y en buen estado	Relación del equipo del constructor	Inspector
Temperatura de descargue y compactación	Según diseño	Termómetro	inspector

**Tabla 12. Control mezcla asfáltica**



Actividad: imprimación norma técnica: INVIAS 420-2007

CONTROL	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RECURSOS	RESPONSABLES
Tipo de Emulsión y velocidad de rotura	CRL-1	Certificado de calidad	Inspector
Fecha de elaboración y despacho	Certificado de calidad	Certificado de calidad entregado	Ing. Residente y/o inspector
Recolección de muestras		Recipientes de aproximadamente 1 litro	Inspector

**Tabla 13. Control riego de imprimación**

Actividad: concreta norma técnica: INVIAS 630-2007 cemento (ver anexo 6)

CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RECURSOS	RESPONSABLES
Calidad del cemento	Cada entrega	Certificado de calidad cumpliendo lo especificado e la norma AASSHTO M85. Los certificados de calidad deben corresponder al lote que se entrega en obra	Diseño	Ingeniero Residente /Inspector de obra

CONTROL	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RECURSOS	RESPONSABLES	REGISTRO
Resistencia a la compresión (INV E-410)	$R_i \geq R_d - 35 \text{Kg/cm}^2$ y promedio de 3 ensayos consecutivos $\geq R_d$	Equipo de laboratorio	Laboratorista	Formato de laboratorio

**Tablas 14 y 15. Control concreto.**

Actividad: tubería de concreto reforzada norma técnica: INVIAS 661-2007 (incluido en el anexo 6)

CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RECURSOS	RESPONSABLES
Resistencia a la compresión (INV E-410)	De cada 50 m3 o fracción por jornada se toman 4 cilindros	$R_C \geq R_D$ ; no más del $10\% \leq R_D$ y ninguno menor del $80\% R_D$	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Diámetro interno	Cada tubo	Ningún tubo con diámetro interno menor a 900mm ni mayor de 925mm	Equipo de laboratorio	Inspector
Espesor de la pared	Cada tubo	No podrá variar más del 5% o 5mm.	Equipo de laboratorio	Inspector
Longitud)	Cada tubo	No se aceptará si la longitud varía en más de 13mm respecto al diseño	Equipo de laboratorio	Inspector
CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RECURSOS	RESPONSABLES
Concreto solado y atraque 2000	Cada obra	Dosificación diseño	Diseño	Inspector

psi				
Espesor solado	Cada obra.	10 cm	Flexómetro	inspector
Concreto clase G	Cada obra	Dosificación diseño	Diseño	Inspector
Altura atraque	Cada obra	46 cm	Flexómetro	Inspector
Mortero de sellamiento juntas	Cada suministro	Dosificación 1:3	Diseño	Inspector

**Tabla 16. Control tubería reforzada**

Actividad: filtros norma técnica: INVIAS 673-2007 geotextil (ver anexo 7)

CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RESPONSABLES
Tipo y calidad del producto	De cada despacho	Certificado de calidad	Inspector
Exposición de Geotextil instalado	Diaria	No podrá ser mayor a tres días	Inspector
Tipo de hilo para costura	Por jornada	No se aceptará hilos 100% de fibras naturales e incluso nailon	Inspector
CONTROL	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RECURSOS	RESPONSABLES
Granulometría (INV E-123)	3/4"-3"	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Desgaste maq. De los Ángeles (INV E-219)	Menor al 40%	Equipo de laboratorio	Laboratorista

**Tabla 17. Control filtros**

Actividad: acero de refuerzo norma técnica: INVIAS 640-2007

Control	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RECURSOS	RESPONSABLES
calidad del refuerzo*	Certificado de calidad cumpliendo lo especificado en la norma NTC-161, 245, 248		Ing. Residente y/o de obrar
suministro y almacenamiento**	Debe estar identificado con etiquetas en las cuales indique la fábrica, el grado del acero y el lote correspondiente		Inspector
corte, doblado y colocación***	De acuerdo a planos o listas de despiece.	Cinta métrica	Inspector
diámetro de las varillas	De acuerdo a los planos	Equipo de laboratorio	Inspector

**Tabla 18. Control acero de refuerzo.**

### **3. CONCLUSIONES**

El proyecto se desarrolló de forma adecuada llevando un estricto control en todas las actividades ejecutadas conforme a las especificaciones técnicas del INVIAS, garantizando así la durabilidad del proyecto, además cumpliendo las expectativas de los usuarios, y dando solución a problemas de movilidad que se venían presentando, igualmente disminuyendo los elevados costos de operación, tiempos de viaje y el nivel de accidentalidad.

Una herramienta fundamental en una adecuada organización de un proyecto es la bitácora de obra, ya que en esta se plasman decisiones importantes y todas las actividades diarias, permitiendo llevar un buen control del proyecto y beneficiando tanto a la empresa contratista de obra como a interventoría ya que se la llevo de manera conjunta.

La interventoría hizo presencia diaria en la obra ya que es de vital importancia para controlar que los procedimientos constructivos se hagan bajo los diseños estructurales previamente establecidos, verificando siempre dimensiones, y espesores.

Se presentaron informes semanales y mensuales a la entidad contratante dando a conocer el avance físico- financiero del contrato, así como también la calidad de las actividades ejecutadas en cada semana y cada mes.

Para el control de los diferentes materiales utilizados en la obra, así como también de mezclas de concreto hidráulico y asfáltico se tomaron muestras y se enviaron a laboratorios contratados por interventoría con el fin de aprobar la calidad de estos y además rectificar algunos datos entregados por la empresa contratista de obra.

En cuanto al trabajo de oficina se participó la elaboración de las distintas actas de tipo pre-acta, actas de modificación, acta parcial de obra, actas de suspensión, y actas de reinicio, además se elaboraron solicitud de adición de tiempo por los imprevistos que se presentaron durante el desarrollo de la obra.

Se llevó un registro fotográfico diario de todas las actividades realizadas, con el fin de llevar un control visual de estas, y además para dar a conocer a la entidad contratante el estado de la obra.

Se mantuvo un control sobre el estado financiero del contrato mediante la inspección de la inversión del anticipo recibido por el contratista de obra, y mediante las cantidades ejecutadas de cada mes de cada ítem del contrato.

Se realizó todas las actividades requeridas para cumplir con el apoyo técnico a la interventoría para el mejoramiento y pavimentación de la vía el tambo motilón (sector el tambo – el zanjón: k4+200 al k9+200) – departamento de Nariño. donde todo culmino con éxito el proyecto y con la satisfacción de haber cumplido bajo las normas técnicas con todos los objetivos planteados.

#### **4. RECOMENDACIONES**

Capacitar al personal en cada una de las actividades para que haya un mejor rendimiento diario, además se debe exigir que este use el equipo de seguridad industrial.

Hacer un pequeño plan de gestión ambiental ya que en muchos contratos no se está como parte de estos, más sin embargo considero importante que se establezcan algunas reglas básicas que benefician a todos los trabajadores de la obra.

Elaborar un plan de contingencia y ejecutarlo de forma inmediata para evitar que en el desarrollo de las obras se presenten muchos imprevistos que podrían generar retrasos de tiempo, para evitar estos retrasos se debe, además se debe cumplir con el cronograma de actividades entregado al inicio de la obra, permitiendo así que esta se cumpla en el tiempo establecido.

Verificar que se tengan todos los materiales que se necesitan, y siempre tener un buen suministro de estos, esto hará que el rendimiento diario sea mayor.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Especificaciones generales de construcción de carreteras de INVIAS.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA, NTC 1486:2008, (sexta actualización. Documentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Bogotá D.C, Colombia: Icontec, 2008.

Normas de ensayos de Materiales de INVIAS.