

**INTERVENTORÍA PARA EL MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA  
CARRETERA MOJARRAS – POPAYÁN, RUTA 25, TRAMO 2503, ENTRE LOS  
PR 0+0000 AL PR 121+0000 DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**

**ANDRÉS ORDÓÑEZ PASAJE**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2018**

**INTERVENTORÍA PARA EL MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA  
CARRETERA MOJARRAS – POPAYÁN, RUTA 25, TRAMO 2503, ENTRE LOS  
PR 0+0000 AL PR 121+0000 DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**

**ANDRÉS ORDÓÑEZ PASAJE**

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

**Asesor:**

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

**Co asesor:**

**Ing. Álvaro Pasaje Salcedo  
Representante legal  
CONSORCIO AJM**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2018**

## **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 ACEPTACION:**

---

---

---

---

---

---

---

ASESOR

---

JURADO

---

JURADO

## **RESUMEN**

Este informe da a conocer cada una de las actividades llevadas a cabo en ejecución del proyecto “mejoramiento y mantenimiento de la carretera Mojarras – Popayán, ruta 25, tramo 2503, entre los PR 0+0000 al PR121+0000 departamento del cauca” ejecutadas por la empresa EQUIPOS Y TRITURADOS S.A. como contratista y supervisadas por el CONSORCIO AJM como interventoría. Se quiere explicar el apoyo técnico durante el proceso constructivo de las diferentes tareas civiles realizadas en el mejoramiento de esta vía, entre las cuales se encuentran la remoción de pavimento existente, barrido y limpieza, instalación y compactación de mezcla asfáltica y demarcación de pavimentos.

En el avance de este informe se encuentra la descripción del proceso constructivo para cada una de las actividades, en donde se aplicaron los conocimientos obtenidos durante formación académica y obteniendo más experiencia para el fortalecimiento de la profesión de ingeniería civil.

## **ABSTRACT**

This report shows every activity that was carried out in the execution of the project "Improvement and Maintenance of the Mojarras-Popayan highway, route 25, section 2503, between the 0+0000 and 121+0000 PRs, Cauca department". These activities were done by the company EQUIPOS AND TRITURADOS S.A as the contractor and supervised by the consortium AJM as the controller. It is necessary to explain the technical support during the construction process of the different civil engineering tasks such as removal of existing pavement, sweep, cleaning, installation and compaction of the asphalt mix as well as the demarcation of pavements.

This report also gives information about the description of the construction process for every activity, illustrating the application of the academic and experiential knowledge that strengthen the profession of civil engineering.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	12
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	13
ANTECEDENTES .....	13
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	13
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA VÍA .....	15
OBJETIVOS .....	16
GENERAL .....	16
ESPECÍFICOS .....	16
1. ACTIVIDADES DESARROLLADAS .....	17
1.1. IDENTIFICACIÓN DE SITIOS AFECTADOS DEL PAVIMENTO QUE REQUIEREN INTERVENCIÓN Y MEJORAMIENTO. ....	17
1.2. DEMARCACIÓN DE SITIOS AFECTADOS DEL PAVIMENTO .....	20
1.3. EXCAVACIÓN PARA REPARACIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EXISTENTE .....	20
1.3.1. Excavación con máquina cortadora de pavimento .....	21
1.3.2. Excavación con fresadora .....	21
1.4. BARRIDO Y LIMPIEZA .....	22
1.5. RIEGO DE IMPRIMACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA. ....	23
1.6. MEZCLA DENSA EN CALIENTE TIPO MDC-25 .....	23
1.8. RENIVELACIONES POR HUNDIMIENTO .....	26
1.9. DEMARCACIÓN HORIZONTAL .....	27
1.10. REMOCIÓN DE DERRUMBES .....	28
1.11. INSTALACIÓN DE VALLA DE IDENTIFICACIÓN .....	29
1.12. PROGRAMA DE ADAPTACIÓN A LAS GUÍAS AMBIENTALES	
PAGA 30	

1.12.1. Socialización del proyecto a la comunidad. ....	30
2. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS .....	32
2.1. BITÁCORA DE OBRA.....	32
2.2. PRESENTAR INFORMES DE AVANCE DE OBRA SEMANAL Y MENSUAL A LA ENTIDAD CONTRATANTE. ....	32
2.3. VERIFICACIÓN DE AFILIADOS AL SISTEMA DE SEGURIDAD SOCIAL Y RIESGOS PROFESIONALES.....	33
2.4. ELABORACIÓN DE ACTAS DE INICIO, SUSPENSIÓN, MODIFICACIÓN Y FINALIZACIÓN DE LA OBRA. ....	33
2.5. LLEVAR UN REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS ACTIVIDADES QUE SE VAN EJECUTANDO EN LA OBRA. ....	33
2.6. HACER OBSERVACIONES CLARAS Y A TIEMPO AL CONTRATISTA SOBRE IRREGULARIDADES QUE SE PRESENTEN EN LA OBRA. ....	34
2.7. LLEVAR A CABO UN CONTROL DE CALIDAD A LOS MATERIALES Y MEZCLAS UTILIZADAS EN OBRA MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO.....	34
CONCLUSIONES .....	37
RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39



## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 2. Determinación de zonas afectadas y tipo de fallas .....	18
Tabla 3. Control mezcla asfáltica .....	35
Tabla 4. Control riego de imprimación .....	36

## LISTA DE GRÁFICOS

**Pág.**

Gráfico 1. Ubicación del departamento del Cauca en Colombia.....	13
Gráfico 2. Ubicación geográfica de la vía Mojarras – Popayán .....	14
Gráfico 3. Localización puntos principales del proyecto .....	14
Gráfico 4. Estructura del pavimento.....	15
Gráfico 5. Tramo con mayores afectaciones .....	19

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	<b>Pág.</b>
Ilustración 1. Zonas afectadas en pavimento existente .....	17
Ilustración 2. Demarcación de zonas afectadas .....	20
Ilustración 3. Excavación con máquina cortadora de pavimento .....	21
Ilustración 4. Excavación con fresadora .....	22
Ilustración 5. Barrido y limpieza .....	22
Ilustración 6. Riego de imprimación con emulsión asfáltica .....	23
Ilustración 7. Extensión de mezcla .....	24
Ilustración 8. Extensión de mezcla manualmente .....	24
Ilustración 9. Rastrillado de mezcla asfáltica .....	25
Ilustración 10. Compactación de la carpeta asfáltica con vibro compactador de tándem liso, compactador neumático y rana .....	25
Ilustración 11. Control de temperatura a la mezcla asfáltica y toma de briquetas .....	26
Ilustración 12. Antes y después de la nivelación en PR94+0115 .....	27
Ilustración 13. Demarcación horizontal .....	28
Ilustración 14. Desalojo de derrumbes .....	29
Ilustración 15. Instalación de valla de identificación del proyecto. ....	30
Ilustración 16. Socialización del proyecto .....	31
Ilustración 17. Acciones ambientales .....	31
Ilustración 18. Ensayos de control de mezcla asfáltica .....	34

## INTRODUCCIÓN

El gobierno nacional a través del Instituto Nacional de Vías – INVIAS, y contrato 792 de 2017 cuyo objeto es **“EL MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA MOJARRAS – POPAYÁN, RUTA 25, TRAMO 2503, ENTRE LOS PR 0+0000 AL PR 121+0000 DEPARTAMENTO DEL CAUCA”**, por un valor total de dos mil, doscientos noventa y ocho millones, ochocientos cuarenta y nueve mil pesos, con ochenta y dos centavos (\$2.298.849.082) tuvieron el objetivo de realizar la recuperación de los sitios más afectados de la Carretera Mojarras – Popayán, con el fin de disminuir riesgo de accidentalidad y dar seguridad de los usuarios de la vía con obras de calidad y estabilidad, aumentar la capacidad, y nivel de servicio de la carretera, brindando comodidad y seguridad a los usuarios de misma.

Este proyecto se enfocó principalmente en intervenir las áreas más afectadas de la carpeta asfáltica, mediante parcheos, los cuales consistieron en la remoción del pavimento existente que se encontraba en un alto grado de deterioro y se sustituyó por uno nuevo, este se realizó con mezcla asfáltica MDC-25, en total se extendieron 3979 m<sup>3</sup> de mezcla, atendiendo 80 km afectados.

La Interventoría, hizo una revisión, verificación y seguimiento continuo a todos los procesos realizados por el Contratista de obra, en cumplimiento de sus obligaciones contractuales, velando así por los intereses de la entidad contratante y de la comunidad afectada, por los trabajos que se adelantaron.

En el desarrollo de este proyecto se pretendió demostrar conocimientos, habilidades, y destrezas adquiridos a largo de la formación académica en el programa de ingeniería civil de la Universidad de Nariño.

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### ANTECEDENTES

La vía existente entre Mojarras PR0+0000 – Popayán PR121+0000 no presentaba las condiciones físicas y técnicas adecuadas para atender el nivel de servicio que exige la demanda del tránsito vehicular y carga pesada que transita diariamente por este corredor, además esta vía es de gran importancia ya que es la vía principal que comunica a los departamentos del Cauca y Nariño con el interior del país.

La vía presentaba un alto grado de deterioro en la capa de rodadura, mostrando patologías comunes de los pavimentos flexibles como son la piel de cocodrilo, grietas de borde, grietas longitudinales y transversales, pulimiento de agregados, baches y hundimientos, además existían sectores de falla que influían en la estabilidad de la vía, principalmente en el tramo Parraga - Timbio.

### LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

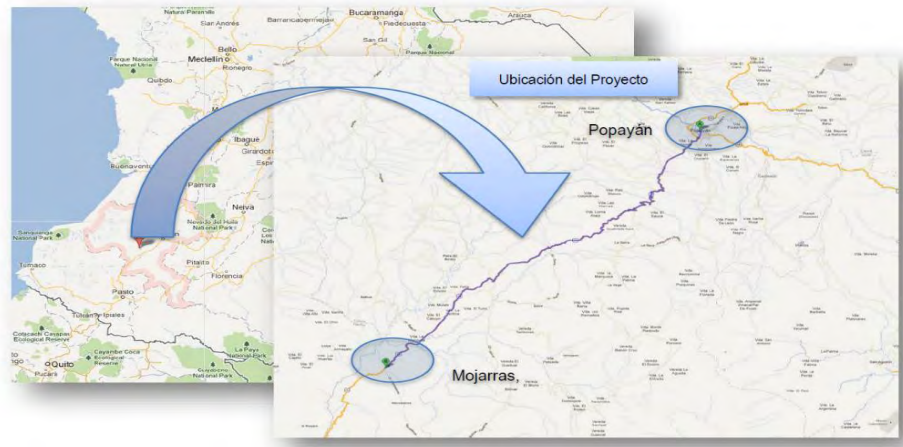
El proyecto se encontró localizado en el departamento del Cauca a lo largo de la ruta Mojarras – Popayán, vía denominada “Panamericana” y variante de Popayán, en el área zonal sur occidental de Colombia, entre el Piedemonte de la cordillera central y el valle interandino del Patía.

#### Gráfico 1. Ubicación del departamento del Cauca en Colombia



Fuente: plan de calidad empresa contratista EQUIPOS Y TRITURADOS S.A

## Gráfico 2. Ubicación geográfica de la vía Mojarras – Popayán



Fuente: plan de calidad empresa contratista EQUIPOS Y TRITURADOS S.A

Entre El PR0+000 y el PR121+000 se encuentran los siguientes puntos:

PR 0+0000: El Zanjón: Mojarras

PR 15+0000: El Estrecho

PR 29+0000: El Patía

PR 42+0000: El Bordo

PR 54+0000: Piedra Sentada

PR 84+0000: Rosas

PR 109+0000: Timbío

K 4+0200 – K 9+0200: Popayán Objeto del presente proyecto.

## Gráfico 3. Localización puntos principales del proyecto



Fuente: plan de calidad empresa contratista EQUIPOS Y TRITURADOS S.A

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA VÍA

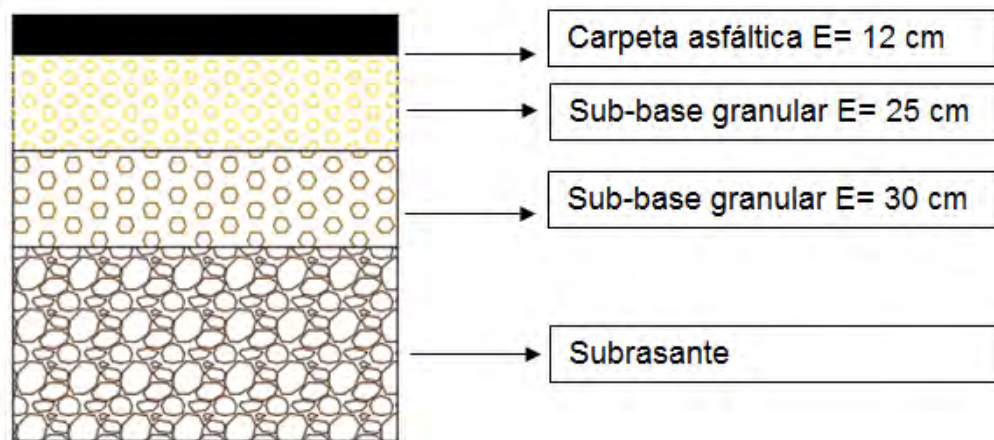
El diseño de este corredor vial estaba acorde con las expectativas actuales del transporte de pasajeros y carga en términos de economía, seguridad y comodidad, con especificaciones homogéneas que permiten la seguridad vial y la comodidad del usuario, acorde a unas condiciones topográficas abruptas de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

La vía a intervenir tenía las siguientes características técnicas:

Especificaciones generales de construcción de carreteras colombiana última actualización (2013)

Categoría de la vía:	Primaria
Sentido del tránsito:	Doble sentido.
Ancho de calzada:	7 m.
Ancho de cunetas:	0.75 m.
Peralte máximo:	10%
Bombeo:	2.0 %
Espesor de la sub base:	25 cm.
Espesor de la base:	30 cm.
Espesor de la carpeta asfáltica:	12 cm.

### Gráfico 4. Estructura del pavimento



Fuente: este estudio

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Ampliar los conocimientos obtenidos en la universidad, brindando eficientemente acompañamiento en la supervisión del proyecto propuesto a cargo del CONSORCIO A J M. Teniendo como resultado conceptos más claros y prácticos aplicables a mi vida profesional.

### **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 semanales y mensuales a la entidad contratante
- Verificar que el personal que va a realizar los trabajos en la obra esté afiliado al sistema de seguridad social y riesgos profesionales.
- Elaborar 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.
- Realizar observaciones claras y a tiempo al contratista sobre irregularidades que se presenten en la obra.
- Llevar un control de calidad a los materiales y mezclas utilizadas en obra mediante ensayos de laboratorio.



## 1. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

El gestor técnico conjunto con la interventoría, director de la territorial Cauca, contratista y supervisor del contrato, tomaron la decisión de invertir la totalidad de los recursos del proyecto en mejorar la carpeta asfáltica, ya que era la problemática que más aquejaba a los usuarios de la vía.

### 1.1. IDENTIFICACIÓN DE SITIOS AFECTADOS DEL PAVIMENTO QUE REQUIEREN INTERVENCIÓN Y MEJORAMIENTO.

Luego de realizar los recorridos preliminares en la carretera, fue fácil identificar las zonas de pavimento bastante afectadas y deterioradas por efecto del tráfico, encontrándose que las mayores afectaciones se presentaban entre el PR41+0100 y el PR109+0000, afectaciones que comprometían la seguridad y transitabilidad de los usuarios. (Ver Ilustración 1)

#### Ilustración 1. Zonas afectadas en pavimento existente



Fuente: este estudio, tramo El Bordo - Timbío

La interventoría hizo un recorrido del tramo PR0+0000 – PR121+0000, para determinar las zonas afectadas y establecer una posible solución, en este recorrido se encontró: Desgaste de la carpeta asfáltica, baches, fisuras, hundimientos, piel de cocodrilo y asentamiento de la carpeta asfáltica por falla geológica; en la siguiente tabla se muestra las zonas más afectadas y el tipo de falla. (Ver Tabla 1).

**Tabla 1. Determinación de zonas afectadas y tipo de fallas**

<b>No</b>	<b>ABS. INICIAL</b>	<b>ABS. FINAL</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
1	PR41+0100	PR42+0900	Desgaste de la carpeta asfáltica, huecos, baches y fisuras.
2	PR63+0150	PR65+0500	Fisuras y piel de cocodrilo.
3	PR69+0400	PR76+0000	Baches, huecos y desgaste de la carpeta asfáltica.
4	PR80+0000	PR85+0000	Baches, huecos y asentamiento de la carpeta asfáltica por falla geológica.
5	PR104+0150	PR105+0000	Huecos, fisuras, piel de cocodrilo y baches.
6	PR108+0000	PR109+0000	Baches y hundimientos.

**Fuente: este estudio**

A continuación, se describen los tipos de fallas que fueron encontrados

- Los baches son fallas localizadas en la superficie del pavimento, en forma de oquedades cóncavas, mayores de 15 cm de ancho en su longitud mínima.
- La piel de cocodrilo hace referencia a las fisuras en la superficie de rodamiento, formando un patrón regular de polígonos hasta de 20 cm de amplitud, están interconectadas y asemejan la piel de cocodrilo.
- Las fisuras corresponden a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversales a él. Son indicio de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura, las cuales han superado la resistencia del material afectado.
- El desgaste de la carpeta asfáltica es el deterioro del pavimento ocasionado principalmente por la acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos. Se presenta como pérdida del ligante y mortero. Este daño provoca aceleración del deterioro del pavimento por acción del medio ambiente y del tránsito.
- Los hundimientos por fallas geológicas son movimientos de la superficie

terrestre en el que predomina el sentido descendente y que tiene lugar en áreas de distintas características y pendientes. Este movimiento puede ser inducido por distintas causas y se puede desarrollar con velocidades muy rápidas o muy lentas según sea el mecanismo que da lugar a tal inestabilidad.

- Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 90 cm y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes puntiagudos y lados verticales en cercanías de la zona superior.

A continuación, se muestra en color rojo el tramo con mayores afectaciones, al cual se prestó mayor atención y donde se invirtieron una gran parte de los recursos, este tramo está comprendido entre el PR41+0100 hasta PR109+0000 y se encontraba en alto grado de deterioro lo que generaba un alto riesgo de accidentalidad para los usuarios que transitan diariamente por este corredor. (Ver gráfico 5).

**Gráfico 5. Tramo con mayores afectaciones**



Fuente: plan de calidad empresa contratista EQUIPOS Y TRITURADOS S.A

## 1.2. DEMARCACIÓN DE SITIOS AFECTADOS DEL PAVIMENTO

Esta actividad se realizó en conjunto con el contratista, se demarcaron las zonas más afectadas y las que necesitaban intervención de manera inmediata, se inició con el tramo más crítico para posteriormente hacer un balance inicial realizando el cálculo de volúmenes y estimando los recursos necesarios para atender estas afectaciones, y así finalmente proyectar el presupuesto restante con el fin de dar cumplimiento al objeto del proyecto que era atender los 121 km comprendidos entre Mojarras - Popayán. (Ver ilustración 2).

### Ilustración 2. Demarcación de zonas afectadas



Fuente: este estudio PR 82+0310

## 1.3. EXCAVACIÓN PARA REPARACIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EXISTENTE

Este trabajo se refería a la excavación, remoción, cargue, transporte, descargue y disposición de los materiales de un pavimento asfáltico, que el Interventor consideraba inapropiados para el buen comportamiento de la estructura, sea que ésta se fuera a reforzar o no inmediatamente.

Se realizaron dos tipos de excavación, una manual, con maquina cortadora de pavimento para afectaciones pequeñas y otra con fresadora, para afectaciones grandes.



**1.3.1. Excavación con máquina cortadora de pavimento.** Para la ejecución de los cortes de las áreas a intervenir se requirió de máquinas cortadoras de pavimento con discos diamantados o de algún otro elemento abrasivo que permitiera obtener resultados equivalentes. El diámetro de los discos debía ser el necesario para alcanzar la profundidad de la capa asfáltica por cortar y su potencia debía garantizar la operación en una sola pasada, sin generar desprendimientos en las zonas de corte. Además, se debía garantizar que las paredes excavadas sean uniformes y verticales.

También fue necesario disponer de picos, barras, palas, taladros neumáticos para la remoción de la capa de concreto asfáltico. (Ver Ilustración 3).

### **Ilustración 3. Excavación con máquina cortadora de pavimento**



**Fuente: este estudio, tramo Piedra Sentada – peaje El Mango**

**1.3.2. Excavación con fresadora.** Consistió en remover el pavimento existente que se encontraba deteriorado, el equipo para esta actividad fué una máquina fresadora cuyo estado, potencia y capacidad productiva garantizaba el correcto cumplimiento del plan de trabajo. El fresado se realizó sobre el área y espesor que la interventoría apruebo, éste se llevó a cabo a una temperatura ambiente.

Para el transporte del material resultado del fresado (RAP) se debió disponer de volquetas las cuales depositaban el RAP en los sitios de acopio que disponía la entidad contratante INVIAS o en lugares del sector donde se estaban realizando los trabajos, para mejoramiento de entradas de viviendas y vías terciarias. (Ver ilustración 4).

#### **Ilustración 4. Excavación con fresadora**



**Fuente: este estudio**

#### **1.4. BARRIDO Y LIMPIEZA**

Se realizó una limpieza de la zona ya excavada con el fin de eliminar todo material contaminante y material fino que podía afectar la buena calidad de la imprimación que se realizó posteriormente. Para esta actividad se empleó una cuadrilla especial que se encargaba de retirar este material con escobas, además se utilizó compresor con el cual vertía aire comprimido sobre la capa que generaba que las partículas se dispersaran fuera del área a intervenir. (Ver ilustración 5).

#### **Ilustración 5. Barrido y limpieza**



**Fuente: este estudio, vereda Parraga (Rosas - Cauca)**

### 1.5. RIEGO DE IMPRIMACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.

Una vez limpia la zona a intervenir, se roció y se imprimó con emulsión asfáltica tipo CRL-0, esta actividad se hizo con el fin de ayudar a la unión de la carpeta asfáltica. Para esto se empleó un irrigador manual (marmita) el cual dispersó, regó y estableció la imprimación, esta imprimación se dejó romper para que penetre y se consolide. La temperatura de la emulsión en promedio fue de 45°C lo que indicó que era adecuada ya que ésta debe estar entre 40 y 60°C. (Ver ilustración 6)

#### Ilustración 6. Riego de imprimación con emulsión asfáltica



Fuente: este estudio, vereda Pan de Azúcar (Rosas – Cauca)

### 1.6. MEZCLA DENSA EN CALIENTE TIPO MDC-25

Después de expuesto el riego de imprimación, dándose tiempo suficiente para que rompa, se dispuso del equipo necesario para la instalación de la carpeta asfáltica, para esta actividad se empleó la maquina terminadora de asfalto (finisher), ésta se debe ajustar al ancho deseado, que para el caso fue variable ya que los anchos de los parches no tenían la misma dimensión, la mezcla fue transportada desde la plata ubicada en Galíndez hasta la zona del proyecto por volquetas de capacidad de 14 m<sup>3</sup> y de 20 m<sup>3</sup>, después éstas se acoplaron con la finisher vertiendo la mezcla y ésta se encargó de extenderla uniformemente, el espesor del corte en promedio fue de 12 cm y el espesor de la mezcla ya extendida sin compactar fue de 15,4 cm considerando que se manejó un factor de compactación de 28% el cual se lo controló mediante un punzón. (Ver ilustración 7).



### Ilustración 7. Extensión de mezcla



**Fuente:** este estudio, PR 72+0240

La extensión de la mezcla en los parches pequeños se realizó de forma manual utilizando palas y rastrillo. (Ver ilustración 8).

### Ilustración 8. Extensión de mezcla manualmente



**Fuente:** este estudio, tramo El Bordo – Piedra Sentada

Después de que se extendió la mezcla asfáltica una cuadrilla se encargó de corregir cualquier imperfecto en espesores, también conformó los bordes y juntas utilizando los rastrillos. (Ver ilustración 9).



## Ilustración 9. Rastrillado de mezcla asfáltica



Fuente: este estudio, vereda Chontaduro (Rosas – Cauca)

### 1.7. COMPACTACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA

Después de haber extendido y rastrillado la mezcla asfáltica se procedió a la compactación de la misma utilizando el vibro compactador de tándem liso, que ayudó a establecer el espesor requerido de la carpeta, este inició su recorrido de afuera hacia adentro y de forma longitudinal, una vez terminado este recorrido, se dio paso al compactador de neumáticos, el cual se encargó de llegar al espesor final de 12 cm y de sellar uniformemente la mezcla asfáltica, para evitar que haya filtraciones de agua que produzcan oxidación que puedan afectar la vida útil de la carpeta de rodadura.

La compactación de los parches pequeños se realizó con un compactador manual vibratorio (rana). (Ver Ilustración 10).

### Ilustración 10. Compactación de la carpeta asfáltica con vibro compactador de tándem liso, compactador neumático y rana

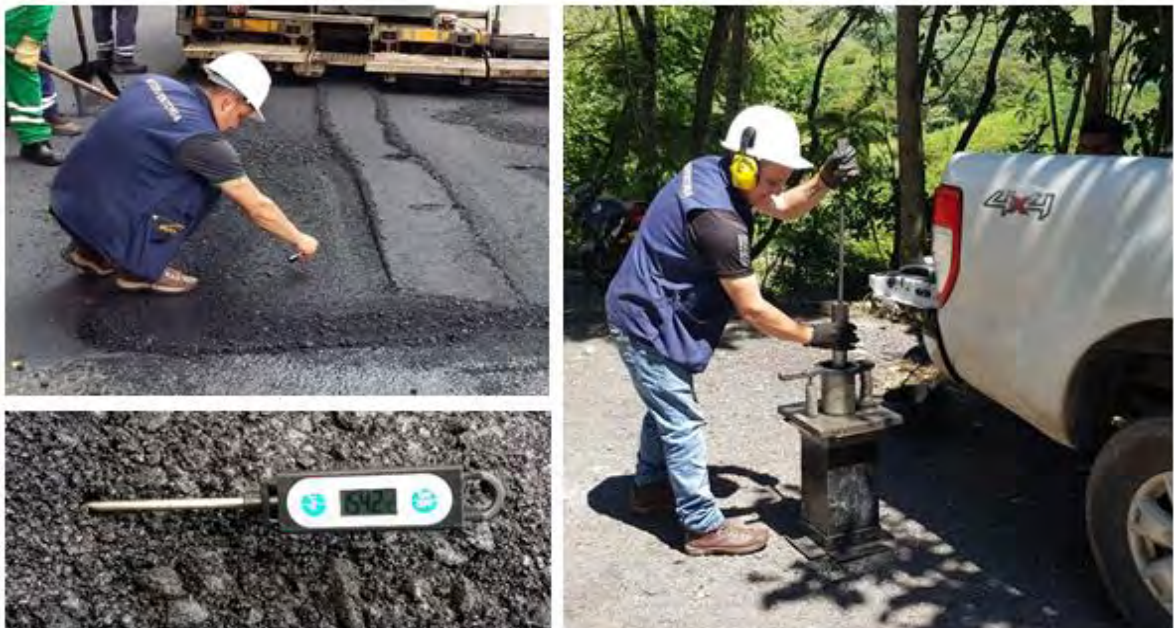


Fuente: este estudio

En las actividades de extensión y compactación de mezcla asfáltica se llevó un estricto control sobre las temperaturas, verificando que estén dentro de las temperaturas especificadas, la temperatura de llegada en promedio fue de 155°C y la temperatura de compactación fue 135°C temperatura a la cual la mezcla podía soportar la carga sin que cause daños, agrietamientos o desplazamientos.

También se tomaron 4 briquetas diarias del lote la mezcla asfáltica con el fin hacer ensayos de laboratorio para confirmar los resultados del diseño entregados por la empresa contratista EQUIPOS Y TRITURADOS S.A y también para verificar que la mezcla cumpliera con las especificaciones de las normas INVIAS 2013. (Ver Ilustración 11).

### **Ilustración 11. Control de temperatura a la mezcla asfáltica y toma de briquetas**



**Fuente: este estudio**

### **1.8. RENIVELACIONES POR HUNDIMIENTO**

Se realizaron las correcciones respectivas de la carpeta asfáltica en los PR80+0045, PR84+0020, PR85+0130, PR88+0740, PR90+0985, PR93+0220 Y PR94+0115, ya que en estos sectores se presentaban deformaciones de un grado muy alto de peligrosidad para los conductores, debido a que dichas deformaciones estaban comprendidas entre 1 y 6cm de altura. Las correcciones realizadas mejoraron la seguridad y comodidad de la carretera, para garantizar una buena

transitabilidad.

Las renivelaciones se ejecutaron de igual manera que se hizo con los parches, haciendo excavación, barrido y limpieza, imprimación, extendida de mezcla y compactación. Además, se utilizó el RAP para rellenar grietas y nivelar los hundimientos que se encontraban al borde de la calzada. (Ver ilustración 12).

### **Ilustración 12. Antes y después de la renivelación en PR94+0115**



**Fuente: este estudio PR94+0115**

### **1.9. DEMARCACIÓN HORIZONTAL**

Cuando se ejecutan trabajos de mejoramiento y mantenimiento en una determinada vía, se presentan condiciones especiales que afectan la circulación de vehículos, por lo que se debe realizar la demarcación horizontal con el objeto de reducir el riesgo de accidentes y hacer más ágil el tránsito de los usuarios, procurando reducir las molestias en su desplazamiento por la vía.

La demarcación se realizó con un camión liviano adecuado para efectuar dicha actividad, solo se pintaron las líneas que dividen la calzada ya que solo estas fueron afectadas con los trabajos realizados, se utilizó una pintura en frío acrílica pura en base agua especial para líneas de demarcación de pavimentos (Ver ilustración 13).



### Ilustración 13. Demarcación horizontal



Fuente: este estudio, PR90+0985

#### 1.10. REMOCIÓN DE DERRUMBES

Durante el desarrollo del proyecto se presentaron una serie de deslizamientos de grandes y pequeñas magnitudes, éstos se presentaron en los PR77+0930, PR88+0625, PR78+0830, PR78+0960, PR79+0030, PR79+0630, PR79+0750, PR80+0025, PR91+0570 y PR109+0500, debido a la fuerte temporada de lluvias que se presentó en los meses de diciembre de 2017 y enero de 2018.

Los deslizamientos fueron desalojados mediante un cargador, un bobcat y de forma manual usando herramientas menores como palas, machetes, bugguies, etc. El material proveniente de los deslizamientos fue cargado en volquetas de capacidad de 7 m<sup>3</sup> y posteriormente llevado a una zona de depósito. Ante estos sucesos se actuó rápidamente ya que era necesario dar paso al público lo más rápido posible. (Ver Ilustración 14).

## Ilustración 14. Desalojo de derrumbes



Fuente: este estudio, tramo Timbío - Popayán

### 1.11. INSTALACIÓN DE VALLA DE IDENTIFICACIÓN

Desde la orden de iniciación de las obras y hasta la entrega y recibo definitivo de las mismas a la entidad contratante, para guiar el tránsito y como prevención de riesgos de los usuarios y personal que trabajó en la vía en construcción, el contratista estaba en la obligación de mantener señalizado el sector contratado, por lo anterior se dispuso de una valla de información del contrato.

Primero se realizó un recorrido por el tramo donde hubo mayor ejecución de trabajos y así se identificó la zona más adecuada para la instalación de la valla, este trabajo se realizó en el municipio de Rosas – Cauca en el PR83+0270.

El cuerpo de la valla fue elaborado en láminas metálicas galvanizadas para evitar su corrosión, el apoyo se fabricó en ángulos metálicos y fue pintado con esmalte para su protección. Después de hacer el armado de la estructura se procedió a colocar la lona donde está impresa toda la información acerca de la obra. (Ver ilustración 15).

### Ilustración 15. Instalación de valla de identificación del proyecto.



Fuente: este estudio, Rosas - Cauca

#### 1.12. PROGRAMA DE ADAPTACIÓN A LAS GUÍAS AMBIENTALES PAGA

Dentro de las exigencias del proyecto de obra está el programa de adaptación a las guías ambientales, que propone una serie de programas y acciones a seguir puesto que con la ejecución de las actividades de obra existe la probabilidad de presentarse alteraciones sobre los componentes y elementos ambientales; es por ello que se formulan acciones puntuales a seguir para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos o efectos generados a partir de la ejecución del proyecto.

Es responsabilidad del interventor supervisar que se dé cumplimiento a todas las acciones establecidas en el PAGA, para poder garantizar la sostenibilidad económica, financiera, social y ambiental del proyecto. Dentro de las acciones establecidas en el PAGA en lo referente a la gestión social del proyecto se encuentra la socialización de éste a la comunidad.

**1.12.1. Socialización del proyecto a la comunidad.** Se inició socializando las actividades que conforman el PAGA ejecutadas hasta la fecha, se indicó que se había socializado todos los programas del PAGA con el personal vinculado a la obra, haciendo énfasis en las normas de cumplimiento de los elementos de protección personal, señalización y prevención de accidentes de trabajo. En cuanto a las actividades constructivas se manifestó que se han tramitado los permisos correspondientes para manejo de residuos sólidos y convencionales, para abastecimiento de recurso hídrico que requiera la obra se contrató con EMTIMBIO. Se abordó el tema de acopio de material asfáltico, el presidente de JAC de la vereda la Depresión, solicitó que les permitan utilizar este material para



mejoramiento de las vías de sus comunidades; se informó que se debía realizar la solicitud a la entidad contratante, determino que los interesados se encargarían de hacer dicha solicitud para posteriormente informar al contratista el procedimiento a seguir. En lo referente con la gestión Social se explicó que se había realizado una amplia convocatoria a todas las veredas, corregimientos y municipios de influencia de la obra y que sin embargo la asistencia fue deficiente.

Se determinó que se ubicara buzón de sugerencias en la oficina de la Personería del municipio Rosas - Cauca para estar en mayor contacto con la comunidad. En cuanto a la contratación de mano de obra no calificada, la Psicóloga del contratista expreso que se realizó la solicitud a la Agencia de Reincorporación, y la respuesta fue que no existe personal disponible. Al respecto el delegado de la Personería solicito que se vincule personal del programa de víctimas, puesto que existe mano de obra disponible; se llegó al acuerdo que se va a organizar banco de hojas de vida y que se priorizara estos casos. (Ver ilustración 16).

#### **Ilustración 16. Socialización del proyecto**



**Fuente: este estudio, Rosas - Cauca**

La interventoría superviso que las acciones especificadas en el programa de adaptación a las guías ambientales PAGA tanto a nivel ambiental como social se llevaran a cabo, así como también se revisó que los informes mensuales Socio-ambientales se ajustaran con lo establecido y que se entregaran aprobados a la entidad contratante INVIAS en los tiempos contractuales.

#### **Ilustración 17. Acciones ambientales**



**Fuente: este estudio**

## **2. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS**

### **2.1. 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 ambas partes podían hacer una anotación, este se firmó diariamente por el ingeniero residente de obra, ingeniero residente de interventoría e ingeniero auxiliar de interventoría.

En este documento es importante 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.

### **2.2. PRESENTAR INFORMES DE AVANCE DE OBRA SEMANAL Y MENSUAL A LA ENTIDAD CONTRATANTE.**

Una de las funciones de la interventoría consistió en el control del tiempo de ejecución y control financiero de la obra, la entidad contratante (INVIAS) exigió informes semanales y mensuales para llevar control sobre las actividades desarrolladas, porcentaje de avance de la obra de acuerdo al cronograma inicial y presupuesto ejecutado.

En el informe mensual se debía realizar de acuerdo al manual de interventoría del INVIAS este incluye formatos de Resumen mensual estado general del proyecto, Maquinaria y equipo contrato de obra, Equipo contrato de interventoría, Personal contrato de obra, Informe financiero y presupuestal contrato de obra, Informe financiero y presupuestal contrato de interventoría, Estado general del tiempo, Control aportes legales y seguridad social contrato de obra, Control aportes legales y seguridad social contrato de interventoría, Resumen ensayos de laboratorio, Informe avance físico-financiero, Seguimiento al plan de calidad contrato de obra, Seguimiento al plan de calidad contrato de interventoría.



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

Otra de las informaciones que se suministró en el informe mensual mencionado anteriormente es la afiliación al sistema de seguridad social y riesgos profesionales de todo el personal de obra e interventoría, para una completa verificación también se realizó un control diario de todo el personal de trabajo, que debía coincidir con la lista de afiliaciones entregadas por el contratista.

### **2.4. 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 desarrollo de este proyecto tuve la oportunidad de desarrollar estas actividades.

Se realizaron varias actas de modificación durante la ejecución del contrato, se modificaron principalmente las cantidades de algunos de los ítems, esto se realizó por los escasos recursos del proyecto que llevo a la necesidad de eliminar por completo las cantidades de algunos de los ítems, con el fin de utilizar la mayor parte de los recursos en el mejoramiento de la carpeta asfáltica, que presentaba un alto grado de deterioro.

Se realizaron mensualmente las actas de costos de interventoría, para que así se realice el cobro correspondiente a cada mes de trabajo.

Se realizó el acta de Entrega y Recibo definitivo de interventoría, donde se entrega la obra a la entidad contratante, en esta acta se plasma las cantidades finales ejecutadas en cada ítem, y la totalidad de recursos invertidos.

### **2.5. 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 pudo visualizar claramente el procedimiento que se llevo a cabo en cada una de ellas, además este registro fotográfico 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.

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

La interventoría estuvo presente en todas las actividades ejecutadas en la obra, es de gran importancia hacer observaciones claras al contratista sobre diferentes irregularidades que se puedan presentar, este objetivo se cumplió a cabalidad ya que se presentaron algunas irregularidades en cuanto a los resultados de laboratorios de materiales y mezcla asfáltica, y sobre todo el avance de la obra en los primeros meses. Todas estas observaciones se dieron a conocer al contratista mediante oficios entregados al ingeniero residente de obra.

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

Los ensayos de laboratorio son de mucha importancia ya que es mediante los resultados de estos que podemos garantizar la factibilidad y durabilidad del proyecto y así realizar la entrega de la obra en perfectas condiciones, que cumpla con objetivos planteados y las expectativas de los usuarios

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 agregados que se utilizaron en la mezcla asfáltica, estas muestras fueron enviadas al laboratorio contratado por interventoría para que se realice diferentes ensayos como granulometría, caras fracturadas, desgaste en máquina de los ángeles, equivalente de arena, límite de consistencia, micro deval, adhesividad de ligantes bituminosos a los agregados finos, densidad bulk, estabilidad y flujo de mezcla asfáltica, efecto del agua sobre mezclas asfálticas sueltas, y todos los ensayos que eran necesarios para el cumplimiento de las especificaciones del INVIAS. (Ver Ilustración 18). Otro tipo de control que realizó la interventoría fue en el campo donde se hizo un control visual de cada actividad y donde se realizó la toma de briquetas diarias, y verificación de temperaturas de la mezcla asfáltica MDC-25.

**Ilustración 18. Ensayos de control de mezcla asfáltica**



**Fuente: este estudio**

Ha continuación se presenta un cuadro 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 muestra la norma técnica con el que está relacionado, recursos necesarios, y responsable. (Ver Tabla 2).

**Tabla 2. Control mezcla asfáltica**

<b>CONTROL</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>RESPONSABLES</b>
ENSAYOS		
Contenido de asfalto (INV E-732)	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Granulometría de los agregados (INV E-782)	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Desgaste en Maquina de los ángeles	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Caras fracturadas	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Efecto del agua sobre mezclas asfálticas sueltas	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Densidad Bulk	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Micro Deval	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Equivalente de arena	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Adhesividad de ligantes bituminosos a los agregados finos	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Estabilidad (INV E-748)	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Inmersión-comprensión (INV E-738)	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Flujo (E-748)	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Compactación	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Espesor	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Lisura	Regla de tres metros	Inspector
Calidad de la mezcla asfáltica y control de la temperatura.	Equipo de laboratorio	Laboratorista
Verificar el estado de la maquinaria	Relación del equipo del constructor	Inspector
Temperatura de descargue y compactación	Termómetro	Inspector

**Fuente: Ingeniero residente de interventoría, Jesús Armando Calvache**

**Tabla 3. Control riego de imprimación**

<b>CONTROL</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>RESPONSABLES</b>
Tipo de Emulsión y velocidad de rotura	Certificado de calidad	Inspector
Fecha de elaboración y despacho	Certificado de calidad entregado	Ing. Residente y/o inspector
Recolección de muestras	Recipientes de aproximadamente 1 litro	Inspector

**Fuente: Ingeniero residente de interventoría, Jesús Armando Calvache**

## CONCLUSIONES

En la ejecución de cada una de las actividades del proyecto pude aportar el conocimiento adquirido a largo de la formación académica en el programa de ingeniería civil, todos estos conocimientos se fortalecieron y complementaron con esta experiencia.

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 gran 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 la mezcla asfáltica 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 de costos de interventoría.

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.

## **RECOMENDACIONES**

### **A la institución**

Brindar aspectos más amplios a los estudiantes acerca del campo laboral para que tengan una base cada vez más firme y de esta manera puedan adaptarse rápidamente al ámbito de trabajo.

Ofrecer mayor cantidad y calidad de conocimientos tecnológicos y científicos para mantenerse a la vanguardia en cuanto a las nuevas metodologías conforme a la especialidad, desechando el contenido anterior e impartiendo tendencias más actuales que hagan las veces de soporte y cultura general para la autonomía de los alumnos.

### **A los pasantes**

Como pasantes debemos aceptar y afrontar con profesionalismo los errores que se puedan cometer, ya que estos nos enseñaran muchas lecciones y por ello se evitaran cometer en un futuro.

Actualizar constantemente nuestros conocimientos en cuanto a los programas y herramientas que usamos a diario, para así explotarlas al máximo y mejorar nuestro rendimiento cuando estemos trabajando en oficina y campo.

Al realizar cualquiera de las actividades asignadas como pasante se debe tener en cuenta que debemos cumplir las normas técnicas elaboradas para dicha actividad

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Especificaciones generales de construcción de carreteras de INVIAS 2013.

Manual de interventoría 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.

ALFONSO MONTEJO FONSECA, Ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogotá, D.C., 2002.

GABRIEL ENRIQUE BONETT SOLANO, Guía de procesos constructivos en una vía en pavimento flexible. Bogotá, D.C.