

PRÁCTICA EMPRESARIAL EN COINOBRAS S.A.S.

Práctica empresarial como ingeniero de apoyo en las actividades de seguimiento y control para el proyecto de mejoramiento y pavimentación de la vía socorro - páramo del departamento de Santander de la empresa COINOBRAS S.A.S.

Jean Carlos Arciniegas Álvarez

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

Director

Homer Armando Buelvas Moya

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2023

**Contenido**

Introducción .....	1
1. Objetivos .....	3
1.1 Objetivo General .....	3
1.2 Objetivos Específicos .....	3
2. Marco de Referencia .....	4
2.1 Marco Conceptual .....	4
2.1.1 Agregados pétreos .....	4
2.1.2 Asfalto de refinería 60/70 .....	4
2.1.3 Supervisión técnica .....	4
2.1.4 Mezcla asfáltica .....	5
2.1.5 Control de selección de agregados pétreos .....	5
2.1.6 MDC-25 .....	5
2.1.7 MDC-19 .....	6
2.1.8 MDC-10 .....	6
2.1.9 Deformación permanente o ahuellamiento .....	6
2.1.10 Exudación .....	6
2.1.11 Seguimiento y Control .....	7
2.1.12 Mantenimiento Vial .....	7
2.1.13 Urbanismo .....	7

## PRÁCTICA EMPRESARIAL EN COINOBRAS S.A.S.

2.2 Marco Teórico .....	8
2.2.1 Metodología Marshall.....	8
2.2.2 Teoría volumétrica .....	8
2.2.3 Teoría del esqueleto mineral .....	8
2.3 Marco Legal .....	9
2.3.1 COINOBRAS S.A.S .....	9
2.3.2 Datos generales del proyecto: .....	9
2.3.3 Norma INVIAS E-450-22.....	10
3. Desarrollo De La Práctica.....	12
3.1. Apoyo Al Control de Especificaciones de Materiales.....	12
3.1.1. Revisión de requerimientos a las Especificaciones Técnicas de los Tipos de Materiales Procesados en la Planta de Pavimentos .....	12
3.1.2. Inspección Visual de los Materiales Proporcionados por Las Areneras y Trituradoras Vinculadas con la Empresa. ....	13
3.1.3. Verificación de los Materiales mediante Ensayos Control de Calidad. ....	18
3.2. Apoyo en la revisión y verificación en laboratorio de las materias primas generadas por COINOBRAS S.A.S utilizando la metodología Marshall. ....	23
3.2.1. Revisión de La Combinación Adecuada De Agregados Minerales Para Mezclas Densas En Caliente Mdc-25 / Mdc-19 / Mdc-10. ....	23
3.2.2. Verificación de la mezcla asfáltica procesada a través de ensayos control de calidad. ....	24

## PRÁCTICA EMPRESARIAL EN COINOBRAS S.A.S.

3.3. Apoyo en el control de producción, transporte y aplicación de mezcla asfáltica en el proyecto de mejoramiento y pavimentación de la vía Socorro - Páramo del departamento de Santander.....	30
3.3.1. Mejoramiento De La Vía Socorro – Páramo. ....	30
3.3.2. Aplicación de mezcla asfáltica MDC-19. ....	34
3.4. Seguimiento y Control.....	37
4. Conclusiones.....	40
Referencias Bibliográficas.....	42

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Trituradora ALLIS.....	14
<b>Figura 2</b> Acopio de triturado 3/8" .....	14
<b>Figura 3</b> Acopio de triturado 3/4" .....	15
<b>Figura 4</b> Acopio de triturado 1" .....	15
<b>Figura 5</b> Acopio de crudo.....	17
<b>Figura 6</b> Representación del cono triturador.....	20
<b>Figura 7</b> Laboratorio de la planta de pavimento de COINOBRAS S.A.S.....	23
<b>Figura 8</b> Tanques térmicos para almacenamiento y suministro de asfalto.....	24
<b>Figura 9</b> Partes generales de la planta productora de mezcla densa en caliente de Coinobras S.A.S. ....	25
<b>Figura 10</b> Toma de muestra de MDC.....	26
<b>Figura 11</b> Determinación de estabilidad y flujo por medio del aparato Marshall.....	28
<b>Figura 12</b> Control y supervisión en la excavación de filtros .....	30
<b>Figura 13</b> Proceso constructivo de instalación de filtros .....	31
<b>Figura 14</b> Extensión de afirmado vía Socorro – Páramo K1+800.....	32
<b>Figura 15</b> Cereo final vía Socorro – Páramo k2+000 .....	32
<b>Figura 16</b> Toma de densidades de Base a través del ensayo de cono de arena.....	33
<b>Figura 17</b> Instalación de imprimación asfáltica.....	33
<b>Figura 18</b> Control de producción de MDC en planta.....	34
<b>Figura 19</b> Planta de pavimentos de Coinobras S.A.S. ....	35
<b>Figura 20</b> Demarcación del eje y bordes de la vía con cal .....	35
<b>Figura 21</b> Actividades de limpieza.....	36

PRÁCTICA EMPRESARIAL EN COINOBRAS S.A.S.

<b>Figura 22</b> Entrada y salida de volquetas .....	36
<b>Figura 23</b> Toma y verificación de temperatura .....	37
<b>Figura 24</b> Compactación de mezcla asfáltica .....	37
<b>Figura 25</b> Bitácora de obra del 21/01/23 .....	38

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1</b> Información contrato Socorro – Páramo .....	10
<b>Tabla 2</b> Ensayos al agregado grueso y fino requeridos por el artículo 450 del INVÍAS realizados en el laboratorio de Coinobras S.A.S.....	22
<b>Tabla 3</b> Ensayos a la mezcla asfáltica densa en caliente requeridos por el artículo 450 del INVÍAS realizados en el laboratorio de Coinobras S.A.S.....	27
<b>Tabla 4</b> Parámetros de diseño de la mezcla densa en caliente tipo MDC-10.....	28
<b>Tabla 5</b> Parámetros de diseño de la mezcla densa en caliente tipo MDC-19.....	29
<b>Tabla 6</b> Parámetros de diseño de la mezcla densa en caliente tipo MDC-25.....	29

**Índice de anexos**

Los anexos se encuentran adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS.

Anexo 1 – Frecuencia y cotización de ensayos.....

Anexo 2 – Solicitud de compra de ensayos para la caracterización de agregados de mezclas asfálticas densas en caliente MDC-10, MDC-19 Y MDC-25.....

Anexo 3 – Ensayos Interobras .....

Anexo 4 – Ensayos en laboratorio interno para diseños de mezcla .....

Anexo 5 - Formato de aceptación de crudo .....

Anexo 6 – Ensayos de MDC 19 para la vía Socorro Paramo 17-11-22,.....

Anexo 7 – Combinación de agregados pétreos.....

Anexo 8 – Densidades 15-02-2023 socorro base k1+950.....

Anexo 9 – bitácora de obra de la vía Socorro – Páramo desde el día 26 de diciembre del 2022 hasta el 31 de enero del 2023 .....

Anexo 10 – Cantidades de MDC -19 empleados en la vía Socorro - Páramo .....

### **Agradecimientos**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me han apoyado y acompañado en la realización de este trabajo de grado. En primer lugar, a Dios, porque gracias a él he logrado culminar esta etapa de vida. A mis padres, Leandro Arciniegas y Margarita Alvarez por su amor incondicional, su confianza y su comprensión en los momentos difíciles. A mis amigos, por su ánimo, su consejo y su alegría. A la ingeniera María Fernanda López y a Luz Mary Ribero, por su orientación, su paciencia y su valiosa retroalimentación. A mi director de proyecto, por su enseñanza, su ejemplo y su inspiración. A la universidad y a la familia Coinobras, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional y como persona.

A todos ellos, mi más profundo reconocimiento y gratitud.

## Resumen

**Título:** Práctica empresarial como ingeniero de apoyo en las actividades de seguimiento y control para el proyecto de mejoramiento y pavimentación de la vía Socorro - Páramo del departamento de Santander de la empresa COINOBRAS S.A.S.\*

**Autor:** Jean Carlos Arciniegas Álvarez\*\*

**Palabras clave:** Seguimiento, control, producción, transporte y aplicación de mezcla asfáltica.

**Descripción:** COINOBRAS S.A.S. es la empresa encargada de llevar a cabo el suministro de materiales y ejecución al mejoramiento y pavimentación del tramo vial Socorro – Paramo, un proyecto que solicita el aumento en la demanda de agregados suministrados por la de pavimentos y requiere personal de apoyo en el seguimiento logístico para la aplicación de mezcla asfáltica densa en caliente del proyecto. Adicionalmente, con el apoyo en el control de selección de agregados extraídos de las canteras vinculadas con la empresa se inician las actividades de seguimiento del proyecto tratadas en este documento; actividades complementadas con la verificación de las materias primas y los productos terminados por medio de laboratorios de control de calidad; manejo y supervisión de producción de mezclas asfálticas en la planta de asfalto; gestión logística en la aplicación de mezcla asfáltica en obra y la elaboración de actas de entrega. Durante el desarrollo de esta práctica empresarial se logró apoyar los procesos de aseguramiento de la calidad de los agregados pétreos utilizados en la planta de pavimentos de COINOBRAS S.A.S, realizando una propuesta de plan de ensayos de acuerdo con las normas vigentes, incluida la verificación en laboratorio de la calidad de mezclas asfálticas MDC-10, MDC-19 y MDC-25, siguiendo la metodología Marshall, apoyó en la creación de formatos de combinación de agregados y en el análisis de los parámetros que definen las propiedades de las mezclas asfálticas, asegurando así el cumplimiento de la normativa INVIAS E-450, así como apoyo a la logística de instalación de filtros franceses, el control de subbase y base, la dirección de riego de liga, la supervisión de mezcla asfáltica, la demarcación vial y la logística de volquetas, entre otras actividades relacionadas directamente con la vía Socorro-Paramo. Finalmente, se realiza la entrega de informes de verificación de la calidad de la mezcla y de los áridos, informes mensuales sobre la mezcla expedida y bitácoras de obra, lo que ha permitido una gestión eficaz del proyecto, garantizando el cumplimiento de los requisitos técnicos, reglamentarios y de calidad, facilitando la toma de decisiones y la mejora continua del proceso de pavimentación.

---

\*Trabajo de Grado

\*\*Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Homer Armando Buelvas Moya. Ingeniero Civil

## Abstract

**Title:** Business practice as support engineer in the monitoring and control activities for the improvement and paving project of the Socorro-Páramo Road in the department of Santander of the company COINOBRAS S.A.S.\*.

**Author:** Jean Carlos Arciniegas Álvarez\*\*

**Keywords:** Monitoring, control, production, transportation, and application of asphalt mix.

**Description:** COINOBRAS S.A.S. must carrying out the supply of materials for the execution to the improvement and paving of the Socorro-Paramo Road section. The project requires the increase of aggregates supplied by the pavement and requires support of personnel in the logistic follow-up for the application of hot dense asphalt mix on site. Through support in the control of the selection of aggregates extracted from the quarries linked to the company, the project monitoring activities discussed in this document are initiated. During the development of this document, it was possible to support the quality assurance processes of the stone aggregates used in the COINOBRAS S.A.S. pavement plant, carrying out a test plan in accordance with current standards, the most important of which is the laboratory verification of the quality of MDC-10, MDC-19 and MDC-25 asphalt mixtures, following the Marshall methodology. Similarly, support was provided in the creation of aggregate combination formats and in the analysis of the parameters that define the properties of asphalt mixtures, thus ensuring compliance with INVIAS E-450 regulations, as well as support for the logistics of installing French filters, the control of subbase and base, the management of irrigation, the supervision of asphalt mixture, road demarcation and the logistics of dump trucks, among other activities directly related to the Socorro-Paramo road. This has resulted in the delivery of reports verifying the quality of the mix and aggregates, monthly reports on the mix dispatched and work logs, which has enabled effective management of the project, ensuring compliance with technical, regulatory, and quality requirements, facilitating decision-making and continuous improvement of the paving process.

---

\*Degree Work

\*\*Faculty of Physical and Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Homer Armando Buelvas Moya. Civil Engineer

## **Introducción**

El seguimiento y control de proyectos ha sido evidenciado como uno de los componentes importantes durante la gerencia de proyectos, dado que involucran procedimientos necesarios para supervisar, evaluar y verificar el rendimiento del proyecto, así como para detectar las áreas en las que es necesario ajustar el plan e iniciar los cambios necesarios. El seguimiento es el proceso de recopilación de información sobre el rendimiento de un proyecto, el cual involucra la creación de indicadores de rendimiento y la comunicación de los datos de rendimiento. Asimismo, comparar el rendimiento real con el planificado, analizar las discrepancias, identificar patrones para influir en las mejoras del proceso, sopesar las posibles soluciones y sugerir las medidas correctivas necesarias según el caso son partes del control (Project Management Institute, 2017).

Llevar a cabo un plan de control y seguimiento es un reto para las empresas del sector de la construcción, debido a que se requiere adoptar las metodologías adecuadas para contribuir a su desarrollo, transformar e innovar sus procesos para impulsar la productividad y la rentabilidad y, por supuesto, controlar sus recursos de acuerdo con la planificación de los tiempos y costos (Caro, 2016).

La empresa COINOBRAS S.A.S. cuenta con una amplia trayectoria en la ejecución de proyectos de infraestructura en Colombia, llevando a cabo obras de construcción de edificaciones, mantenimiento vial y urbanismo. Asimismo, la empresa cuenta con una planta de producción de asfalto, ubicada en el kilómetro 4, vía Girón - Zapatoca, específicamente en el sector de Llano Grande, la cual produce mezcla asfáltica densa en caliente, asfaltos convencionales y asfaltos modificados con polímeros.

## PRÁCTICA EMPRESARIAL EN COINOBRAS S.A.S.

Con la gestión de COINOBRAS y en conjunto con el departamento de Santander se propone a realizar estudios y diseños para el mejoramiento y pavimentación del tramo vial Socorro – Paramo, una vía secundaria que promete desarrollo para los cafeteros de la región, ya que facilita el transporte de los agricultores y sus productos (Vanguardia, 2019). Además, mejora la comunicación entre los dos municipios y aumenta el turismo en las provincias. La distancia que comprende comunicar a estos dos municipios es de aproximadamente 15 km de los cuales hay pavimentado 9 km por tanto resta por intervenir 6 km (S.E.G. de Santander, 2022). COINOBRAS S.A.S. es el encargado de llevar a cabo este proyecto, implicando un aumento en la demanda de agregados suministrados por su planta de pavimentos y personal de apoyo en el control logístico para la aplicación de mezcla asfáltica densa en caliente en obra.

Con el propósito de fortalecer el desarrollo, control de producción y aplicación de mezcla asfáltica y lograr las metas de productividad y calidad, la empresa COINOBRAS S.A.S. demanda apoyo para cumplir los objetivos organizacionales como: control de selección de agregados extraídos de las canteras vinculadas con la empresa; verificación de las materias primas y los productos terminados por medio de laboratorios de control de calidad; manejo y supervisión de producción de mezclas asfálticas en la planta de mezcla asfáltica; gestión logística en la aplicación de mezcla asfáltica en obra y la elaboración de actas de entrega. Mediante la practica empresarial se logró implementar un enfoque integral en el control de producción y aplicación de mezcla asfáltica, buscando la mejora continua en términos de calidad, productividad y eficiencia en los procesos, en línea con los objetivos organizacionales de la empresa.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Realizar apoyo en el área de ingeniería civil en actividades de seguimiento en el proyecto de mejoramiento y pavimentación de la vía Socorro - Páramo del departamento de Santander de la empresa COINOBRAS S.A.S.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el apoyo al control de especificaciones de materiales tipo agregados extraídos de las canteras de COINOBRAS S.A.S.
- Apoyar en el control de producción, transporte y aplicación de mezcla asfáltica en el proyecto de mejoramiento y pavimentación de la vía Socorro - Páramo del departamento de Santander.
- Apoyar en la revisión en laboratorio y verificación en campo de las materias primas generadas por COINOBRAS S.A.S utilizando la metodología Marshall.
- Realizar informes de seguimiento semanal, quincenal y mensual sobre la producción de materiales en la planta de asfalto de COINOBRAS S.A.S.

## **2. Marco de Referencia**

### **2.1 Marco Conceptual**

En el artículo se busca reunir los conceptos fundamentales para el desarrollo de la práctica empresarial, lo que facilitará la orientación y la identificación de la metodología necesaria para lograr los objetivos propuestos de manera satisfactoria.

#### ***2.1.1 Agregados pétreos***

Los agregados pétreos son materiales granulares compuestos principalmente por rocas naturales trituradas, gravas o arenas, se obtienen a partir de canteras o de depósitos naturales de rocas. Estos materiales se someten a procesos de trituración y clasificación para obtener partículas de tamaño y forma adecuados para su uso en diferentes aplicaciones (Reyes et al., 2013).

#### ***2.1.2 Asfalto de refinería 60/70***

Los asfaltos son constituidos por la fracción más pesada obtenida de la destilación al vacío del crudo reducido (fondos de la destilación atmosférica del petróleo). El término "60/70" se refiere a la clasificación del asfalto de acuerdo con su grado de penetración. Es un material viscoso que se encuentra en estado sólido a temperatura ambiente, pero al calentarlo a altas temperaturas, se vuelve líquido y adquiere una viscosidad adecuada para mezclarse con los agregados pétreos (Ecopetrol, 2020).

#### ***2.1.3 Supervisión técnica***

Es una actividad de apoyo, coordinación y vigilancia sobre un proyecto o construcción determinada, para que se ejecute de manera satisfactoria cumpliendo con los requisitos y

especificaciones de su expediente técnico en el plazo pactado y con los costos presupuestados, puesto que dependiendo del sector si privado o público pueden determinar a su supervisor (MACG, 2020).

#### ***2.1.4 Mezcla asfáltica***

Se denomina mezcla asfáltica o concretos asfálticos a la capa de aporte estructural o rodamiento, según el tamaño nominal que se vaya a emplear. La mezcla asfáltica está compuesta por dos elementos principales: los agregados pétreos o material mineral (grava y arena) y el ligante asfáltico (Ingetierras de Colombia, 2020).

#### ***2.1.5 Control de selección de agregados pétreos***

El control de selección de agregados pétreos es un proceso importante en la producción de mezclas asfálticas, ya que la calidad y las características de los agregados utilizados afectan directamente las propiedades del asfalto y la durabilidad del pavimento. Este control se refiere a la clasificación y selección de los agregados según su tamaño, forma y textura, y se realiza mediante pruebas y análisis en el laboratorio para asegurar que se cumplan las especificaciones técnicas y normativas necesarias (Reyes et al., 2013).

#### ***2.1.6 MDC-25***

Mezcla asfáltica densa en caliente de gradación continua, con agregado de tamaño máximo 25 mm. La MCD-25 tipo Invías que se usa generalmente para construir capas intermedias y capas de base en vías con tráfico medio y alto (CTU, 2021).

### **2.1.7 MDC-19**

Mezcla asfáltica densa en caliente de gradación continua, con agregado de tamaño máximo 19 mm. La MDC-19 tipo Invías se usa generalmente para construir capas de rodadura en vías con tráfico medio y alto (CTU, 2021).

### **2.1.8 MDC-10**

Mezcla asfáltica densa en caliente de gradación continua, con agregado de tamaño máximo 10 mm. La MDC-10 tipo Invías se usa generalmente para construir capas de rodadura en vías con tráfico bajo, ciclo-rutas y canchas deportivas. Dependiendo del espesor de la capa, la MDC-10 también se puede usar para construir capas de rodadura de alta especificación en vías con tráfico medio y alto (CTU, 2021).

### **2.1.9 Deformación permanente o ahuellamiento**

El ahuellamiento es una falla funcional asociada a las repeticiones de cargas. Es causado por deformaciones permanentes en cualquiera de las capas del pavimento, o en la subrasante, producidas principalmente por consolidación o desplazamiento lateral de los materiales debido al tráfico (Morea, 2011).

### **2.1.10 Exudación**

La exudación es un deterioro en la superficie de una mezcla asfáltica colocada como capa de ruedo, donde se nota un alisamiento producto del ascenso de asfalto de la mezcla, combinado con finos del agregado que la compone. Esta mezcla de material fino y asfalto es conocida como el mástico de la mezcla asfáltica (Cervantes & Salas, 2016).

### ***2.1.11 Seguimiento y Control***

Según el PMBOK (Project Management Body of Knowledge), el seguimiento y control del proyecto consiste en "aquellos procesos requeridos para supervisar, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes" (2017). El seguimiento y control del proyecto se realiza a lo largo de todo el ciclo de vida del mismo, desde la iniciación hasta el cierre, y abarca aspectos como el alcance, el cronograma, el costo, la calidad, las comunicaciones, los riesgos, las adquisiciones y los interesados. El objetivo principal de esta fase es asegurar que el proyecto cumpla con los requisitos establecidos y con las expectativas de los interesados.

### ***2.1.12 Mantenimiento Vial***

Según el sitio web del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), el mantenimiento vial es una actividad que "desarrolla todas aquellas actividades que deben ejecutarse continuamente para ofrecer condiciones aceptables de limpieza, seguridad y comodidad a los usuarios y realizar acciones preventivas y necesarias para que la infraestructura vial se conserve técnicamente en las mejores condiciones de funcionamiento". El mantenimiento vial se realiza mediante la contratación de microempresas, cooperativas de trabajo asociado o grupos de mantenimiento rutinario, que se encargan de realizar labores como limpieza de cunetas, bacheo, señalización, poda de árboles, entre otras Instituto Nacional de Vías. (2016).

### ***2.1.13 Urbanismo***

Según el Decreto 798 de 2010, que reglamenta los estándares urbanísticos básicos para el desarrollo de la vivienda, los equipamientos y los espacios públicos en Colombia, el urbanismo es "el conjunto de conocimientos relacionados con la planificación y desarrollo de las ciudades y, por extensión, de otros núcleos de población". El urbanismo tiene como objetivo "garantizar el reparto equitativo de las cargas y

los beneficios derivados del ordenamiento urbano entre los respectivos afectados", así como "promover la calidad de vida de los habitantes del territorio nacional, mediante la articulación de la vivienda con los equipamientos y los espacios públicos que complementen el sistema de transporte" Presidencia de la República. (2010).

## **2.2 Marco Teórico**

### ***2.2.1 Metodología Marshall***

El método Marshall es un experimento de laboratorio dirigido al diseño de una adecuada mezcla asfáltica por medio del análisis de su estabilidad, flujo, densidad y vacíos. Una de las virtudes del MÉTODO MARSHALL es la importancia que se le asigna a las propiedades densidad/vacíos del material asfáltico (Miranda, 2016).

### ***2.2.2 Teoría volumétrica***

Es una teoría que relaciona las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica (porcentaje de vacíos, porcentaje de vacíos llenos con asfalto, porcentaje de vacíos en el agregado mineral y relación bitumen/aire) con su comportamiento mecánico y su durabilidad. La teoría volumétrica se aplica tanto al método Marshall como a la metodología Superpave (Garnica et al., 2004).

### ***2.2.3 Teoría del esqueleto mineral***

Es una teoría que considera que la resistencia y la estabilidad de la mezcla asfáltica dependen principalmente del contacto entre los agregados pétreos, los cuales forman un esqueleto mineral que soporta las cargas aplicadas. El asfalto actúa como un material adhesivo que une los agregados y los protege de la acción del agua y del aire. La teoría del esqueleto mineral se usa para definir la estructura granulométrica óptima de la mezcla asfáltica (Colorado Pavement Solutions, 2019).

## **2.3 Marco Legal**

### **2.3.1 COINOBRAS S.A.S**

Desde 1995 dedica su trabajo para aportar al desarrollo del país y contribuir con el bienestar de sus colaboradores. Su objetivo es construir sueños, hogares y obras de infraestructura, por ello cada uno de los proyectos que realizan es el reflejo del esfuerzo y compromiso de cada una de las personas que lo hacen posible (COINOBRAS, 2022).

**2.3.1.1 Misión.** Hacemos realidad los sueños de la sociedad mediante proyectos urbanísticos y de infraestructura que mejoran el entorno y generan progreso. Proyectos fundamentados en criterios de excelencia y sostenibilidad, respaldados por un extraordinario equipo de trabajo.

**2.3.1.2 Visión.** Para el 2035 ser autónomos y prestigiosos con proyectos funcionales e innovadores, evolucionar tecnológicamente, fortalecer las competencias y valores del talento humano, para que crezca la confianza y calidad que nos caracteriza.

### **2.3.2 Datos generales del proyecto:**

Mejoramiento y pavimentación de la vía Socorro – Páramo del departamento de Santander.

El departamento de Santander se propone a realizar estudios y diseños para el mejoramiento y pavimentación del tramo vial Socorro – Paramo. La distancia que comprende comunicar a estos dos municipios es de aproximadamente 15 km de los cuales hay pavimentado 9 km por tanto resta por intervenir 6 km (S.E.G. de Santander, 2022). En la Tabla 1 se denota la información general del contrato que se ejecutó, mostrando el valor, plazo, nombre de contratista, nombre de interventor, supervisor y valores adicionales.

**Tabla 1***Información contrato Socorro – Páramo*

CONTRATO DE OBRA No.	2972 DE 2021
OBJETO:	MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN DE LA VÍA SOCORRO - PÁRAMO DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER.
VALOR INICIAL:	\$ 14.438.640.939,00
VALOR ADICIONAL:	\$ -
PLAZO INICIAL:	DOCE (12) MESES
PLAZO ADICIONAL:	N/A
CONTRATISTA:	COINOBRAS S.A.S. RL. MUILTON VILLAREAL MURILLO
SUPERVISOR:	REINALDO CASTILLO PARRA Acto administrativo de fecha 22 de noviembre de 2021
INTERVENTOR CONTRATO:	CONSORCIO WILCHES SOCORRO RL. LUIS DARIO ROMERO CARVAJAL Contrato No. CO1.PCCNTR. 11980390/1474 de 2022
ATICIPO (0%)	\$ -
FECHA DE INICIACIÓN:	2/05/2022

**2.3.3 Norma INVIAS E-450-22**

La norma INVIAS E-450 del 2022 es una de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras que fueron adoptadas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) mediante la Resolución Número 4561 de 29 de noviembre del 202212 (INVIAS, 2022). Esta norma tiene como objetivo establecer los requisitos y procedimientos para el diseño, producción, transporte, extensión y compactación de mezclas asfálticas en caliente de gradación continua (concreto asfáltico) para pavimentos flexibles. Estas mezclas son utilizadas para la construcción y rehabilitación de carreteras en la Red Vial Nacional.

## PRÁCTICA EMPRESARIAL EN COINOBRAS S.A.S.

La norma INVIAS E-450 del 2022 define los tipos y categorías de mezclas asfálticas según el tráfico y la granulometría. Los tipos son MDC-10, MDC-19 y MDC-25, que corresponden a mezclas densas con diferentes tamaños máximos nominales de agregado (19 mm, 12.5 mm y 9.5 mm respectivamente). Las categorías son T1 a T5, que corresponden a diferentes rangos de tráfico equivalente acumulado (TEA) desde menos de 0.3 millones hasta más de 30 millones.

La norma INVIAS E-450 del 2022 también especifica las propiedades mecánicas que deben cumplir las mezclas asfálticas según el tipo y la categoría. Estas propiedades son: estabilidad Marshall o resistencia a la deformación permanente (rutting), flujo Marshall o deformabilidad plástica, vacíos totales en la mezcla (VTM), vacíos llenos con asfalto (VFA), relación bitumen/aire/lLENante mineral (BAV), módulo resiliente o capacidad para recuperar su forma después de una carga repetida y resistencia a la fatiga o capacidad para soportar ciclos alternados de tensión y compresión.

La norma INVIAS E-450 del 2022 también indica los métodos para el diseño, producción, transporte, extensión y compactación de las mezclas asfálticas. El diseño debe realizarse por el método Marshall o el método Superpave según la norma INV E-740 o INV E-741 respectivamente. La producción debe realizarse en una planta asfáltica que cumpla con los requisitos de la norma INV E-742 y que tenga un sistema de control de calidad adecuado. El transporte debe realizarse con equipos apropiados y a una temperatura entre 120°C y 160°C según la norma INV E-743. La extensión debe realizarse con equipos apropiados y a una temperatura entre 120°C y 160°C según la norma INV E-743. La compactación debe realizarse con rodillos neumáticos o lisos según la norma INV E-744 hasta alcanzar una densidad mínima del 96% del peso unitario máximo teórico determinado en el diseño.

### 3. Desarrollo De La Práctica

#### 3.1. Apoyo Al Control de Especificaciones de Materiales

A continuación, se presentan las actividades llevadas a cabo para el apoyo al control de agregados pétreos empleados en la planta de pavimentos de COINOBRAS S.A.S dentro del proyecto mejoramiento y pavimentación de la vía Socorro – Páramo y otros proyectos adicionales.

##### *3.1.1. Revisión de requerimientos a las Especificaciones Técnicas de los Tipos de Materiales*

###### *Procesados en la Planta de Pavimentos*

Con el objetivo de estar al día con las exigencias del control de producción adoptadas por el Instituto Nacional de Vías, se elaboró un plan de frecuencias y cotización de ensayos (**Anexo 1- Frecuencia y cotización de ensayos**) teniendo en cuenta los requerimientos del artículo 450 de las especificaciones generales de construcción de carreteras INVIAS 2022, por medio de la resolución Número 1524 de 6 de mayo de 2022. Donde a su vez, se establecieron cuáles tipologías de ensayos podrían llevarse a cabo en el laboratorio de la planta de pavimentos y cuales debían desarrollarse en un laboratorio independiente debido a la falta de equipos.

El plan de frecuencias parte del inciso 450.2 Materiales y el 450.5.2.2.2 Control de producción del artículo 450, los cuales establecen los requisitos prescriptivos para evaluar la calidad de los materiales que componen la mezcla asfáltica densa en caliente. Si alguno de estos requisitos no se cumple, la decisión de aceptar o rechazar la mezcla se basa en las premisas de desempeño establecidas en el diseño, así como en las condiciones de las fuentes locales.

Asimismo, se elaboró un informe de solicitud de compra (**Anexo 2 – Solicitud de compra de ensayos para la caracterización de agregados de mezclas asfálticas densas en caliente MDC-10, MDC-19 Y MDC-25**) el cual está compuesto por los ensayos de verificación sobre los

agregados para mezclas en caliente de gradación continua que se realizarán en laboratorios externos, un resumen de cotizaciones suministradas por los laboratorios de agregados PI S.A.S., CONCRESERVICIOS, COLSUELOS e INTEROBRAS DE SANTANDER S.A.S., y un análisis costo / beneficio, donde se concluye realizar los ensayos por acopio y no por combinación de agregados, debido a que cada ensayo que va dirigido sólo a la fracción fina puede implementarse uno sólo que funcione para los tres diseños, como es el caso de los ensayos INV E-235, INV E-745, INV E-225 e E-229.

Como resultado la empresa INTEROBRAS DE SANTANDER S.A.S. fue la encargada de llevar a cabo la evaluación de 18 ensayos, cuyos resultados se encuentran en el **Anexo 3 – Ensayos Interobras**. Por otra parte, los ensayos elaborados en el laboratorio de la planta para los diseños de mezcla se encuentran en el **Anexo 4 – Ensayos en laboratorio interno para diseños de mezcla**, donde se puede observar los resultados paramétricos en cumplimiento de la normativa INVIAS propuesta para el proyecto vial.

### ***3.1.2. Inspección Visual de los Materiales Proporcionados por Las Areneras y Trituradoras Vinculadas con la Empresa.***

COINOBRAS S.A.S. actualmente trabaja con agregados pétreos extraídos del Cañón del Chicamocha, ubicado a 54 kilómetros de la ciudad de Bucaramanga. La empresa Avenza se encarga de suministrar gravilla (triturado con diámetro de 3/8 de pulgadas – 3/8”), mientras que la empresa Arenera Chicamocha suministra crudo, que después será procesado por la trituradora ALLIS disponible en la planta la cual se presenta en la figura 1.

**Figura 1**

*Trituradora ALLIS.*



La planta de pavimentos cuenta con una trituradora tipo cono, la cual muele el crudo proveniente del río Chicamocha y clasifica el material por medio de zarandas, produciendo agregados de 3/8" (figura 2), 3/4" (figura 3) y 1" (figura 4).

**Figura 2**

*Acopio de triturado 3/8"*



**Figura 3**

*Acopio de triturado 3/4"*



**Figura 4**

*Acopio de triturado 1"*



La revisión del crudo se hace por medio de inspección visual con el **Anexo 5 - Formato de aceptación de crudo**, compuesto por la identificación de problemas como la presencia de materiales extraños, la variación en el tamaño de las partículas, su forma y color.

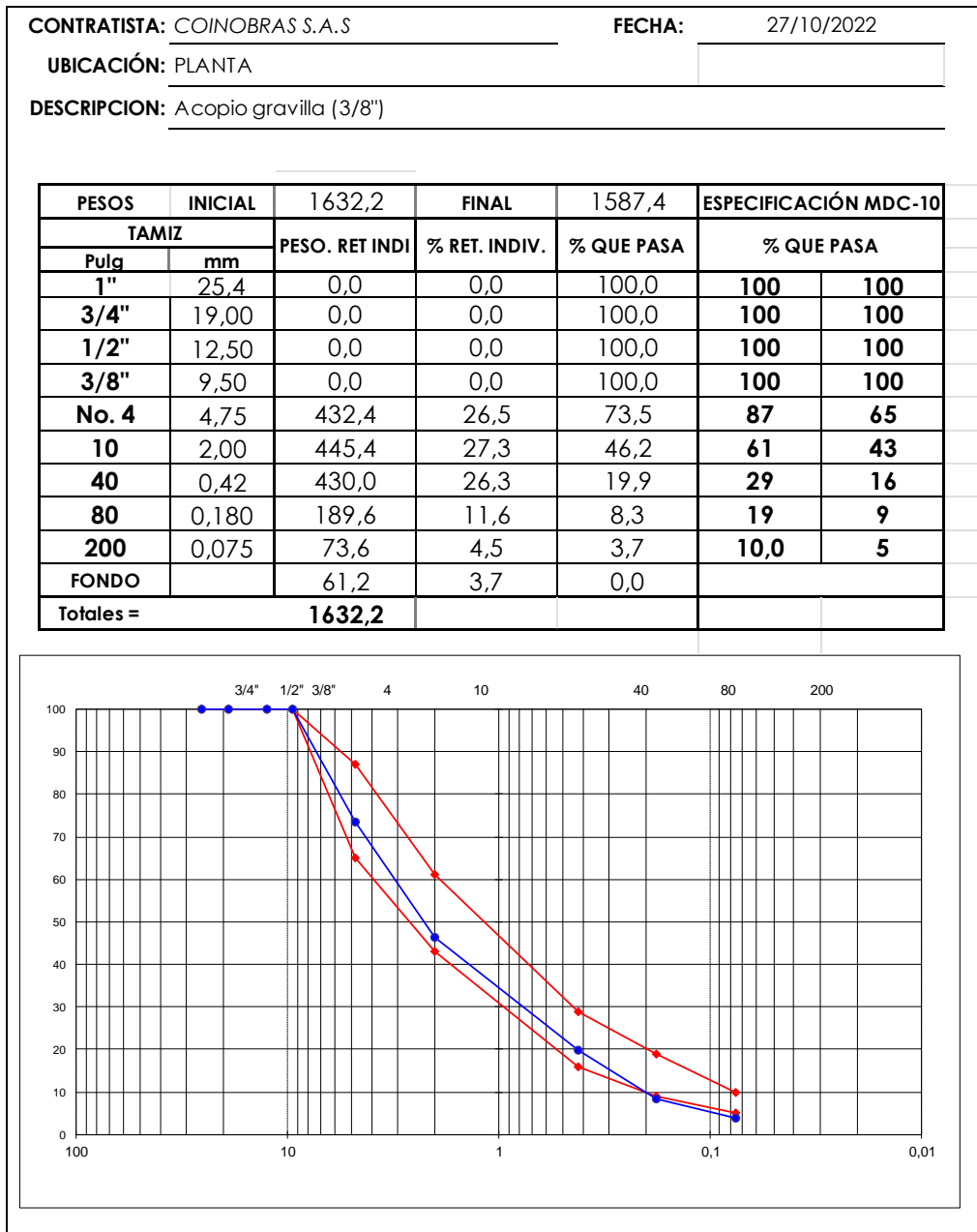
Uno de los problemas más recurrentes encontrados al realizar la inspección visual es la homogeneidad del crudo, cuando este llega mal graduado, especialmente por poseer una gran cantidad de arena muy fina, al pasar por el proceso de trituración, la gravilla (triturado 3/8") adquiere un bajo porcentaje de pasa tamiz No. 80 y No. 200 tal como lo indica la línea azul en la gráfica 1, saliéndose de los límites mínimos contemplados en la Tabla 450 — 5 Franjas

PRÁCTICA EMPRESARIAL EN COINOBRAS S.A.S.

granulométricas para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua, las cuales se ven representadas por las líneas rojas (superior e inferior). Un exceso de material fino en una mezcla asfáltica representa patologías y propiedades que la debilitan.

**Gráfica 1**

*Granulometría de gravilla 3/8" no controlada*



El peso de los vehículos que circulan por el pavimento hace que se altere su forma y que el material asfáltico (mezcla entre material fino y asfalto) se desplace entre los vacíos. Si estos vacíos son pocos por un exceso de finos en la mezcla, el material asfáltico sale hacia arriba y se forma una capa superficial llamada exudación. Esta capa no vuelve a entrar en el pavimento y deja sin soporte al resto de la estructura, deformándose y presentando ahuellamiento con el paso del tránsito al no tener la cohesión del material asfáltico con el agregado grueso.

De tal forma que se realizó de manera oportuna el envío de solicitudes a la empresa Arenera Chicamocha exigiendo un suministro de material bien graduado cada vez que el material no cumplía con los requisitos del formato de aceptación de crudo. En la figura 5 se evidencia un crudo homogéneo para la trituración de gravilla 3/8”.

**Figura 5**

*Acopio de crudo*

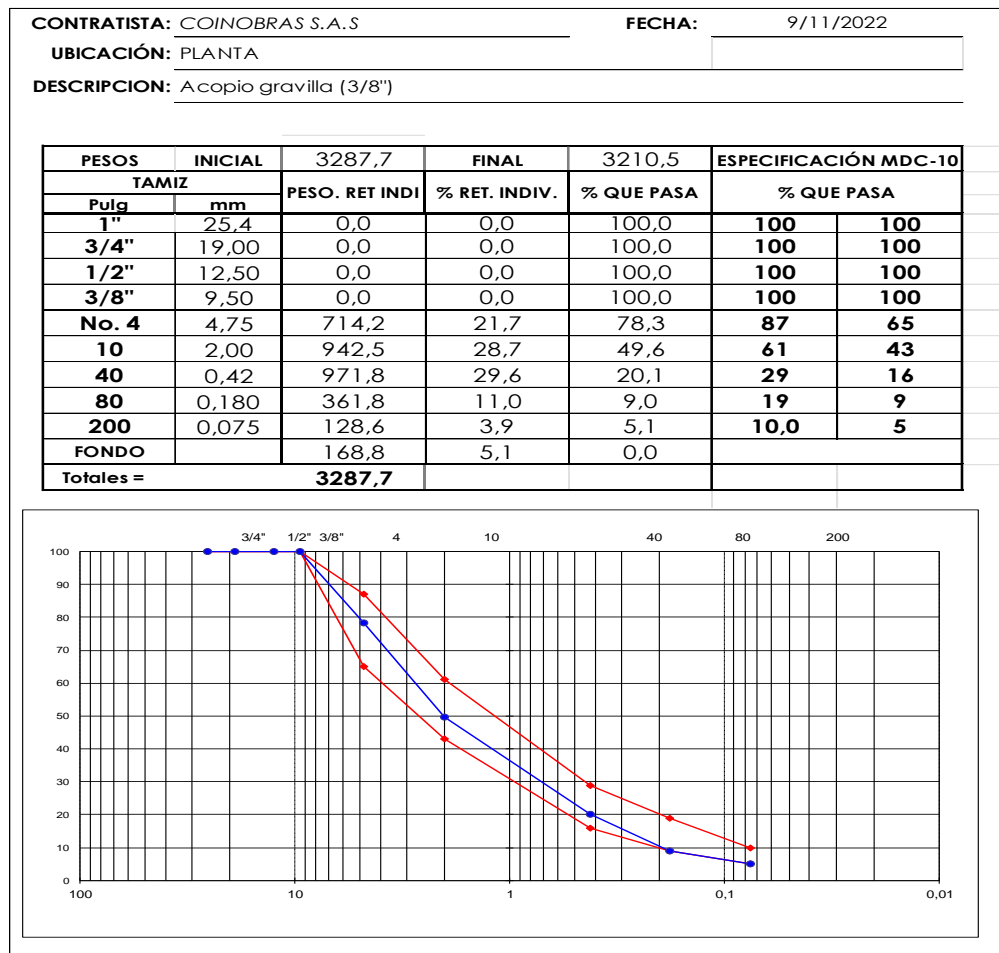


**3.1.3. Verificación de los Materiales mediante Ensayos Control de Calidad.**

A pesar del control de la graduación al crudo suministrado por Arenera Chicamocha, al momento de aplicar el ensayo INV E-213 Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino, a la gravilla producida por la trituradora ALLIS, esta continuaba arrojando un bajo porcentaje de pasa tamiz No. 80 y No. 200 (línea azul) permaneciendo en los límites de la franja granulométrica (línea roja superior e inferior) tal como lo indica la gráfica 2, evidenciándose una falla en la molienda de la trituradora ALLIS.

**Gráfica 2**

*Granulometría de gravilla 3/8" de la trituradora ALLIS*



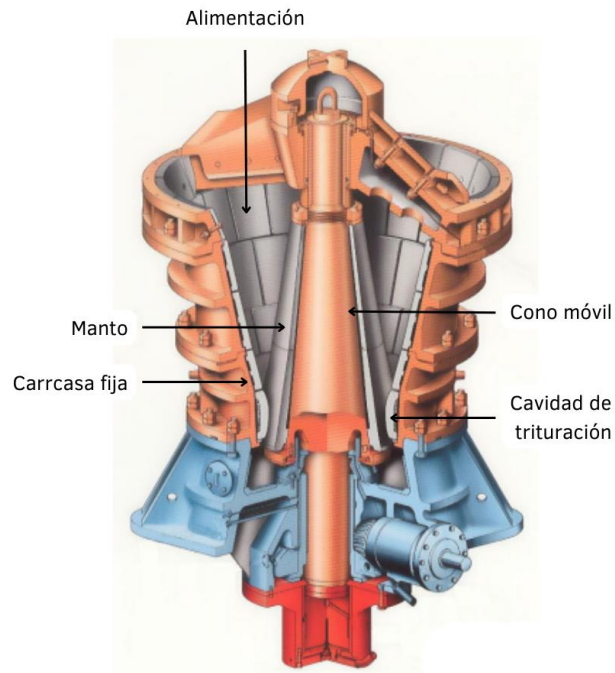
Por tal motivo el laboratorista encargado del control de calidad había sugerido implementar la compra de gravilla proveniente de Avenza, esto con el fin de hacer una combinación del 50% gravilla procesada de la trituradora ALLIS de la planta de Coinobras y 50% de gravilla suministrada por Avenza, dando como resultado una curva granulométrica más centrada dentro de los límites normativos. No obstante, esta acción generaba gastos adicionales debido a la adquisición de un producto ya procesado.

Ante esta problemática, se realizó un análisis completo al proceso ejecutado por la trituradora ALLIS, donde se implementó una serie de medidas a fin de lograr disminuir la cantidad de material granular fino, las medidas fueron las siguientes:

- Revisión de la configuración del cono triturador: El crudo se introduce en la parte superior de la trituradora mediante una tolva, posteriormente este ingresa a la cavidad de trituración, donde se encuentra un cono móvil o cabeza trituradora que gira excéntricamente dentro de una carcasa fija o anillo cóncavo. A medida que el cono gira, comprime y aplasta el material contra la carcasa, reduciendo su tamaño. La trituradora tipo cono tiene un mecanismo para ajustar la abertura de descarga, que controla el tamaño del producto final. Al modificar la abertura, se puede controlar el tamaño del agregado triturado. Se calibró el espacio entre el manto y la carcasa fija (en la Figura 6, se muestra una representación del cono triturador), dado que éste puede afectar la cantidad de triturado fino producido. Si la distancia es demasiado estrecha, puede causar una trituración excesiva y generar más triturado fino. Si es demasiado ancha, la trituración puede ser insuficiente y generar un material más grueso.

**Figura 6**

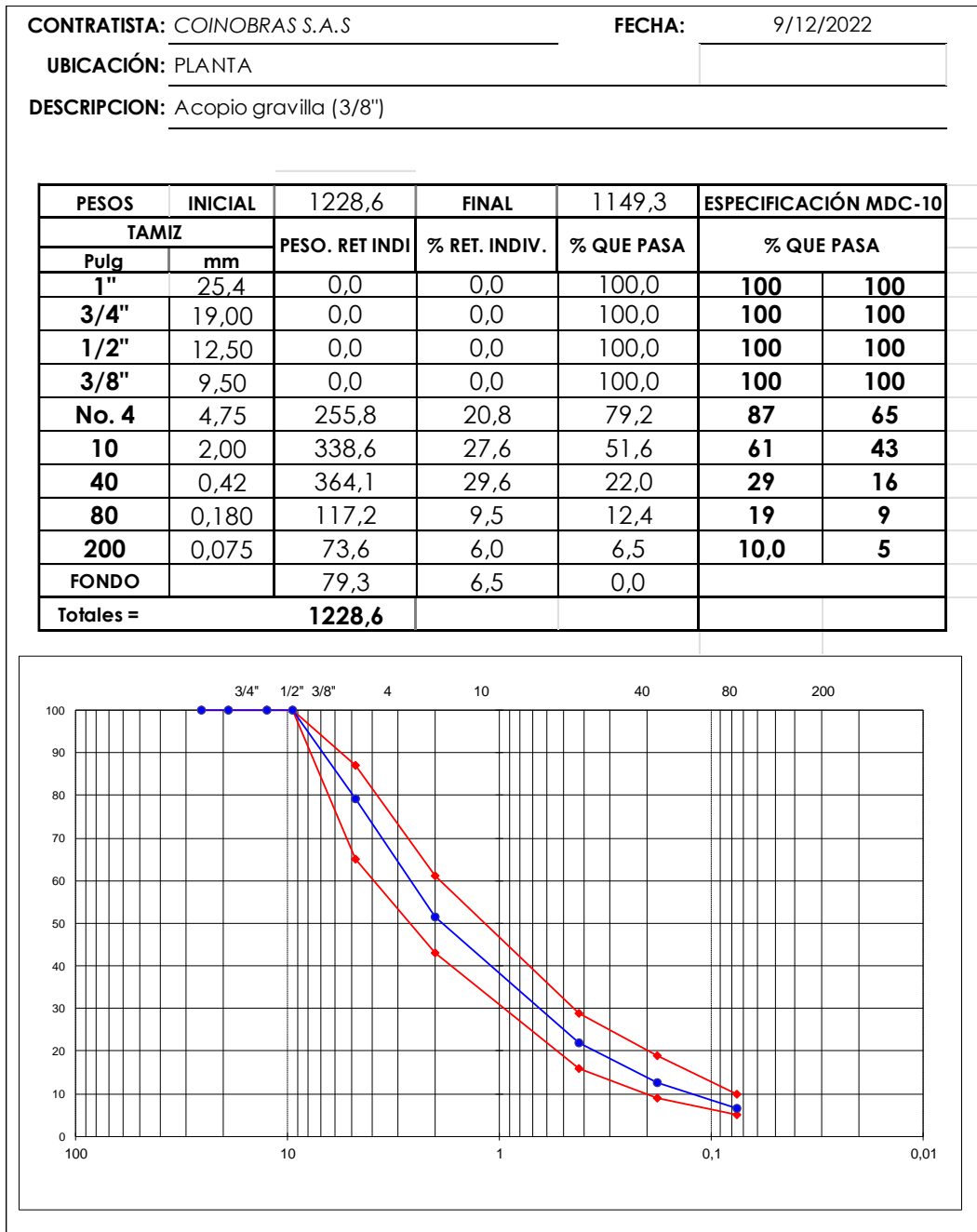
*Representación del cono triturador tomado de Miranda (2014)*



- Revisión la velocidad de la trituradora: Se realizó la verificación de la velocidad de la trituradora y se ajustaron los valores predeterminados.
- Control de alimentación de la trituradora: Se le solicitó al operador del cargador asegurarse de que la alimentación sea uniforme y constante, ya que, si la alimentación de la trituradora es irregular o demasiado rápida, puede sobrecargar la trituradora y generar averías en su proceso. Con las medidas adoptadas y con un mantenimiento general a la trituradora ALLIS, se logró reducir la cantidad de material fino de la gravilla 3/8", arrojando una curva granulométrica homogénea. Esto indica que el porcentaje de material que pasa por la configuración completa de tamices (línea azul) se ubica centralmente dentro de los límites de la franja granulométrica (línea roja superior e inferior) tal como lo indica la gráfica 3.

**Gráfica 3**

*Granulometría de gravilla 3/8" de la trituradora ALLIS después del mantenimiento*



Semanalmente, se realizó apoyo en la realización de los ensayos al agregado grueso y fino presentados en la Tabla 2 llevados a cabo en el laboratorio de la planta de pavimentos de Coinobras S.A.S., mostrada en la Figura 7. Los resultados de los ensayos se almacenan por separado y se

envían semanalmente junto al reporte diario de mezcla asfáltica al departamento de compras de COINOBRAS para posteriormente hacerle la entrega a los clientes. En el **Anexo 6 – Ensayos de MDC 19 para la vía Socorro Paramo 17-11-22**, se encuentran los ensayos elaborados para los agregados pétreos que se implementaron en la mezcla asfáltica densa en caliente MDC-19 despachada para la obra de la vía Socorro - Páramo.

**Tabla 2**

*Ensayos al agregado grueso y fino requeridos por el artículo 450 del INVÍAS realizados en el laboratorio de Coinobras S.A.S.*

Normas de ensayo de materiales para carreteras		Criterio de aceptación
Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino	INV E – 213 – 13	Tabla 450 — 5. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua
Determinación de la limpieza superficial de las partículas de agregado grueso	INV E – 237 – 13	Tabla 450 — 2. Requisitos de los agregados para mezclas asfálticas en caliente de gradación continúa
Determinación del límite líquido de los suelos	INV E – 125 – 13	
Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	INV E – 126 – 13	
Equivalente de arena de suelos y agregados y finos	INV E – 133 – 13	
Índices de aplanamiento y de alargamiento de los agregados para carreteras	INV E – 230 – 13	
Proporción de partículas planas, alargadas o planas y alargadas en agregados gruesos	INV E – 240 – 13	
Porcentaje de partículas fracturadas en un agregado grueso	INV E – 227 – 13	
Determinación del contenido de vacíos en agregados finos no compactados	INV E – 239 – 13	

**Figura 7**

*Laboratorio de la planta de pavimento de COINOBRAS S.A.S.*



**3.2. Apoyo en la revisión y verificación en laboratorio de las materias primas generadas por COINOBRAS S.A.S utilizando la metodología Marshall.**

***3.2.1. Revisión de La Combinación Adecuada De Agregados Minerales Para Mezclas Densas En Caliente Mdc-25 / Mdc-19 / Mdc-10.***

Se elaboró un formato de combinación de materiales pétreos para diseño de mezcla MDC-10, MDC-19 y MDC-25 (**Anexo 7 – Combinación de agregados pétreos**), donde se tuvieron en cuenta variables como; Acopio 3/8" de Avena y de la planta, Acopio 3/4" y 1", configuración de tamices, franja granulométrica normativa, gráfica de curva granulométrica, propiedades de las muestras y fórmula de trabajo.

Con este precedente, y con la caracterización de agregados llevados a cabo tanto en laboratorio de la planta como por INTEROBRAS DE SANTANDER S.A.S. se terminó de establecer las combinaciones correspondientes para los tres diseños de mezcla.

### ***3.2.2. Verificación de la mezcla asfáltica procesada a través de ensayos control de calidad.***

Se realizó el control diario para el tipo de mezcla asfáltica densa en caliente despachada. En la producción, primeramente, se calienta el asfalto en tanques térmicos como se observa en la figura 8, que lo mantiene a una temperatura entre 140 y 160 °C.

#### **Figura 8**

*Tanques térmicos para almacenamiento y suministro de asfalto*



Los agregados pétreos se transportan desde los acopios hasta las tolvas de la planta mediante un cargador, donde posteriormente se someterán a un proceso de secado y calentamiento en un tambor rotatorio (como se puede observar en la figura 9) que los expone a una llama directa llegando a una temperatura que ronda entre 150 y 180 °C.

**Figura 9**

*Partes generales de la planta productora de mezcla densa en caliente de Coinobras S.A.S.*



Se mezclan el asfalto y los agregados pétreos asegurando una distribución homogénea del ligante sobre los granos, allí la temperatura de la mezcla debe estar entre 150 y 160 °C. Cuando la mezcla ya se ha estabilizado, se toma una muestra cómo se presenta en la Figura 10.

**Figura 10**

*Toma de muestra de MDC*



Se realizó apoyo en la realización de los ensayos a la mezcla asfáltica densa en caliente requeridos por el artículo 450 del INVÍAS presentados en la Tabla 3. De igual forma, se apoyó en el proceso de determinación de estabilidad y flujo por medio del aparato Marshall a mezclas asfálticas densas en caliente (Figura 11) analizando los parámetros de estabilidad, flujo, densidad, vacíos de aire en la mezcla, vacíos en el agregado mineral y vacíos rellenos con asfalto que definen

## PRÁCTICA EMPRESARIAL EN COINOBRAS S.A.S.

el contenido óptimo de asfalto verificando el cumplimiento de los parámetros de diseño de la mezcla densa en caliente tipo MDC-10, MDC-19 y MDC-25 (Tablas 4, 5 y 6 respectivamente) vigente del año 2022.

### **Tabla 3**

*Ensayos a la mezcla asfáltica densa en caliente requeridos por el artículo 450 del INVÍAS realizados en el laboratorio de Coinobras S.A.S.*

Extracción cuantitativa del asfalto en mezclas para pavimentos	INV E – 732 – 13
Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino	INV E – 213 – 13
Gravedad específica bulk y densidad de mezclas asfálticas compactadas no absorbentes empleando especímenes saturados y superficialmente secos	INV E – 733 – 13
Gravedad específica máxima de mezclas asfálticas para pavimentos	INV E – 735 – 13
Estabilidad y flujo de mezclas asfálticas en caliente empleando el equipo Marshall	INV E – 748 – 13

**Figura 11**

*Determinación de estabilidad y flujo por medio del aparato Marshall*



En la tabla 4 se muestran los parámetros de diseño de la mezcla densa en caliente tipo MDC-10.

**Tabla 4**

*Parámetros de diseño de la mezcla densa en caliente tipo MDC-10*

Parámetro	Resultado	Especificación	
		Mínimo	Máximo
Contenido óptimo de asfalto, %	6,3	6	6,6
Vacíos de aire (Va), %	5	4	6
Densidad aparente briqueta, g/cm <sup>3</sup>	2,319	Dato diseño	
Gs Máxima medida (Rice), g/cm <sup>3</sup>	2,441	Dato diseño	
Estabilidad, N	16549	9000	-
Flujo, mm	3,4	2	3,5
Vacíos en los agregados (VAM), %	18,4	15	-
Vacíos llenos con asfalto (VFA), %	72,7	65	75
Relación llenante/Ligante	1,2	0,8	1,2
Relación Estabilidad/Flujo	4,9	3	6

En la tabla 5 se muestran los parámetros de diseño de la mezcla densa en caliente tipo MDC-19.

**Tabla 5**

*Parámetros de diseño de la mezcla densa en caliente tipo MDC-19*

Parámetro	Resultado	Especificación	
		Mínimo	Máximo
Contenido óptimo de asfalto, %	5,2	4,9	5,5
Vacíos de aire (Va), %	4,6	4	6
Densidad aparente briqueta, g/cm <sup>3</sup>	2,357	Dato diseño	
Gs Máxima medida (Rice), g/cm <sup>3</sup>	2,47	Dato diseño	
Estabilidad, N	16244	9000	-
Flujo, mm	3,4	2	3,5
Vacíos en los agregados (VAM), %	15,7	15	-
Vacíos llenos con asfalto (VFA), %	70,2	65	75
Relación llenante/Ligante	1,1	0,8	1,2
Relación Estabilidad/Flujo	4,9	3	6
Concentración real del llenante	0,28	-	0,32

En la tabla 6 se muestran los parámetros de diseño de la mezcla densa en caliente tipo MDC-25.

**Tabla 6**

*Parámetros de diseño de la mezcla densa en caliente tipo MDC-25*

Parámetro	Resultado	Especificación	
		Mínimo	Máximo
Contenido óptimo de asfalto, %	5,3	5	5,6
Vacíos de aire (Va), %	4,8	4	6
Densidad aparente briqueta, g/cm <sup>3</sup>	2,38	Dato diseño	
Gs Máxima medida (Rice), g/cm <sup>3</sup>	2,492	Dato diseño	
Estabilidad, N	17938	9000	-
Flujo, mm	3,5	2	3,5
Vacíos en los agregados (VAM), %	14,2	14	-
Vacíos llenos con asfalto (VFA), %	66,6	65	75
Relación llenante/Ligante	1,2	0,8	1,2
Relación Estabilidad/Flujo	5,1	3	6

Los resultados de los ensayos de mezcla asfáltica se anexan al informe de control diario de mezcla (**Anexo 6 - ensayos de MDC 19 para la vía socorro paramo 17-11-22**), y se envía junto al informe de ensayos de agregados al departamento de ingeniería de Coinobras S.A.S.

### **3.3. Apoyo en el control de producción, transporte y aplicación de mezcla asfáltica en el proyecto de mejoramiento y pavimentación de la vía Socorro - Páramo del departamento de Santander.**

#### ***3.3.1. Mejoramiento De La Vía Socorro – Páramo.***

Se llevó a cabo apoyo en la logística para la construcción de filtros (Figura 12), estos tienen como objetivo mejorar la protección del medio ambiente, la seguridad vial y la vida útil de la infraestructura vial mediante la prevención de la erosión del suelo y el control de la escorrentía del agua de lluvia.

#### **Figura 12**

*Control y supervisión en la excavación de filtros*



Para la obra se implementó piedra filtro, tubería de drenaje de 4" corrugado, geotextil y afirmado como se evidencia en la Figura 13.

### Figura 13

*Proceso constructivo de instalación de filtros*



Se llevó a cabo apoyo y control en la extensión de afirmado sobre el terreno natural (Figura 14), la aplicación de subbase y base, puesta de niveles y cereo de la base respetando los espesores y pendientes dados por el diseño (Figura 15), además del control de compactación y ensayos de densidad del suelo compacto a través del método de cono y arena INV E – 161 – 13, en el **Anexo 8 – Densidades 15-02-2023 socorro base k1+950**, se evidencian los resultados arrojados en campo y en figura 16 se representa su aplicación.

**Figura 14**

*Extensión de afirmado vía Socorro – Páramo K1+800*



**Figura 15**

*Cereo final vía Socorro – Páramo k2+000*



**Figura 16**

*Toma de densidades de Base a través del ensayo de cono de arena*



Se realizó apoyo en la dirección del proceso de aplicación de riego de liga el cual se usa para mejorar la adherencia y la unión entre la capa de base y la capa de rodadura del pavimento asfáltico como se presenta en la Figura 17.

**Figura 17**

*Instalación de imprimación asfáltica vía Socorro – Páramo k2+00*



### 3.3.2. *Aplicación de mezcla asfáltica MDC-19.*

Se realizó apoyo en la producción de mezcla asfáltica densa en caliente tipo MDC-19 para el despacho a la vía Páramo – Socorro, supervisando el correcto suministro de metros cúbicos de MDC -19 en las volquetas (Figura 18).

#### **Figura 18**

*Control de producción de MDC en planta*



La producción iniciaba a las 2 de la mañana (Figura 19), esto con el fin de que las volquetas pudieran llegar a las 6:30 de la mañana a obra. Sólo se cargaron volquetas sencillas con 8 metros cúbicos de mezcla cada una, esto debido a que la vía no está capacitada para volquetas doble troque.

**Figura 19**

*Planta de pavimentos de Coinobras S.A.S.*



Antes de iniciar el procedimiento de pavimentación, teniendo la base imprimada, se realizó apoyo en la demarcación del eje y bordes de la vía con cal (Figura 20) y supervisión en actividades de limpieza (Figura 21).

**Figura 20**

*Demarcación del eje y bordes de la vía con cal*



**Figura 21**

*Actividades de limpieza*



Con la vía lista para la aplicación de mezcla asfáltica, se realizó labores de logística en la entrada y salida de volquetas (Figura 22), así como el control de temperatura de la mezcla asfáltica (Figura 23) y supervisión en labores de compactación (Figura 24).

**Figura 22**

Entrada y salida de volquetas



**Figura 23**

*Toma y verificación de temperatura*



**Figura 24**

*Compactación de mezcla asfáltica*



### **3.4. Seguimiento y Control**

Se elaboró el **Anexo 9 – bitácora de obra de la vía Socorro – Páramo desde el día 26 de diciembre del 2022 hasta el 31 de enero del 2023**, con el objetivo continuar la documentación y registro de manera detallada y sistemática de los acontecimientos, permitiendo tener un control preciso del progreso de la obra, identificando posibles desviaciones en el plan original y realizar

## PRÁCTICA EMPRESARIAL EN COINOBRAS S.A.S.

un seguimiento de las actividades realizadas y los recursos utilizados, en la figura 25 se presenta la bitácora del día 21 de enero del 2023 conformado por la fecha, estado del clima, personal de obra, frente de trabajo y actividades realizadas.

### Figura 25

Bitácora de obra del 21/01/23

**048**

21/01/23	Hora: 7:00 am - 1:00 pm
	Estado del clima: En la jornada de la mañana se encuentra soleado.
	Personal en obra en el Socorro: Ing. Residente, Ing. Auxiliar, 2 inspectores de obra, topógrafo profesional social y ambiental, 1 oficial, 9 ayudantes, 3 operadores de maquinaria y 1 conductor además de 2 controladores de tráfico.
	Se desarrollaron las siguientes actividades:
	Se realizó la instalación de filtro diámetro desde la abscisa K0+956 a K1+006 al costado izquierdo comprendiendo actividades de excavación, instalación geotextil, tubería 4" y relleno con material filtrante.
	Se realizó la excavación del fallo ubicado en los abscisas K1+245 a K1+270 al costado izquierdo.
	Se realizaron obras de expansión de la rosante desde la abscisa K0+979 a K1+073.
	Se realizó la instalación de mejoramiento para la estructura de la vía desde la abscisa K0+418 a K0+542.
	Personal en obra en el páramo: Ing. Residente, Ing. Auxiliar, 2 inspectores de obra, topógrafo profesional social y ambiental, 2 oficiales, 13 ayudantes, 1 operador de maquinaria y 1 conductor.
	Se desarrollaron las siguientes actividades:
	Continuación de la instalación de acero de refuerzo en los siguientes 58 metros, desde la abscisa K1+846 a K1+904.
	Fundida de placa en los siguientes 52 metros, desde la abscisa K1+778 a K1+830.

Finalmente, se elaboraron informes de verificación de mezcla diarios e informes de verificación de calidad de los agregados pétreos semanalmente **Anexo 6 – Ensayos de MDC 19 para la vía Socorro Paramo 17-11-22**, conformados por los ensayos descritos en las tablas 1 y 2.

A su vez se llevó a cabo el **Anexo 10 – Cantidades de MDC -19 empleados en la vía Socorro - Páramo** compuesto por las fechas, número de volquetas y cantidades de mezcla aplicadas.

#### **4. Conclusiones**

Se desarrollaron acciones de apoyo que contribuyeron como garante de la calidad y cumplimiento de los estándares técnicos en los agregados pétreos utilizados en la producción de mezclas asfálticas en la planta de COINOBRAS S.A.S mediante el uso continuo de especificaciones técnicas contractuales Se elaboró un plan de frecuencias y cotización de ensayos, en cumplimiento del artículo 450 de las especificaciones generales de construcción de carreteras 2022. Además, se ha gestionado de manera oportuna la solicitud de compra de ensayos para la caracterización de los agregados de mezclas asfálticas densas en caliente, con el fin de asegurar la calidad de los materiales utilizados. Se ha mantenido una comunicación constante con el proveedor de agregados para exigir un suministro de material graduado adecuado, y se ha brindado apoyo en la realización de ensayos en el laboratorio de la planta de pavimentos de forma semanal.

El apoyo en la revisión y verificación en laboratorio de las materias primas generadas por COINOBRAS S.A.S utilizando la metodología Marshall aseguró el cumplimiento de los estándares técnicos y de diseño en las mezclas asfálticas densas en caliente tipo MDC-10, MDC-19 y MDC-25 para la ejecución del contrato de mejoramiento y pavimentación de la vía Socorro – Páramo. La elaboración de formatos de combinación de materiales pétreos, así como el análisis de los parámetros de estabilidad, flujo, densidad y vacíos en la mezcla, ha permitido garantizar la calidad y propiedades adecuadas de las mezclas asfálticas utilizadas en la obra, de acuerdo a la normativa INVIAS E-450 del 2022, dejándole a la empresa formatos aptos para la elaboración de futuros diseños de mezcla.

## PRÁCTICA EMPRESARIAL EN COINOBRAS S.A.S.

El apoyo en el control de producción, transporte y aplicación de mezcla asfáltica en el proyecto de mejoramiento y pavimentación de la vía Socorro - Páramo del departamento de Santander ha sido fundamental para asegurar la calidad y eficiencia de la obra. Las actividades realizadas, como la logística en la construcción de filtros franceses, el control en la aplicación de subbase y base, la dirección del proceso de aplicación de riego de liga, la supervisión en la producción y suministro de mezcla asfáltica, la demarcación del eje y bordes de la vía, y la logística en la entrada y salida de volquetas, entre otras, han contribuido a garantizar que el proyecto se desarrolle de acuerdo a los estándares técnicos y normativos establecidos.

El control riguroso de los procesos de producción, transporte y aplicación de la mezcla asfáltica, así como la supervisión en las actividades de compactación, demarcación y limpieza, ha permitido asegurar que se cumplan los espesores, pendientes y niveles requeridos por el diseño del pavimento, y garantizar la calidad y durabilidad del mismo. Lo anterior, teniendo en cuenta con el seguimiento y control a través de las bitácoras de obra, así como la elaboración de informes de verificación de mezcla y calidad de los agregados, y los informes mensuales sobre cantidades de mezcla despachada, son elementos clave para garantizar la calidad y eficiencia de la obra de mejoramiento y pavimentación de la vía Socorro-Páramo.

### Referencias Bibliográficas

- Caro Vargas, J. L. (2016). PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO EN LA EJECUCION DE OBRAS CIVILES DE GRANDES SUPERFICIES. Universidad Militar Nueva Granada, 3–4.  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14949/CAROVARGASJAVIERLEONARDO2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- COINOBRAS. (2022). Conócenos – Coinobras. [www.coinobras.com](http://www.coinobras.com). Recuperado 8 de julio de 2022, de <https://www.coinobras.com/conocenos/>
- CTU. (2021, 15 julio). Tipos de Mezclas Asfálticas. Compañía de Trabajos Urbanos S.A.S. <https://ctu.com.co/mezcla-asfaltica-con-polimeros/>
- Colorado Pavement Solutions. (2019, 4 de diciembre). Hot Mix vs Cold Mix Asphalt. Recuperado el 31 de agosto de 2022, de <https://copavementsolutions.com/hot-mix-vs-cold-mix-asphalt/>
- Ecopetrol. (2020). *Asfaltos 60/70*. repository.usta.edu.co. Recuperado 22 de mayo de 2023, de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/35600/2021nestorgomez4.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- Garnica, P., Delgado, H., Gómez, J., Romero, S., y Alarcón, H. (2004). Aspectos del diseño volumétrico de mezclas asfálticas. Instituto Mexicano del Transporte. <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt246.pdf>
- Ingetierras de Colombia. (2020, 18 febrero). MEZCLAS ASFÁLTICAS – Ingetierras de Colombia. [ingetierras.com](http://ingetierras.com). Recuperado 10 de junio de 2022, de <https://ingetierras.com/mezclas-asfalticas/>

INVIAS. (2022). Especificaciones generales de construcción de carreteras.

<https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos/4570-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras>

Instituto Nacional de Vías. (2016). Mantenimiento rutinario. Recuperado el 14 de abril de 2023, de <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/123-seguimiento-a-la-inversion/proyectos-invias/81-mantenimiento-rutinario>

MACG. (2020). Supervisión técnica – Macg Ingeniería Civil. [www.macgingeneriacivil.com](http://www.macgingeneriacivil.com). Recuperado 10 de junio de 2022, de <https://www.macgingeneriacivil.com/supervision-tecnica/#:%7E:text=La%20supervisi%C3%B3n%20t%C3%A9cnica%20de%20obra,y%20con%20los%20costos%20presupuestados>.

Miranda, Néstor. (2016). Verificación del diseño Marshall para mdc-19 (rodadura) para un tránsito de categoría NT2, a partir de agregados pétreos obtenidos de la trituración de material crudo del río Coello ubicado en el municipio de Coello Tolima, cumpliendo norma invias 2013. Universidad Militar Nueva Granada. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15941/MirandaDonatoNestorIvan2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20Marshall%20es%20un,vac%C3%ADos%20de%20las%20material%20asfaltico>.

Miranda, J. (2014, febrero). *APUNTES DE INGENIERIA MECANICA*. <https://apuntes-ing-mecanica.blogspot.com/>. Recuperado 1 de junio de 2023, de <https://apuntes-ing-mecanica.blogspot.com/2014/02/trituradoras-giratorias-ii.html>

Presidencia de la República. (2010). Decreto 798 de 2010. Recuperado el 14 de abril de 2023, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=39179>

Project Management Institute. (2017). Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos:

Guía del Pmbok (6th ed.). Project Management Institute.

Reyes, O., Camacho, J., & Londoño, A. (2013). Caracterización mecánica de mezclas asfálticas

en función del origen y gradación del agregado pétreo. *http://www.scielo.org.co/, 11.*

*http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S1900-65862013000200011*

S.E.G. de Santander. (2022, 16 marzo). Listos para iniciar trabajos de pavimentación en la vía El

Socorro - Páramo. Sede Electrónica Gobernación de Santander.

*https://santander.gov.co/publicaciones/8000/listos-para-iniciar-trabajos-de-*

*pavimentacion-en-la-via-el-socorro-paramo/*

Vanguardia. (2019). *Vía Pinchote-Páramo-Socorro promete desarrollo para los cafeteros de la*

*región.* *www.vanguardia.com.* *https://www.vanguardia.com/santander/comunera/via-*

*pinchote-paramo-socorro-promete-desarrollo-para-los-cafeteros-de-la-region-NC1510971*