

**AUXILIAR DE INTERVENTORÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y  
PAVIMENTACIÓN DE LA CARRETERA BADILLO – SAN JUAN DEL CESAR**

**YEINER JOSÉ CUELLO ROJAS**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
COMITÉ DE TRABAJO DE GRADO  
BUCARAMANGA  
2014**

**AUXILIAR DE INTERVENTORÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y  
PAVIMENTACIÓN DE LA CARRETERA BADILLO – SAN JUAN DEL CESAR**

**YEINER JOSÉ CUELLO ROJAS**

**Práctica empresarial como requisito para optar al título de  
Ingeniero civil**

**DIRECTOR  
JORGE HERNANDO GÓMEZ GÓMEZ  
INGENIERO CIVIL**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
COMITÉ DE TRABAJO DE GRADO  
BUCARAMANGA  
2014**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bucaramanga, Agosto de 2014

*Este logro es dedicado a mis padres,  
Por el esfuerzo que hicieron día tras día,  
Para formarme como profesional y  
Brindarme los valores que me caracterizan*

## **AGRADECIMIENTOS.**

Agradecer primero a Dios por regalarme la sabiduría para realizar mis estudios en estos 5 años y guiarme siempre por el camino del bien a la hora de tomar cualquier decisión. Agradecer a mis padres por el apoyo incondicional, por los ánimos recibidos cada día para no rendirme ante las adversidades y acortar la distancia escuchando su voz diariamente.

Gracias a toda mi familia por confiar en mí y apoyarme en cada situación, alegrándose de cada uno de mis triunfos obtenidos durante mi carrera universitaria.

Gracias a mis amigos porque cada día estuvieron conmigo, apoyándome y levantándome en las caídas y disfrutando de mis triunfos.

Gracias a la universidad pontificia bolivariana y a los profesores por darme todo el conocimiento, y los valores que hoy me hacen un profesional competente ante una sociedad activa.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
1. OBJETIVOS	13
1.1. OBJETIVOS GENERALES	13
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	15
2.1.1. Localización	15
2.1.2. Características técnicas del proyecto	16
3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	17
3.1. VERIFICAR LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL LABORATORIO DE LOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	17
3.1.1. Granulometría y límites de Atterberg	17
3.1.2. Equivalente de arena	20
3.1.3. Desgaste en la máquina de los Ángeles.	20
3.1.4. Proctor	21
3.1.5. Índice de alargamiento y aplanamiento y porcentaje de caras fracturadas.	22
3.1.6. Resistencia de cilindros de concretos.	22
3.1.7. Ensayos a la mezcla asfáltica.	23
3.1.8. Remisión de muestras al laboratorio.	24
3.2. VELAR POR EL CUMPLIMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.	24
3.2.1. Procedimiento de construcción de la estructura del pavimento para las capas de material granular.	25
3.2.2. Procedimiento de construcción de la carpeta asfáltica del pavimento.	

3.3. INSPECCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS.	33
3.3.1. Construcción de alcantarillas	33
3.3.2 Cantidades de obras	35
3.4. REGISTRO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA CONTRATISTA DIARIAMENTE.	35
3.4.1. Registro en Bitácora y control diario de la obra.	35
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	40

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del proyecto – a Badillo- San Juan del Cesar, sector k47+500 - k52+674	15
Figura 2. Resultado de Granulometría y límites de Atterberg	18
Figura 3. Resultado de ensayo Equivalente de arena	20
Figura 4 Resultado de ensayo Desgaste en la máquina de los Ángeles.	21
Figura 5. Resultado de ensayo Proctor	21
Figura 6. Índice de alargamiento y aplanamiento y porcentaje de caras fracturadas.	22
Figura 7. Resultado ensayos de Resistencia de cilindros de concretos	22
Figura 8. Resultados de ensayo de Ensayos a la mezcla asfáltica.	23
Figura 9. Remisión de muestras al laboratorio	24
Figura 10. Suministro, extendido y compactado de material de terraplén del K48+760 al K50 + 100	25
Figura 11. Suministro, extendido y compactado de material de subbase del K47+500 al K48 + 440 y K48 + 760 al K50 + 000.	27
Figura 12. Suministro, extendido y compactado de material de base granular del K47 + 500 al K48 + 100 y K48 + 760 al K49 + 620.	29
Figura 13. Suministro, extendido y compactado de la mezcla densa en caliente MDC-2 del K47 + 500 al K48 + 100	31
Figura 14. Cálculo de cantidades de obra	35
Figura 15. Bitácoras	36



## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1: Fallos presentados por la saturación del material de terraplén	27
Imagen 2: Cajeo realizado para corregir fallos en material de terraplén	27
Imagen 3: Ensayo de densidad por método del cono de arena, para la corona de terraplén	27
Imagen 4: Fallos presentados por la saturación del material de subbase	29
Imagen 5: Cajeo realizado para corregir fallos en material de terraplén	29
Imagen 6: Ensayo de densidad por método del cono de arena, para la capa de subbase	29
Imagen 7: Ensayo de densidad por método del cono de arena, para la capa de base granular	30
Imagen 8: Medición de la temperatura de la mezcla asfáltica que llega a la obra	32
Imagen 9: Medición de la temperatura de la mezcla asfáltica extendida	32
Imagen 10: Imprimación con emulsión asfáltica de rotura lenta	32
Imagen 11: Colocación de mezcla asfáltica para proteger la imprimación	32
Imagen 12: Ensayo de asentamiento de concreto (Slump)	34
Imagen 13: Ensayo de asentamiento de concreto (Slump)	34
Imagen 14: Medición de cantidades de obra (acero de refuerzo)	34
Imagen 15: Medición de cantidades de obra (acero de refuerzo)	34
Imagen 16: Toma de muestras de concreto.	34
Imagen 17: Toma de muestras de concreto.	34

## RESUMEN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** Auxiliar de interventoría para la construcción y pavimentación de la carretera Badillo – San Juan del Cesar  
**AUTOR:** Yeiner José Cuello Rojas  
**FACULTAD:** Ingeniería Civil  
**DIRECTOR:** Jorge Hernando Gómez Gómez

### RESUMEN

La práctica universitaria es realizada con el Consorcio Intervial Sendas, el cual es el encargado de realizarle interventoría a la construcción y pavimentación de la carretera Badillo – San Juan Del Cesar, la cual es construida por la empresa Pavimentar S.A; el practicante se desempeña dentro de la empresa como inspector de obra y reemplazo del ingeniero residente cuando este no se encuentra en obra. El pasante ha obtenido un rendimiento sobresaliente en las actividades realizadas diariamente, aportando el conocimiento adquirido durante su formación académica y ética en la Universidad Pontificia Bolivariana. En el siguiente informe se encontrará un resumen de las actividades realizadas por el practicante dentro de la empresa dentro de las que se pueden destacar las siguientes, diligenciar un formato para el control diario de la obra, es decir, relacionar el personal del contratista, tener en cuenta la señalización instalada, el estado del tiempo y los equipos que trabajan diariamente para la empresa contratista. Además de esto hacer una descripción de los trabajos realizados y el registro de cantidades de obra ejecutadas en el día y realizar observaciones de los problemas encontrados, esto también debe ser consignado en la bitácora de obra. Otra de las funciones del practicante es tomar muestra del material colocado durante la semana (Terraplén, Subbase Granular, Base Granular, Mezcla Asfáltica y/o Concreto hidráulico), y verificar si cumple con las especificaciones de las normas invías, por otra parte inspeccionar la construcción de las alcantarillas y estén de acuerdo a su diseño tanto estructuralmente como la colocación del acero de refuerzo. Realizar con ayuda de un laboratorista las densidades para cada una de las capa de terraplén, subbase y base. Por otra parte el informe indicará alguno de los resultados obtenidos de las muestras de concreto y caracterizaciones de los diferentes materiales.

**PALABRAS CLAVES** Alcantarillas, Material Granular, Mezcla Asfálticas y Cantidades de Obra

## GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

**TITLE:** Assistant auditing for construction and road paving  
Badillo - San Juan del Cesar

**AUTHOR:** Yeiner José Cuello Rojas

**FACULTY:** Civil Engineering

**DIRECTOR:** Jorge Hernando Gómez Gómez

### ABSTRACT

The university practice is performed with the Consortium Intervial Sendas, which is responsible for auditing Give you the construction and paving of the road Badillo - San Juan Del Cesar, which is built by the company S.A Paving; the practitioner plays within the company as inspector of work and replacing the resident engineer when he isn't at work. The intern has earned an outstanding performance in daily activities, providing the knowledge acquired during their academic training and ethics at the Universidad Pontificia Bolivariana. The following report summarizes the activities of the practitioner within the company in which we can highlight the following will be found, fill out a form for the daily monitoring of the work, ie relate contractor personnel, have into account the installed signage, the weather and the teams working daily to the contractor. Besides this make a description of the work performed and recording quantities of work executed on the day and make observations of the problems encountered, this should also be recorded in the log book. Another function of the practitioner is to take sample of material placed during the week (Fill, Subbase Granular, Granular Base, Mix Asphalt and / or Concrete hydraulic), and verify that it complies with the specifications of the INVIAS rules, moreover inspect construction of culvert and agree to its design both structurally and placement of reinforcing steel. Perform a laboratory using the densities for each layer of embankment, subbase and base. Moreover, the report indicates some of the results obtained from the samples of concrete and characterizations of the various materials.

**KEYWORDS** Culvert, Granular materials, Asphalt, Lots of Word

## INTRODUCCIÓN

El siguiente informe hace referencia a la interventoría técnica para la construcción y pavimentación de la carretera Badillo – San Juan del Cesar, es importante destacar que un interventor se encarga de vigilar, controlar y verificar el cumplimiento de un contrato estatal y las obligaciones pactadas en él. La construcción de esta carretera se realiza con el fin de disminuir la distancia entre la capital del departamento del Cesar y la mitad del departamento de La Guajira, y a la vez descongestionar la vía existente debido a que por esta se encuentra todo el flujo vehicular que se dirige hacia el interior del país.

En el informe se presentan además de esto, las actividades realizadas por el practicante, los resultados obtenidos de algunos de los materiales ensayados en los laboratorios, memorias de cálculos del volumen de concreto y cantidad de acero colocado en las obras de drenaje.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVOS GENERALES**

- ✓ Vigilar y controlar la construcción de la carretera Badillo – San Juan del Cesar en el K47 + 500 al K52 + 674 en el Departamento de la Guajira, teniendo en cuenta las especificaciones de las normas del Instituto Nacional de Vías.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Verificar que los resultados de los ensayos del laboratorio de las capas del pavimento cumplan con los requerimientos de las normas del Instituto Nacional de Vías.
- ✓ Registrar las actividades desarrolladas por la empresa contratista diariamente en la bitácora.
- ✓ Inspeccionar que la construcción de obras complementarias en el tramo de carretera cumplan con su diseño.
- ✓ Velar por el cumplimiento del diseño geométrico de la carretera y de la estructura del pavimento.
- ✓ Relacionar las cantidades de obra ejecutadas diariamente de las actividades realizadas.

## 2. MARCO TEÓRICO

El desarrollo de las vías terrestres en Colombia inicio en épocas pre económico cuando el hombre llevaba en la mano, en la espalda o sobre la cabeza un objeto cualquiera. Más adelante, se utilizó el animal para esta actividad en seguida las balsas y canoas aprovechando los caudalosos ríos, las velas en los mares, aprovechando la dirección de los vientos para las embarcaciones primitivas.

<sup>1</sup>La importancia de conectar otras regiones a través de carreteras, como actividad económica, consiste en el traslado de un sitio a otro de personas, animales y cosas. Esta es la base física de la circulación de la riqueza y de la producción. Así pues, estas vías de comunicación nacen gracias a la creciente densidad poblacional de las ciudades en las nacientes culturas de la edad antigua. Esta necesidad de comunicar los pueblos tiene como premisa hacer llegar suministros alimenticios o transportarlos a otros consumidores, utilizando senderos que más adelante los modificaron, creando las carreteras para la circulación.

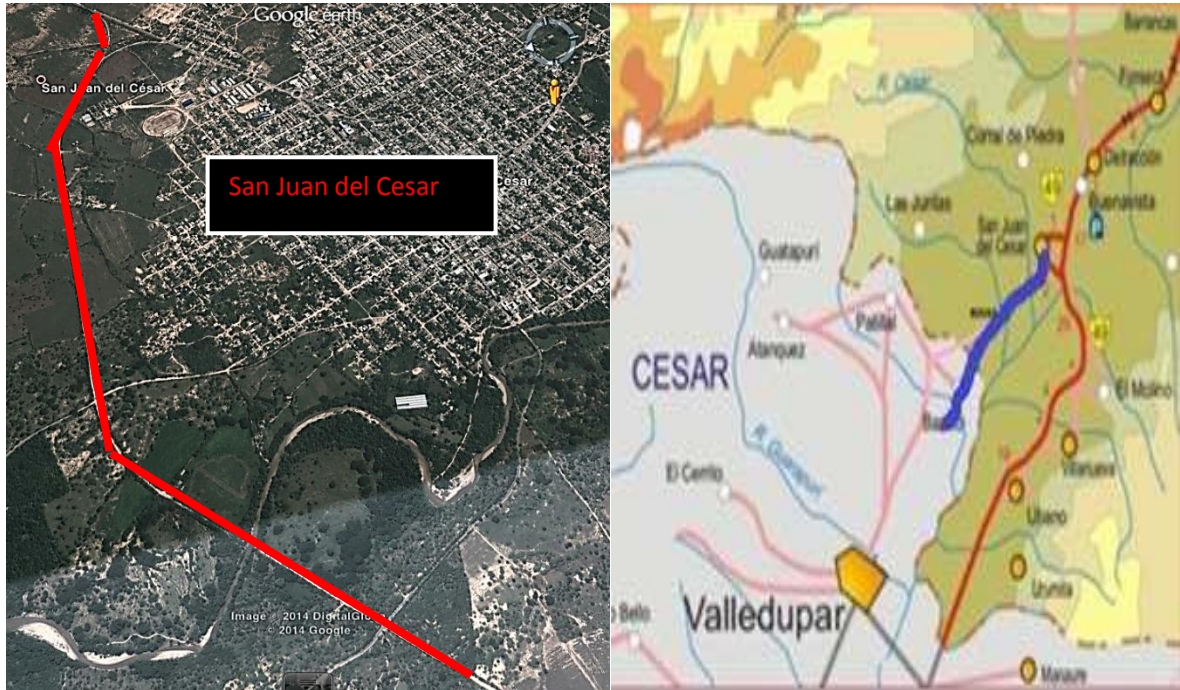
Al principio se dice que las carreteras eran terminadas hasta la capa de afirmado, sin embargo hasta 1929 el ministerio de obras públicas pavimenta 5 Km de la carrera 7a entre San Diego y la Avenida Chile (Bogotá) utilizando concreto asfáltico, considerándose esta como la primera carretera con pavimento flexible. Una vez realizado este recuento a lo largo de la historia se procede a hacer una descripción del proyecto para la construcción y pavimentación de la Vía Badillo – San Juan del Cesar.

---

<sup>1</sup> Tomado de: Docentes Sociales Primaria. <http://viasigloxxcolombia.blogspot.com/>. Actualizada en 14 enero 2010, consultado en 9 Julio 2014.

## 2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1.1. Localización



**Figura 1. Localización del proyecto – vía Badillo- San Juan del Cesar, sector k47+500 - k52+674**

El tramo a intervenir está comprendido dentro de la carretera Valledupar–Badillo-Sanjuán, sector Badillo-Sanjuán de la Ruta 8004A, de la Red Nacional de Carreteras, en el norte de la Ciudad de Valledupar, para darle continuidad al pavimento construido con anterioridad en concreto asfáltico desde el Municipio de Valledupar donde está el PR0+000 hasta el PR42+000 corregimiento de los Haticos, Departamento de la Guajira; a partir de este punto de referencia, la vía se encuentra en afirmado, contrato adjudicado a la firma INGEVÍAS hasta el K47+500, donde inicia el contrato adjudicado a PAVIMENTAR S.A. hasta el K52+674, interceptándose con la carretera nacional CÓDIGO 4902, VÍA LA PAZ- SAN JUÁN DEL CESAR- BUENAVISTA.

La vía será construida en una calzada de dos sentidos de 7,30 m, de ancho, bermas de 2 m en ambos sentidos de la vía con su corona compactada y pavimento en capa de asfalto de 15 cm.

### **2.1.2. Características técnicas del proyecto**

El objetivo del proyecto es terminar la construcción del pavimento en concreto asfáltico, desde el K 47+500 hasta el K 52+674, adjudicado a la firma contratista PAVIMENTAR S.A. estos sectores que le dan continuidad al anterior tramo como el comprendido entre el K 42+000 AL K 47+500, de la firma contratista INGEVÍAS.

Teniendo en cuenta estos tramos y la construcción del puente sobre el Río Cesar con sus accesos ejecutadas por un tercer contratista entre el K48+460 al K48+760, completa el total del proyecto, para el cual se convierten en tres contratos adjudicados, por INVÍAS; esta importante carretera comunicará el sur de la Guajira, Cesar, y el interior del país con el vecino país de Venezuela. Se pretende mejorar la transitabilidad de la vía y garantizar la movilidad, seguridad de los usuarios, dándole la estabilidad con su nueva estructura de la carretera.

El proyecto comprende la ejecución de actividades tales como: desmonte y limpieza de zonas no boscosas; excavación en material común de la explanación y canales, conformación de calzada existente; la pavimentación, incluyendo todo lo que conforma la estructura del pavimento; los cuales se consideran, terraplenes, sub base, base granular y mezcla densa en caliente tipo MDC-2; además las obras de drenaje como alcantarillas de 0,90 mt de diámetro; suministro e instalación de señales verticales, postes de referencia, suministro e instalación de defensa metálica con todos sus complementos, de acuerdo con los diseños entregados por el INVIAS; y señalización tanto horizontal como vertical del nuevo tramo de vía.

En desarrollo del contrato de obra se seguirán las especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS -2007, las especificaciones particulares, las normas de ensayo de materiales para carreteras del Instituto Nacional de Vías, el manual de señalización del Ministerio de Transporte, además de los diseños suministrados por el INVIAS.



### **3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

#### **3.1. VERIFICAR LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL LABORATORIO DE LOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS**

En esta instancia el auxiliar de la interventoría le corresponde tomar muestras de los materiales de la estructura del pavimento instalados durante la semana y enviarlos al laboratorio. En el caso de Terraplén, subbase y base granular se solicitaba caracterización, mientras que en la mezcla asfáltica se solicitaba ensayos como, contenido de asfalto, granulometría, estabilidad, flujo y densidad, además compararlo con el diseño entregado por el contratista a la interventoría, el cual a su vez ha sido comparado con las especificaciones del Instituto Nacional de Vías. Una vez realizados los ensayos y entregados los resultados entonces se procede a su interpretación con el fin de aceptar o manifestar al supervisor de prácticas los problemas o anomalías encontradas.

A continuación se presentan algunos de los resultados de los ensayos realizados para la capa de base granular, la cual es una de las más exigentes por el invías, teniendo en cuenta que sobre esta debe ir colocada la carpeta asfáltica. Se presenta la caracterización realizada a este material, solicitando los ensayos indicados en la especificación invías Art 300 – 07 (Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbases granulares y bases granulares y estabilizadas), teniendo en cuenta que el nivel de transito de esta carretera es considerado como NT2.

##### **3.1.1. Granulometría y límites de Atterberg**

La granulometría se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Para el conocimiento de la composición granulométrica de un determinado suelo existen diferentes procedimientos, el más común y el que fue utilizado para la realización de este ensayo fue el tamizado.

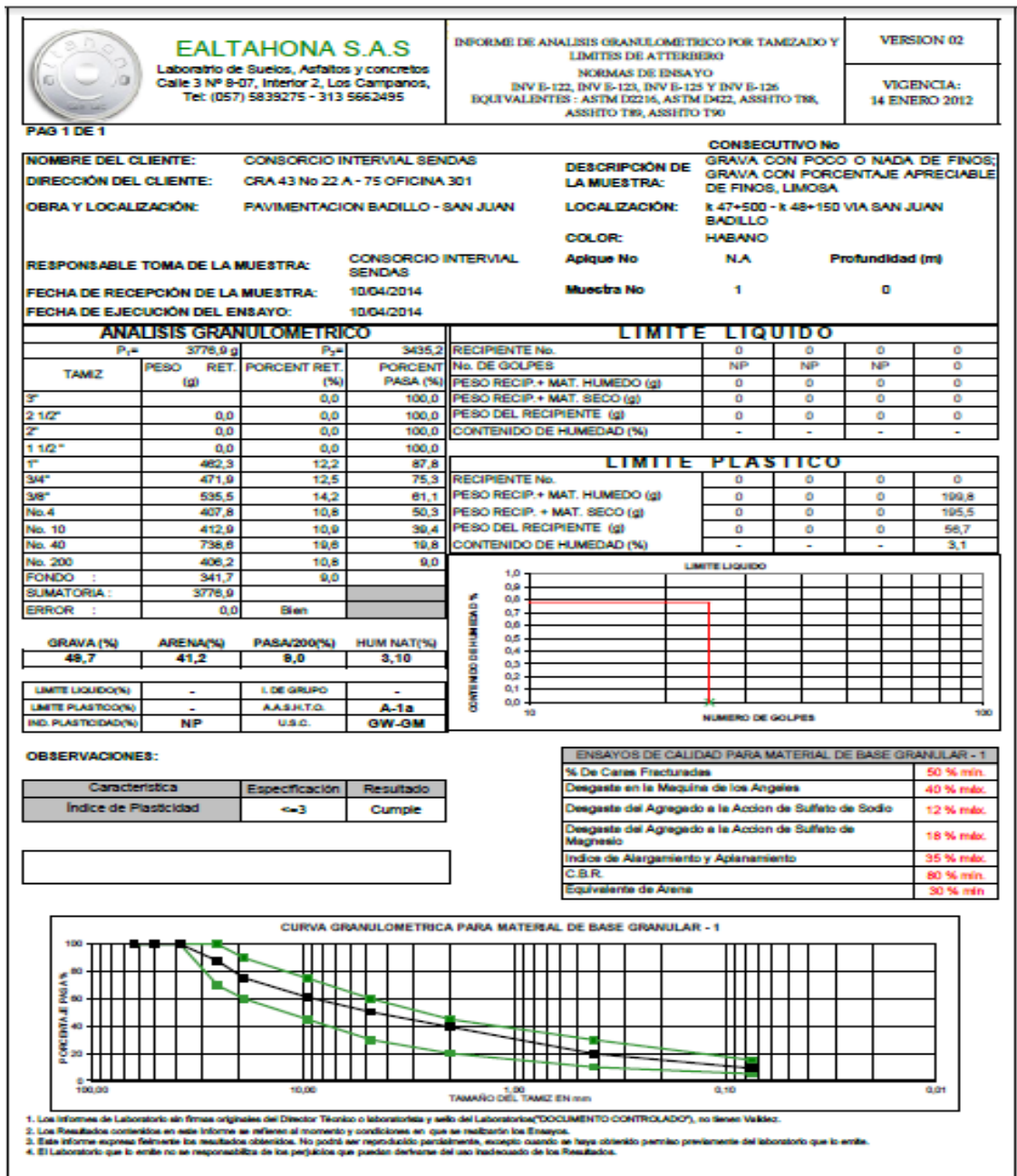


Figura 2. Resultado de Granulometría y límites de Atterberg

Para la interpretación de este resultado se tiene lo siguiente Grava 49,7%, arena 41,2% y Pasa 200 9%, lo que corresponde a decir que la mayor parte del material fue retenido en los tamices 1", 3/4", 3/8 " y N°4.

Lo cual comparado con la especificación para el material de base granular se puede decir que cumple debido a que esta exige que los porcentajes que pasan

para los tamices 1", 3/4", 3/8 ", N°4, N°10, N°40 y N°200 estén entre los rangos 70 – 100, 60 – 90, 45 – 75, 30 – 60, 20 – 45, 10 – 30 y 5 – 15 respectivamente.

<sup>2</sup>Los límites de atterberg son: Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad, para entender es necesario conocer que la plasticidad es considerada como la propiedad que contienen los suelos de poder deformarse, hasta cierto límite sin romperse, definido esto entonces el limite plástico es el contenido de humedad, expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico. Por otro lado se define el límite líquido como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia de estado líquido a plástico. Mientras que el índice de plasticidad es la numérica entre el índice líquido y el índice plástico e indica el margen de humedades dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo definen los ensayos. Conociendo esto entonces y observando los resultados se puede decir que el material de base granular analizado no presenta limite líquido y el limite plástico es A – 1a lo que se considera según el sistema de clasificación de la ASSTHO como gravas y arenas, es decir el índice de plasticidad es nulo, lo cual es exactamente lo que exige la especificación invías.

---

<sup>2</sup> Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5ta edición. México, Limusa. 2004. Páginas 50 – 80.

### 3.1.2. Equivalente de arena

PRUEBA No	1	2	3	4
PROBETA No	1	2	3	
Lectura de Arena	3,3	3,4	3,5	
Lectura de Arcilla	11,8	9,6	8,6	
Equivalente de Arena(EA)	28,0	35,4	40,7	-

Equivalente de Arena Promedio (EA)	35%
------------------------------------	-----

ESPECIFICACIONES	
CAPA	NORMA
AFIRMADO	-
SUB BASE GRANULAR	> 25 %
BASE GRANULAR	> 30 %

Figura 3. Resultado de ensayo Equivalente de arena

Este ensayo lo que indica es la cantidad de finos que contienen los materiales que serán utilizados en la estructura del pavimento, está relacionado con la arcillas debido a que son los materiales que en contacto con el agua causan más daño a la estructura del pavimento. En este caso particular el material analizado es base granular, el cual comparando el resultado obtenido con la especificación se puede decir que está cumpliendo debido a que es de un 35% mientras que la norma exige que sea mayor al 30%.

### 3.1.3. Desgaste en la máquina de los Ángeles.

Este ensayo es otro de los realizados a la capa de base granular y es muy importante debido a que considera la duración y la resistencia al desgaste y al tiempo, depende directamente de las propiedades del material grueso; el resultado está cumpliendo debido a que la especificación para esta capa del pavimento exige que sea menor al 40%, mientras que el material presenta un desgaste del 25%.

<b>GRADACION USADA</b>	<b>E</b>
<b>No DE ESFERAS</b>	<b>12</b>
<b>No DE REVOLUCIONES</b>	<b>500</b>
<b>PESO INICIAL (g)</b>	5000
<b>PESO FINAL (g)</b>	3749
<b>PERDIDA (g)</b>	1251
<b>% DE DESGASTE</b>	25,0%

ESPECIFICACIONES	
CAPA	NORMA
AFIRMADO	<50 %
SUB BASE GRANULAR	<50 %
BASE GRANULAR	<40 %

Figura 4 Resultado de ensayo Desgaste en la máquina de los Ángeles.

### 3.1.4. Proctor



CARACTERISTICAS DEL EQUIPO UTILIZADO
Peso del martillo=2.5Kg(5.5lb), Altura de Caída Del Martillo=305mm(12"), Diámetro del Molde=152mm(6"), Altura del Collar Ajustable=80mm(2 3/8"). Se remueve material Retenido en el Tamiz No 3/4"(19mm).

CLASIFICACION	
A.A.S.H.T.O.	A-1a
U.S.C.	GW

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Densidad Max:	138,7	lb/pe³
Densidad Max:	2,22	g/cm³
Humedad óptima	9,1	%

Figura 5. Resultado de ensayo Proctor

El proctor es un ensayo realizado con el objetivo de determinar la densidad máxima seca y la humedad óptima de compactación, el practicante tenía en cuenta este resultado para verificar y comparar esta densidad encontrada teóricamente con las condiciones en campo, con los ensayos de densidad realizados en obra, de esta manera se determinaba si la compactación de la capa de base granular estaba en apta para soportar el tránsito proyectado por la vía sin que esta sufriera movimientos o asentamientos que colocará en riesgo la carpeta asfáltica.

Otra de las utilidades de este ensayo era comparar la humedad del material en épocas de lluvia con el resultado adquirido en el laboratorio, debido a que el practicante solicitaba a la empresa contratista el ensayo para la determinación de la humedad por algunos de los métodos avalados por el invías (Carburo de calcio u horno secador), conocido esto se procedía a compactar el material en caso de

tener la humedad acorde al ensayo o en su defecto acordonar el material y esperar a que la energía solar hiciera un proceso de secamiento.

### 3.1.5. Índice de alargamiento y aplanamiento y porcentaje de caras fracturadas.

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	78,99%	INDICE DE APLANAMIENTO	21,6%
		INDICE DE ALARGAMIENTO	27,2%

ESPECIFICACIONES		ESPECIFICACIONES	
CAPA	NORMA	CAPAS	NORMA
AFIRMADO	-	AFIRMADO	No Aplica
SUB BASE GRANULAR	-	SUB BASE GRANULAR	No Aplica
BASE GRANULAR	> 50 %	BASE GRANULAR	<35 %

Figura 6. Índice de alargamiento y aplanamiento y porcentaje de caras fracturadas.

Analizando los resultados de estos ensayos, es posible decir que están cumpliendo con respecto a las especificaciones invías para la capa de base granulares.

Para estos y todos los demás ensayos el practicante comparaba y verificaba si estaban cumpliendo los resultados y le manifestaba al supervisor si estaban cumpliendo o en caso de ausencia del supervisor permitir que la empresa contratista proceda a suministrar, extender y compactar el material de la mejor manera y teniendo en cuenta las normas Invías.

### 3.1.6. Resistencia de cilindros de concretos.

CILINDRO No	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	AREA DEL CILINDRO (Pm²)	LECTURA DEL ENSAYO (KN)	RESISTENCIA		TIPO DE ROTURA	PROYECCION A LOS 28 DIAS	
								F.S.L	MPa		F.S.L	MPa
1	ALETA ALCANTARILLA	21-mar-14	28-mar-14	7	K47+535	28,27	210,8	1676,4	11,6	B	2700,0	18,6
2	ALETA ALCANTARILLA	21-mar-14	04-abr-14	14	K47+535	28,27	290,5	2310,2	15,9	B	2679,9	18,5
3	PLACA ALCANTARILLA	21-mar-14	18-abr-14	28	K47+535	28,27	439,2	3492,8	24,1	B	3492,8	24,1
4	LOSA	21-mar-14	28-mar-14	7	K 474+653	28,27	316,4	2516,2	17,3	B	3770,2	26,0
5	LOSA	21-mar-14	04-abr-14	14	K 474+653	28,27	349,8	2781,8	19,2	B	3226,9	22,2
6	LOSA	21-mar-14	18-abr-14	28	K 474+653	28,27	482,8	3839,5	26,5	B	3839,5	26,5

TIPOS DE ROTURA				
TIPO A	TIPO B	TIPO C	TIPO D	TIPO E

CLASIFICACION DE LA CONSISTENCIA DEL CONCRETO SEGÚN EL ASENTAMIENTO(SLUMP) DEL MISMO					
CONSISTENCIA	SECA	SEMI SECA	MEDIA	HUMEDA	MUY HUMEDA
ASENTAMIENTO	20 - 35	35 - 50	50 - 100	100 - 150	150 o más

Figura 7. Resultado ensayos de Resistencia de cilindros de concretos

Para estos ensayos al practicante le correspondía verificar la duración y la resistencia de cada uno de los cilindros de cada uno de los elementos de las alcantarillas y observar la proyección de estos a los 28 días para ver si está dentro de rango esperado, de igual forma el pasante lleva el control de que los especímenes permanezcan dentro de la pileta de agua para tener un proceso de curado hasta los 28 días, otra de las labores es manifestar a el supervisor y al ingeniero residente de la empresa contratista en caso de no cumplir la resistencia y citarlos para fallar el cilindro testigo.

### 3.1.7. Ensayos a la mezcla asfáltica.

ANALISIS GRANULOMETRICO				ESPECIFICACION MDC -		DENSIDAD - ESTABILIDAD - FLUJO				
P <sub>1</sub> = 1200,3 g		P <sub>2</sub> = 1141,6		2			1	2	3	3
TAMIZ	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)	LIMITE INFERIOR % PASA	LIMITE SUPERIOR % PASA					
2"		0,0	100,0	100	100	Espesor de la Briqueta (Pulg)	2 3/4	2 3/4	2 3/4	
1 1/2"		0,0	100,0	100	100	Peso de La Briqueta (g)	1207,9	1205,1	1286,3	
1"		0,0	100,0	100	100	Peso Briqueta + Parafina en el Aire(g)	1216,9	1214	1295,3	
3/4"	15,0	1,2	98,8	100	100	Peso Parafina (g)	9,0	8,9	9,0	
1/2"	160,9	13,4	85,3	80	100	Volumen de la Parafina (cc)	10,1	10,0	10,1	
3/8"	128,6	10,7	74,6	70	88	Peso Briqueta + Parafina en Agua (g)	676,7	674,9	735,2	
No.4	275,0	22,9	51,7	51	68	volumen de la Briqueta + Parafina (cc)	540,2	539,1	560,1	
No.10	213,6	17,8	33,9	38	52	Volumen de la Briqueta (cc)	530,1	529,1	550,0	
No.40	216,5	18,0	15,9	17	28	Densidad de la Mezcla Asfáltica(g/cm3)	2,28	2,28	2,34	
No.80	86,1	7,2	8,7	8	17	Medida de la Estabilidad	222,0	200,0	225,0	
N.200	45,9	3,8	4,9	4	8	Factor de Corección	1,00	1,05	1,05	
FONDO :	58,7	4,9				Estabilidad (Kgf)	946,1	893,9	1006,9	
SUMATORIA :	1200,3					Estabilidad Corregida (Lb)	2083,8	1968,8	2217,9	
ERROR :	0,0	Bien				Flujo (1/100 Pulg)	11,4	11,6	11,5	
						Flujo (mm)	2,9	2,9	2,9	

GRAVA (%)	ARENA(%)	PASA/200(%)	HUM NAT(%)
48,3	46,8	4,9	0,00%

PESO INICIAL DE MEZCLA ASFALTICA (gr)	1274,6
PESO FINAL DE AGREGADOS SIN ASFALTO (gr)	1200,3
% DE ASFALTO	5,8%

Figura 8. Resultados de ensayo de Ensayos a la mezcla asfáltica.

Para los ensayos realizados a la mezcla asfáltica es importante aclarar que la empresa contratista envió un diseño a la interventoría el cual fue aprobada después de realizar ciertos ajustes; conocido esto entonces el practicante corroboraba semanalmente que los resultados de los ensayos de densidad, estabilidad, flujo y % de asfalto con el diseño de la empresa contratista y verificar si estaba dentro cumpliendo o estaba dentro del rango permitido, para el caso de la granulometría era comparado con la especificación invías (Art-450), y verificar

que la mezcla instalada era MDC-2, que era lo indicado en el diseño estructural del pavimento.

### 3.1.8. Remisión de muestras al laboratorio.

	REMISION DE MUESTRAS A LABORATORIO				INTERVENTOR: CONSORCIO INTERVIAL SENDAS	
	INTERVENTORÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y PAVIMENTACIÓN DE LA CARRETERA BADILLO - SAN JUAN DEL CESAR, SECTOR K47+500 - K52+674 RUTA 8004A, EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA					
						Versión: 0
Contrato de Obra No 3148 de 2.013 cuyo objeto es "CONSTRUCCIÓN Y PAVIMENTACIÓN DE LA CARRETERA BADILLO - SAN JUAN DEL CESAR, SECTOR K47+500 - K52+674 RUTA 8004A, EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA."				FECHA		
				D:	M:	A:
DESCRIPCION ACTIVI						
MUESTRA No:	LOCALIZACION:	OBRA:	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA:		
MUESTRA No:	LOCALIZACION:	OBRA:	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA:		
MUESTRA No:	LOCALIZACION:	OBRA:	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA:		
MUESTRA No:	LOCALIZACION:	OBRA:	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA:		
MUESTRA No:	LOCALIZACION:	OBRA:	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA:		
NOMBRE LABORATORIO DONDE SE ENVIAN LAS						
ENSAYOS SOLICITADOS:						
Nombre Inspector Interventoría:			Nombre empleado laboratorio:			

Figura 9. Remisión de muestras al laboratorio

Para tomar las muestras de cada uno de los materiales granulares, de la mezcla asfáltica y del concreto hidráulico, era necesario que el practicante en su cargo de inspector de obra, diligenciar un formato de remisión de muestras al laboratorio donde se especificará el número de muestra, localización, descripción de la obra en el caso de las alcantarillas y el lado en el que se ejecuta, la fecha de toma y la fecha de rotura para los cilindros de concreto, además era importante registrar los ensayos solicitados al laboratorio y la fecha de entrega al laboratorio, este formato era firmado por el inspector de interventoría y por el empleado del laboratorio que recibía las muestras.

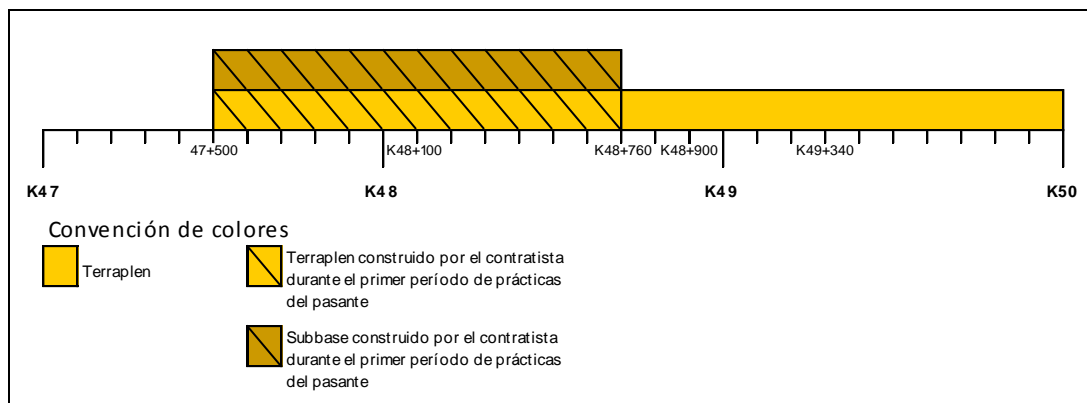
### 3.2. VELAR POR EL CUMPLIMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.

Para el desarrollo de esta actividad es necesario explicar el procedimiento para la conformación de la estructura de los pavimentos y en los cuales se encuentran incluidos la labor realizada por el pasante en cada uno de las capas.



### 3.2.1. Procedimiento de construcción de la estructura del pavimento para las capas de material granular.

#### 3.2.1.1. Suministro, extendido y compactado de material de terraplén del K48 + 760 al K50 + 100



**Figura 10. Suministro, extendido y compactado de material de terraplén del K48 + 760 al K50+100**

Para la colocación de esta capa se suministró el material de la cantera seleccionada, se conformó, se humedeció y se compactó el material comenzando desde los bordes del terraplén y avanzando hacia el centro con pasadas paralelas traslapadas y en el caso de las curvas peraltadas fue necesario comenzar desde la parte más baja hacia la más alta, tal y como lo explica la especificación del Invías (Art-220).

La colocación de este material resultó afectada por la temporada de lluvias, debido a que el material transportado llegaba a la obra muy saturado, esto se evidenció y fue comprobado por el practicante determinando la humedad mediante un probador con carburo de calcio (INVE-150). Como consecuencia de lo anterior, el pasante comunico al contratista que era necesario, acordonar y extender al sol dicho material hasta lograr la humedad óptima de compactación que fue comprobada con el ensayo de proctor modificado (INVE-148).

En cuanto a la compactación, en ocasiones fue necesario conformar y compactar con un alto grado de saturación para que la lluvia no afectara de manera considerable dicho material. Es de resaltar que se llegaron a formar fallos como acolchonamientos y abultamientos, por lo tanto el practicante debió

exigirle al contratista escarificar el tramo y realizar cajeros para extender el material al sol todo el día, y al final de la jornada conformar y compactar por capas de 0.15 m; o en su defecto reemplazar este material cuando dejaba de cumplir con la especificación.

Para realizar los ensayos de densidades que validaron la calidad de la compactación del material de terraplén usado, le correspondió al practicante, indicar al contratista el sitio elegido para la de realización del ensayo. Luego se procedió a desarrollar este por el método conocido como el cono de arena y determinación de humedad mediante un probador con Carburo de Calcio (INV E – 150 y INV E – 161). Fue necesario que el pasante vigilara y controlara el procedimiento, y además calcular el ensayo aplicando la especificación para terraplenes (Art-220 numeral 220.5.2.1 Inciso a Compactación) como se muestra a continuación:

Si  $D_m - (k * s) \geq 0.90D_e$  (Cimiento y núcleo)

$D_m - (k * s) \geq 0.95D_e$  (Corona)

Se acepta el lote

Si  $D_m - (k * s) < 0.90D_e$  (Cimiento y núcleo)

$D_m - (k * s) < 0.95D_e$  (Corona)

Se rechaza el lote

El materia utilizado como terraplén fue de una calidad satisfactoria, tanto que cumplía con la especificación para subbase granular (Art -320), por lo que no fue necesario nivelar (cerrear) la capa de corona. A consecuencia de anterior la empresa interventora recibió dicho material con densidades y se procedió con la colocación de la capa de subbase.

**Imagen 1: Fallos presentados por la saturación del material de terraplén**



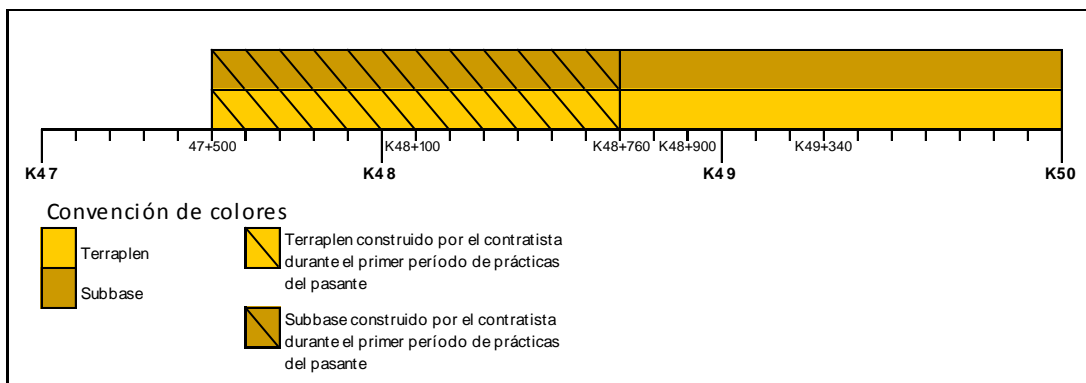
**Imagen 3: Ensayo de densidad por método del cono de arena, para la corona de terraplén**



**Imagen 2: Cajeo realizado para corregir fallos en material de terraplén**



**3.2.1.2. Suministro, extendido y compactado de material de subbase del K47 + 500 al K48 + 440 y K48 + 760 al K50 + 000.**



**Figura 11. Suministro, extendido y compactado de material de subbase del K47 + 500 al K48 + 440 y K48 + 760 al K50 + 000.**

Antes de continuar con la descripción del proceso de la subbase es necesario entender que esta es la capa granular localizada entre la subrasante y la base granular en los pavimentos asfálticos como el que se construye.

Para la colocación de este material se realiza el mismo procedimiento que para el material de terraplén, es decir, se suministró, se conformó, se humedeció y se compactó hasta un espesor aproximado de dicha capa; luego se niveló la capa de subbase para alcanzar las cotas especificadas en los planos definitivos, con las tolerancias establecidas. En esta ocasión el practicante le indicaba al topógrafo que realizara el levantamiento topográfico de la capa extendida.

La colocación de este material también resultó afectada por la temporada de lluvias, debido a que el material transportado llegaba a la obra con mucha humedad, esto se identificó y fue corroborado por el practicante determinando la humedad mediante un probador con carburo de calcio (INVE-150). Como consecuencia de lo anterior, el pasante comunicó al contratista que era necesario escarificar, acordonar y extender al sol dicho material para esperar que lograra la humedad apropiada de compactación.

Otra de las actividades realizadas por el pasante fue realizar los ensayos de densidad (INV E – 161), con ayuda de un auxiliar de laboratorio. Para realizar los ensayos de densidades que validaron la calidad de la compactación del material de subbase, le correspondió al practicante, indicar al contratista el sitio elegido para la de realización del ensayo. Luego se procedió a desarrollar este por el método conocido como el cono de arena y determinación de humedad mediante un probador con Carburo de Calcio (INV E – 150 y INV E – 161). Fue necesario que el pasante vigilara y controlara el procedimiento, y además calcular el ensayo aplicando la especificación para subbase (Art-320 numeral 320.5.2.2 Inciso b (Compactación).

Aplicada la fórmula indicada en la especificación (Art-320), y obteniendo resultados satisfactorios, el practicante liberó el tramo correspondiente para la colocación de la capa de base granular. Cuando aplicada la fórmula no se cumplía con la especificación entonces, se le indicaba al contratista que debía humectar y compactar mejor; o escarificar, homogeneizar, conformar y compactar, dependiendo de los resultados obtenidos.

**Imagen 4: Fallos presentados por la saturación del material de subbase**



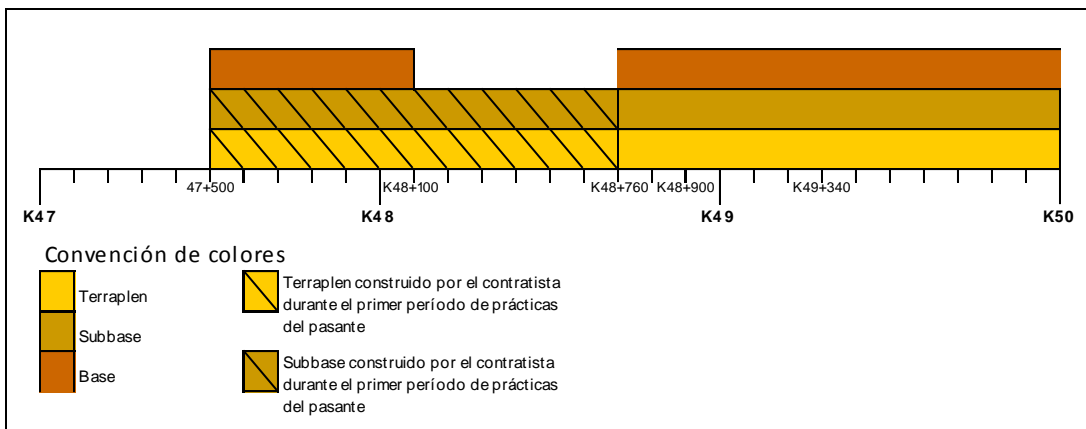
**Imagen 6: Ensayo de densidad por método del cono de arena, para la capa de subbase**



**Imagen 5: Cajeo realizado para corregir fallos en material de terraplén**



**3.2.1.3. Suministro, extendido y compactado de material de base granular del K47 + 500 al K48 + 100 y K48 + 760 al K50 + 000.**



**Figura 12. Suministro, extendido y compactado de material de base granular del K47 + 500 al K48 + 100 y K48 + 760 al K49 + 620.**

Para continuar es importante definir la base como la capa granular localizada entre la subbase y la carpeta asfáltica en los pavimentos asfálticos.

Para la colocación de este material se realiza el mismo procedimiento que para el material de terraplén y para el material de subbase, es decir, se suministró, se conformó, se humedeció y se compactó hasta un espesor aproximado de dicha capa; luego se creó la capa de base para alcanzar las cotas especificadas en los planos, con las tolerancias establecidas (No podrá exceder  $+0.00\text{mm}$  y  $-20.0\text{mm}$ ). En esta ocasión el practicante le indicaba al topógrafo que realizara el levantamiento topográfico de la capa extendida.

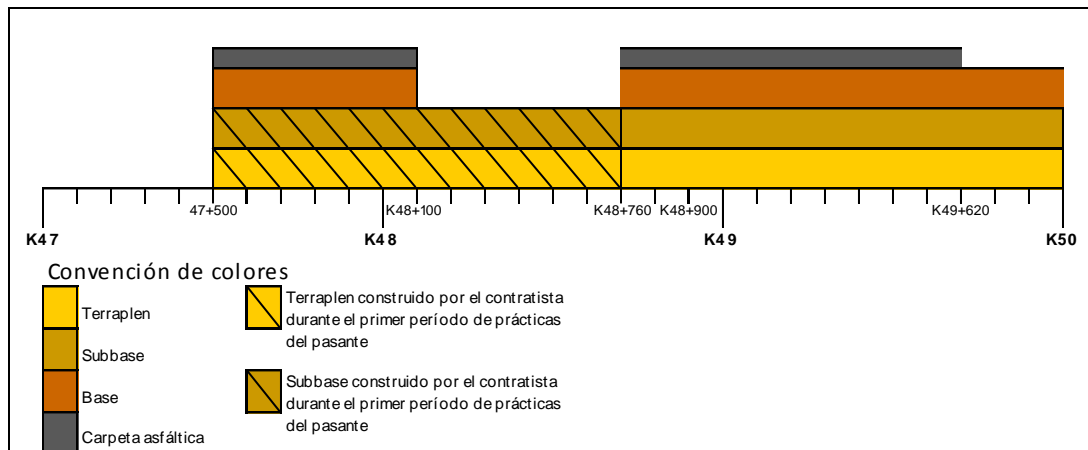
En resumen, se puede decir que para el proceso de liberación del tramo de base granular, al practicante le correspondió hacer exactamente lo mismo dicho anteriormente para las capas de terraplén y subbase, pero teniendo en cuenta que este material se rige bajo la especificación (Art-330)

**Imagen 7: Ensayo de densidad por método del cono de arena, para la capa de base granular**



### 3.2.2. Procedimiento de construcción de la carpeta asfáltica del pavimento.

#### 3.2.2.1. Suministro, extendido y compactado de la mezcla densa en caliente MDC-2 del K47 + 500 al K48 + 100 y K48 + 760 al K49 + 620.



**Figura 13. Suministro, extendido y compactado de la mezcla densa en caliente MDC-2 del K47 + 500 al K48 + 100**

Una vez liberada la capa de base granular, entonces se procedía aplicar la imprimación para lo cual se utilizó una emulsión catiónica de rotura lenta CRL-1, ya que estaba diluida en agua con una concentración aproximada de cuarenta por ciento (40%). Una vez realizada la imprimación el practicante le recordaba al ingeniero residente de la empresa contratista colocar la señalización necesaria para que el flujo vehicular no afectara el trabajo. Para la colocación de la mezcla asfáltica era necesario que la imprimación permaneciera por lo menos 4 horas, tarea que le correspondía al practicante indicar si se podía o no extender el concreto asfáltico, para esto hacía un recorrido por la imprimación y observaba la coloración de la misma (color morado) y la duración. Al momento del suministro, extendido y compactado de la mezcla asfáltica el practicante debía tener ciertos controles como:

- La temperatura del concreto asfáltico al llegar a la obra.
- La mezcla recibida al momento de ser extendida por la Finisher, se cumpla con los alineamientos, anchos y espesores pactados por los ingenieros residentes de la contratista e interventoría o en los planos.
- La temperatura del concreto asfáltico una vez extendido, y autorizar al vibro compactador si se tiene la temperatura entre 120°C y 130°C, de

igual forma indicar al hyster asfáltico (Compactador de llantas) cuando la temperatura se encuentre entre 85°C y 90°C.

- Al momento de iniciar con la extendida de la mezcla asfáltica se deben tener por lo menos 3 volquetas cargadas y en caso de un trabajo intermitente, medir la temperatura del concreto que queda sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora para que se encuentre dentro del rango especificado para la compactación o se efectuará una junta transversal.
- Otro de los controles es arrojar mezcla asfáltica delante de la finisher, para que las volquetas no afecten la imprimación.

**Imagen 8: Medición de la temperatura de la mezcla asfáltica que llega a la obra**



**Imagen 9: Medición de la temperatura de la mezcla asfáltica extendida**



**Imagen 10: Imprimación con emulsión asfáltica de rotura lenta**



**Imagen 11: Colocación de mezcla asfáltica para proteger la imprimación**





### **3.3. INSPECCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS.**

#### **3.3.1. Construcción de alcantarillas**

Aquí el practicante verificó las dimensiones de la excavación y de las partes que conforman la estructura (Capa de triturado y de solado). Además verificó que el concreto elaborado estuviera acorde con el diseño (Atraque 2500 Psi y Losa 3000 Psi), para esto se realizó el ensayo del asentamiento (INV E – 404) y se toman muestras del concreto (INV E – 401) de la losa.

Otra de las actividades realizadas fue la verificación que el acero de refuerzo colocado para la losa y las aletas estuviera de acuerdo con las especificaciones del diseño (espaciadas cada 0.20m y la losa acero 3/8" y para las aletas acero 1/2").

**Imagen 12: Ensayo de asentamiento de concreto (Slump)**



**Imagen 15: Medición de cantidades de obra (acero de refuerzo)**



**Imagen 13: Ensayo de asentamiento de concreto (Slump)**



**Imagen 16: Toma de muestras de concreto.**



**Imagen 14: Medición de cantidades de obra (acero de refuerzo)**



**Imagen 17: Toma de muestras de concreto.**



### 3.3.2 Cantidades de obras

Es tarea del pasante sacar las cantidades de obra de las alcantarillas, tener los datos del acero, excavaciones y volumen de concreto fundido en cada obra de drenaje, especificando la dimensión del acero y la resistencia del concreto.

Para los realces de las alcantarillas y boxculvert también fue necesario, sacar las cantidades de obra del acero de refuerzo y el volumen de concreto fundido, especificando la dimensión del acero y la resistencia del concreto, además inspeccionar que se apliquen el producto para anclar las barras de acero al concreto endurecido (Sikadur 31) y a la hora de fundir que se suministre el producto para unir el concreto fresco con el concreto endurecido (Sikadur 32).

ALCANTARILLA K 50 + 538				
ACERO DE REFUERZO CABEZOTE L. IZQ.				
DESCRIPC	ACERO	LONGITUD (m)	PESO (Kg)	
Bastones	1/2"	54.1	54.1	
Longitudinal	1/2"	14.55	14.55	
	Horizontal	36.8	36.8	
Transversal	1/2"	6.7	6.7	
	1/2"	14	14	
Viga	3/8"	27	15.12	
	3/8"	132	73.92	
Losa Sup (3/8")	Transversal	192	107.52	
	Longitudinal	192	107.52	
		<b>TOTAL ACERO</b>	<b>322.71</b>	

ACERO DE REFUERZO	513.26	Kg
-------------------	--------	----

EXCAVACION	29.51	m3
------------	-------	----

VOLUMEN DE CONCRETO 3000 PSI	5.07	m3
------------------------------	------	----

VOLUMEN DE CONCRETO 2500 PSI	25.87	m3
------------------------------	-------	----

VOLUMEN CONCRETO LADO IZQUIERDO				
ALTO (m)	ANCHO (m)	LARGO (m)	VOLUMEN (m3)	DESCRIPCION
1.765	0.35	1.74	2.15	Aletas
0.2	3.125	1.23	0.77	Losa Inf
0.2	1.7	8.84	3.01	Losa Sup
0.6	0.3	4	0.72	Dentellon
<b>Volumen Guardarueda</b>			<b>1.01</b>	
2.5	1.70	0.3	1.29	Rectangulo
0.95		0.3	0.29	Tubo
<b>Volumen Atraque</b>			<b>10.45</b>	
1.25	1.70	8.3	18.31	Rectangulo
0.95		8.3	8.46	Tubo
<b>TOTAL</b>			<b>15.10</b>	

VOLUMEN CONCRETO LADO DERECHO				
ALTO (m)	ANCHO (m)	LARGO (m)	VOLUMEN (m3)	DESCRIPCION
1.295	0.35	1.74	1.58	Aletas
0.2	3.07	1.14	0.70	Losa Inf
0.2	1.7	6.08	2.07	Losa Sup
0.6	0.3	4.3	0.77	Dentellon
<b>Volumen Guardarueda</b>			<b>0.58</b>	
1.7	1.70	0.3	0.86	Rectangulo
0.95		0.3	0.29	Tubo
<b>Volumen Atraque</b>			<b>7.14</b>	
1.25	1.70	6.08	12.92	Rectangulo
0.95		6.08	5.78	Tubo
<b>TOTAL</b>			<b>10.77</b>	

EXCAVACION				
ALTO (m)	ANCHO (m)	LARGO (m)	VOLUMEN (m3)	DESCRIPCION
0.65	1.7	10.3	22.76	L. IZQ
0.65	1.7	4.7	5.19	L. DER

Figura 14. Cálculo de cantidades de obra

### 3.4. REGISTRO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA CONTRATISTA DIARIAMENTE.

#### 3.4.1. Registro en Bitácora y control diario de la obra.

Otra de las actividades realizadas por el pasante es el registro de las actividades diarias en la bitácora de obra, relacionar los equipos utilizados para realizar tales actividades y el personal que labora diariamente. Otra de las cosas que se registran en la bitácora son las recomendaciones realizadas por la interventoría a la contratista y las anomalías presentadas en el transcurso del día, además de la



#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realizados los ensayos para cada uno de los materiales de terraplén, subbase granular y base granular, se puede decir que ensayos son muy importante realizarlo porque da a conocer la calidad del material e indica si es posible utilizarlo para la construcción de la estructura del pavimento. Realizando un análisis para los ensayos indicados anteriormente para la capa de base granular, es posible decir que en este caso todos están cumpliendo con la especificación (Art -330), por lo que el material está en condiciones de ser aplicado en la vía. Este es un material que conserva los límites de atterberg con un límite líquido nulo, el límite plástico A-1a, un índice de plasticidad nulo y además el equivalente de arena que está relacionado con los mencionados anteriormente, esta exigencia se debe prácticamente a que los suelos plásticos en presencia de agua se expanden mientras que en ausencia de ella se contraen lo cual es perjudicial para la estructura del pavimento debido a que es posible la futura formaciones de grietas en la carpeta asfáltica, un ejemplo de esto son los suelos con un alto contenido de arcillas, este análisis está muy relacionado con . Para la granulometría y la curva granulométrica se puede decir está relacionado con el ensayo de caras fracturadas, antes de analizar se debe entender que la base granular está compuesta por finos y roca triturada; teniendo en cuenta esto y con los resultados obtenidos, el material no presenta sobre tamaños y el porcentaje de caras fracturadas está acorde con la especificación esto se considera fundamental debido a que las partículas de tamaño pequeño aumentan la posibilidad de abrasión con el material fino lo que tiene como consecuencia una gran resistencia de la capa, esto no es posible que se logre con las partículas de gran tamaño.

Para los resultados de los ensayos de índice de alargamiento y aplastamiento además de que cumplen con la especificación también se puede decir que es indispensable que sean bajos para no que la capa de base granular no quede expuesto a que el triturado pueda quebrarse teniendo en cuenta el nivel de tránsito de la vía permitiendo así asentamientos que pueden resultar perjudiciales para la carpeta asfáltica. En cuando al desgaste en la máquina de los ángeles se tiene que el resultado influye directamente en el tránsito de la vía debido a que da a conocer el desgaste que tendrá el agregado grueso por el paso continuo de vehículos generalmente los de mayor peso.

En cuanto a los ensayos realizados a la mezcla asfáltica en caliente (MDC) se puede decir que los resultados están de acuerdo con el diseño presentado por la empresa contratista, la granulometría nos orienta sobre el tipo de mezcla, es decir,

MDC-1, MDC-2 y MDC-3, para este caso se tiene una MDC-2; y está muy relacionado con el porcentaje de asfalto utilizado en la mezcla, porque teniendo una MDC-1, es decir, las partículas son mucho más finas, se tendrá una mayor área superficial por lo que es necesario una mayor cantidad de asfalto, por otro lado las mezclas más gruesas necesitarían menos cantidad de asfalto. Otro de los ensayos es la estabilidad que se considera la capacidad para resistir deformaciones bajo las cargas de tránsito, la especificación de este ensayo es demasiado estricta debido a que un pavimento con baja estabilidad tendrá consecuencias como ondulaciones, ahuellamiento o canalizaciones, mientras que un pavimento con alta estabilidad será lo suficientemente rígido y por ende menos deseable que lo esperado.

Para el concreto hidráulico empleado para la construcción de las alcantarillas se realizó en el laboratorio el ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto, aquí se elaboraron 2 tipos de concretos: 2500 psi que fue utilizado en atraques, solados, aletas y guardarruedas y 3000 psi para la losa superior. La mezcla fue elaborada siguiendo los lineamientos de un diseño presentado por la empresa contratista, expresado de la siguiente forma así:

**Tabla 1: Dosificación del concreto**

	<b>Concreto 2500 PSI</b>	<b>Concreto 3000 PSI</b>
Cemento kg	50	50
Arena (Kg)	182.131	155.971
Triturado ¾" (Kg)	183.646	157.268
Agua (Kg)	31.318	27.212

Expresando esto en una forma práctica se puede decir que para un concreto de 2500 psi, se necesitan 50 Kg, 5<sup>1/2</sup> baldes de arena y de triturado y 1<sup>3/4</sup> baldes de agua, manejando un asentamiento de 4-5 pulgadas, para elaborar el concreto de 3000 psi se consideraban 50 Kg de Cemento, 4 baldes de arena, 5<sup>1/2</sup> de triturado y 1<sup>1/4</sup> baldes de agua, manejando un asentamiento de 3-4 pulgadas. Para elaborar el concreto se debe tener mucho cuidado, porque se deben considerar muchas cosas antes y después de elaborarlo que pueden afectar en la resistencia del mismo, como por ejemplo, la humedad que presenten la arena y el triturado para disminuir o aumentar la cantidad de agua del diseño, el vibrado para eliminar toda la cantidad de vacíos (hormigueos) que se obtienen a la hora de verter el concreto, una vez producido el concreto y antes de verterlo se realizaba el ensayo del SLUMP para determinar el asentamiento, es decir la cantidad de agua que tenía la mezcla; después de fundido se continuaba con el curado para madurar y endurecer con el tiempo el concreto; de no tenerse en cuenta estas consideraciones se tenían consecuencias en la baja resistencia del concreto.

## CONCLUSIONES

El inspector de obra de una empresa interventora, tiene como requisitos principales la responsabilidad y la honestidad, por ser la representación en la obra de la entidad estatal, además por ser el encargado de tomar las cantidades de obra y conciliarlas con la empresa contratista, es el reemplazo del ingeniero residente por lo que es necesario tener los conocimientos para la construcción y pavimentación de este tipos de obras, exigirles al momento de observar irregularidades en el proceso constructivo.

Los conocimientos adquiridos por el practicante en la universidad deben ser complementados realizando una lectura constantemente de las normas invías y sobre todo estar atento y abierto a las recomendaciones de los superiores para adquirir conocimientos a partir de su experiencia.

La construcción de este tipo de obra, es un proceso integrado de ingenieros, por lo que el ingeniero residente debe respetar consideraciones de especialistas hidráulicos, diseño geométricos, de suelos y además relacionarse con el personal a su cargo como obreros, maestros de obras, topógrafos, ingeniero ambiental y profesional de trabajo social.

Es importante tomar muestras de cada uno de los materiales para verificar y comparar sus resultados con las especificaciones e indicar si es posible utilizar estos materiales para la construcción y pavimentación de la carretera, de esto depende la vida útil de la misma.

## BIBLIOGRAFÍA

- Especificaciones y normas del Instituto Nacional de Vías
- Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5ta edición. México, Limusa. 2004. Páginas 50 - 80
- Docentes Sociales Primaria. [[http://viasigloxxcolombia.blogspot.com/.](http://viasigloxxcolombia.blogspot.com/)] Actualizada en 14 enero 2010, consultado en 9 Julio 2014.
- Fichas técnicas de aditivos Sika.