

EVALUACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS Y CONCRETOS
PARA OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EN LA EMPRESA ORBEING S.A.S.

JUAN CAMILO SANABRIA MELO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS - SECCIONAL TUNJA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2026

EVALUACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS Y CONCRETOS
PARA OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EN LA EMPRESA ORBEING S.A.S.

JUAN CAMILO SANABRIA MELO

CÓDIGO: 2295079

PASANTÍA TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

DIRECTOR:

GERMÁN OSWALDO PARADA PÉREZ

INGENIERO CIVIL

Esp. INGENIERIA AMBIENTAL

Msc. DESARROLLO SOSTENIBLES

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS - SECCIONAL TUNJA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2026

AGRADECIMIENTOS

En agradecimiento a mis padres Mario y Fernanda, y mi hermano Daniel, por brindarme el apoyo, los recursos y la fortaleza para culminar mis estudios de manera satisfactoria.

Así mismo, agradecer a la universidad Santo Tomás y la facultad de ingeniería civil junto con todos los docentes que me guiaron en este proceso, en especial gratitud al ingeniero Germán Parada quien es mi tutor y me acompañó todos estos meses, como también a los ingenieros, Melquisedec Cortés, Carlos Arias, Carlos Caro, Ángel Daza, Diana Beltrán y demás profesorado por enseñarme lo que es la ingeniería. Agradecimiento que extiendo a los ingenieros Fredy Fagua y Luz Adriana Ochoa por sus recomendaciones para culminar con éxito esta etapa.

Por otra parte, agradezco a la empresa ORBEING S.A.S por darme la oportunidad de iniciar mi vida profesional, a las ingenieras Adriana Benítez y Ana María Benítez por la confianza, a mis compañeros de trabajo Fredy López, Fabian Pulido, Ingeniera Natalia Sánchez y Erubín Castro por enseñarme cada proceso, y a la Ingeniera Laura Alberto por ser mi guía, apoyo y tutora en la empresa.

DEDICATORIA

A mi papá,

por enseñarme con su propio ejemplo que el esfuerzo, la disciplina y la honestidad siempre abren camino.

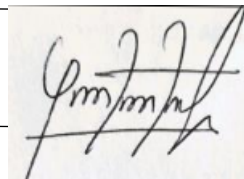
Gracias por cada día de trabajo duro, por cada sacrificio silencioso y por nunca rendirte incluso cuando todo parecía difícil.

Hoy llego a este punto gracias a ti, a tu constancia y a tu amor incondicional.

Este logro también es tuyo, porque fuiste mi primer maestro, mi guía y mi mayor apoyo.

Con todo mi cariño y admiración.

NOTA DE ACEPTACIÓN



V.B German Oswaldo Parada Pérez

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja – Boyacá, 11 de marzo del 2026

CONTENIDO

RESUMEN.....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. JUSTIFICACIÓN.....	10
3. OBJETIVOS.....	11
4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ZONA.....	12
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	12
4.2 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	12
5. METODOLOGÍA.....	15
5.1 PROCESO METODOLÓGICO	15
5.2 FLUJOGRAMA METODOLÓGICO	16
6. DESCRIPCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS	17
6.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN EL ÁREA DE LABORATORIO	17
6.2 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PLANTA DE CONCRETO	18
6.3 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PLANTA DE ASFALTO	19
7. MARCO TECNICO Y NORMATIVO	20
7.1 MARCO NORMATIVO.....	20
7.1.1 NORMATIVIDAD EN LABORATORIO	20
7.1.2 NORMATIVIDAD EN CONCRETO	23
7.1.3 NORMATIVIDAD EN ASFALTO.....	25
7.2 MARCO TÉCNICO	25
7.2.1 FRECUENCIA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS.....	25
7.2.2 RESULTADOS SLUMP	26
7.2.3 RESISTENCIA ESPERADA EN MUESTRAS DE CONCRETO	26
7.2.4 AFECTACIONES A LA MEZCLA Y SUS FACTORES	27
7.2.5 RECETAS UTILIZADAS EN LA EMPRESA.....	28
7.2.6 PARÁMETROS PARA EL ASFALTO	28
7.2.7 RESISTENCIAS DEL CONCRETO Y SUS USOS.....	29
7.2.8 FUNCIONES DE LOS ADITIVOS.....	30
7.2.9 RELACION DE MATERIALES EN EL CONCRETO	30
8. DESARROLLO DE ACTIVIDADES.....	32
8.1 TRABAJO EN LABORATORIO	32

8.2 CONTROL DE CALIDAD EN PLANTA DE CONCRETO.....	37
8.3 CONTROL DE CALIDAD EN PLANTA DE ASFALTO	43
9. RESULTADOS DE CONTROL DE CALIDAD.....	47
9.1 RESULTADOS DE FALLA DE CILINDROS.....	47
9.2 RESULTADO DE GRANULOMETRÍAS, BRIQUETAS Y ENSAYO DE VACÍOS	49
10. APORTES DE LA PRACTICA.....	54
10.1 APORTES DEL TRABAJO	54
10.2 APORTES A LA COMUNIDAD.....	54
10.3 APORTES COGNITIVOS	54
11. IMPACTOS	55
11.1 IMPACTOS A LA COMUNIDAD	55
11.2 IMPACTOS AMBIENTALES	55
11.3 IMPACTOS A LA EMPRESA.....	56
11.4 IMPACTOS EN EL ESTUDIANTE	56
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
12.1 CONCLUSIONES.....	56
12.2 RECOMENDACIONES.....	57
13. GLOSARIO.....	59
14. REFERENCIAS.....	62

RESUMEN

El presente informe evidencia el desarrollo de la práctica profesional en la empresa ORBEING S.A.S dedicada a la producción y control de calidad de concreto hidráulico y mezclas asfálticas; con el objetivo de aplicar conocimientos de ingeniería civil en contextos reales de laboratorio, planta y obra. Durante la práctica se ejecutaron ensayos de control de calidad en concreto y asfalto, tales como resistencia a la compresión y flexión, slump, manejabilidad, granulometrías, ensayo Marshall y análisis de vacíos mediante el método RICE, siguiendo las normas técnicas NTC e INVIAS.

Asimismo, se realizó acompañamiento en planta y obra, elaboración de muestras, seguimiento de diseños de mezcla y análisis de resultados, contribuyendo a la verificación del cumplimiento de especificaciones técnicas. Como resultado, se fortalecieron competencias en control de calidad, interpretación de ensayos y toma de decisiones técnicas, además de generar aportes significativos a la empresa mediante la optimización de procedimientos y mejora en el manejo de la información.

1. INTRODUCCIÓN

La práctica profesional constituye una etapa fundamental en la formación del ingeniero civil, ya que permite la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos durante el proceso académico, así como el fortalecimiento de criterios técnicos, analíticos y éticos necesarios para el ejercicio profesional. En este contexto, la presente práctica se desarrolló en una empresa dedicada a la producción, control y suministro de concreto y mezclas asfálticas, donde se ejecutaron actividades orientadas al control de calidad de materiales empleados en obras de infraestructura.

Durante el desarrollo de la práctica, se participó activamente en procesos de laboratorio, planta y acompañamiento en obra, relacionados con la evaluación de propiedades físicas y mecánicas del concreto y el asfalto. Entre las actividades realizadas se destacan la ejecución de ensayos de resistencia a la compresión y flexión en concreto, pruebas de manejabilidad y asentamiento (slump), elaboración y falla de briquetas asfálticas mediante el método Marshall, análisis de vacíos mediante el ensayo RICE, granulometrías, lavados de agregados y seguimiento a procesos de producción en planta.

El trabajo desarrollado tuvo un impacto directo en los procesos de control de calidad de la empresa, al contribuir al seguimiento y verificación del cumplimiento de especificaciones técnicas exigidas para diferentes tipos de concreto (2000, 2500, 3000, 3500, 4000 y 5000 psi, concretos bombeables, autocompactantes y MR) y mezclas asfálticas MDC19.

Como aporte adicional, durante la práctica se realizaron mejoras en los procesos internos de registro y control, tales como la elaboración de formatos de manejabilidad y control de concreto, la optimización de los tiempos de muestreo y la estandarización de procedimientos en laboratorio y planta.

2. JUSTIFICACIÓN

El control de calidad en materiales es esencial para la correcta ejecución de obras civiles, debido a que permite verificar que los concretos y las mezclas asfálticas cumplan con las propiedades mecánicas y físicas establecidas durante el diseño. En proyectos de infraestructura, los fallos en resistencia, compactación, granulometría o estabilidad pueden generar problemas estructurales, disminuir la vida útil de los elementos y aumentar de manera significativa los costos de mantenimiento y reparación. Por esta razón, la participación de un ingeniero civil en los procesos de control de calidad es sumamente importante.

La pasantía realizada en ORBEING S.A.S. ofreció la oportunidad de apoyar actividades clave en la evaluación de materiales y en la supervisión de procesos de producción en planta. Asimismo, la pasantía contribuyó al fortalecimiento de competencias relacionadas con el análisis de resultados, la interpretación de normas, el manejo de instrumental de laboratorio y la aplicación de procedimientos estandarizados. Desde el punto de vista académico y profesional, esta experiencia en campo y laboratorio aporta a la formación integral del ingeniero civil, complementando su capacidad para tomar decisiones en obra, supervisar procesos y garantizar la calidad de los materiales empleados en la construcción.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

- Brindar apoyo técnico en la empresa ORBEING S.A.S, mediante la ejecución de ensayos, muestreo de materiales y el diligenciamiento de registros en laboratorios de asfalto y concreto.

Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto y de las mezclas asfálticas mediante ensayos de laboratorio realizados bajo los lineamientos de las normas NTC e INVIAS.
- Verificar el cumplimiento de los parámetros de producción en planta, incluyendo temperatura, asentamiento, manejabilidad y granulometría, como parte del control de calidad de los materiales.
- Analizar los resultados obtenidos en laboratorio para establecer la conformidad de los materiales con las especificaciones técnicas y apoyar la toma de decisiones en los procesos constructivos.

4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ZONA

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

ORBEING S.A.S. es una empresa dedicada a la producción, verificación y suministro de materiales para la construcción, con especialización en mezclas asfálticas y concretos hidráulicos. Ubicada en Tunja – Boyacá, la empresa cuenta con instalaciones que incluyen una planta de asfalto, una planta de concreto y un laboratorio de materiales para ejecutar ensayos conforme a normativas. Estas áreas trabajan de manera integrada para asegurar que cada material cumpla con los requisitos técnicos establecidos para su uso en proyectos de infraestructura vial y obras civiles en general.

El laboratorio de la empresa dispone de equipos para realizar ensayos como granulometría, pesos específicos, contenido de asfalto, estabilidad y flujo Marshall, resistencia a compresión en cilindros de concreto, manejabilidad, entre otros procedimientos fundamentales para el control de calidad.

Figura 1. Logo de la empresa

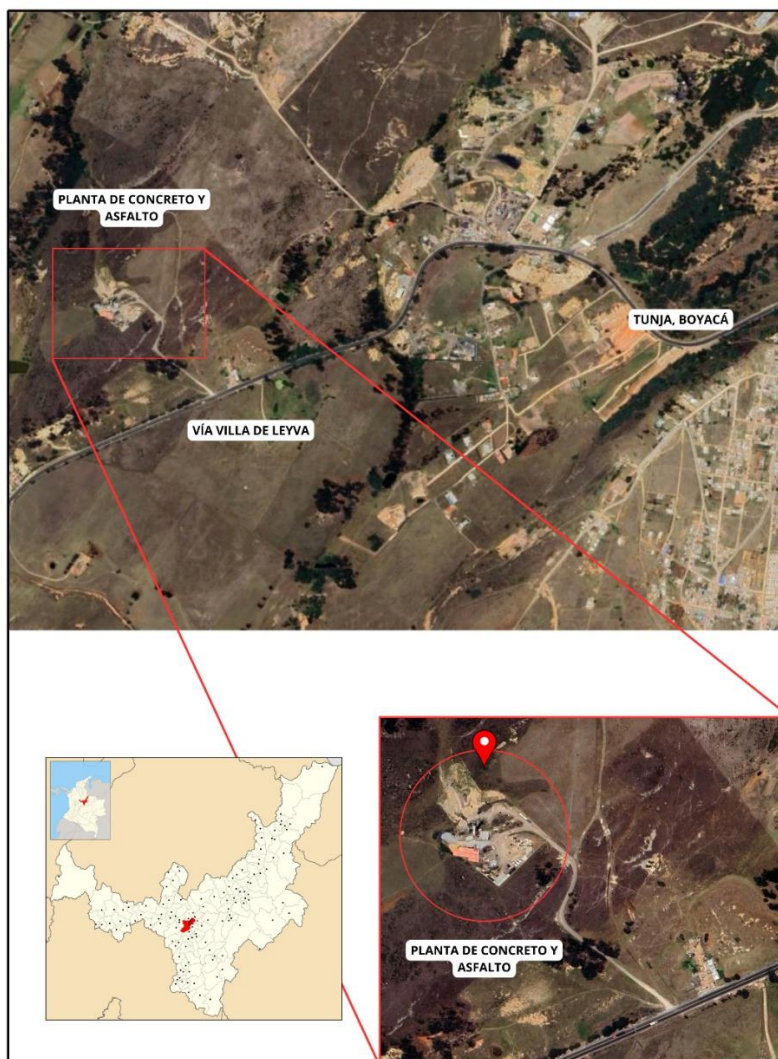


Fuente: Orbeing S.A.S

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

Las actividades de la pasantía se desarrollaron en las instalaciones operativas de ORBEING S.A.S., ubicada en la ciudad de Tunja – Boyacá vía Villa de Leyva.

Figura 2. Ubicación de la empresa



Fuente: Recurso propio

Además de las actividades internas, se realizaron acompañamientos a los despachos de concreto y asfalto hacia obras cercanas, lo que permitió observar la aplicación real de los materiales evaluados en laboratorio. Esta interacción entre planta, laboratorio y sitio de entrega brindó una visión integral del ciclo de producción y del papel que desempeña el control de calidad para garantizar el desempeño estructural y la durabilidad en proyectos de ingeniería civil.

Figura 3. Planta de asfalto y concreto



Fuente: Recurso propio

5. METODOLOGÍA

5.1 PROCESO METODOLÓGICO

La metodología aplicada durante el desarrollo de la práctica profesional tuvo un enfoque aplicado, orientado al control de calidad de materiales empleados en proyectos de infraestructura, principalmente concreto y mezclas asfálticas.

Inicialmente, se realizó un proceso de reconocimiento de los procedimientos operativos del laboratorio y de las plantas de concreto y asfalto, con el fin de comprender los procesos de producción, muestreo y control de calidad, así como los parámetros que influyen en el comportamiento de los materiales.

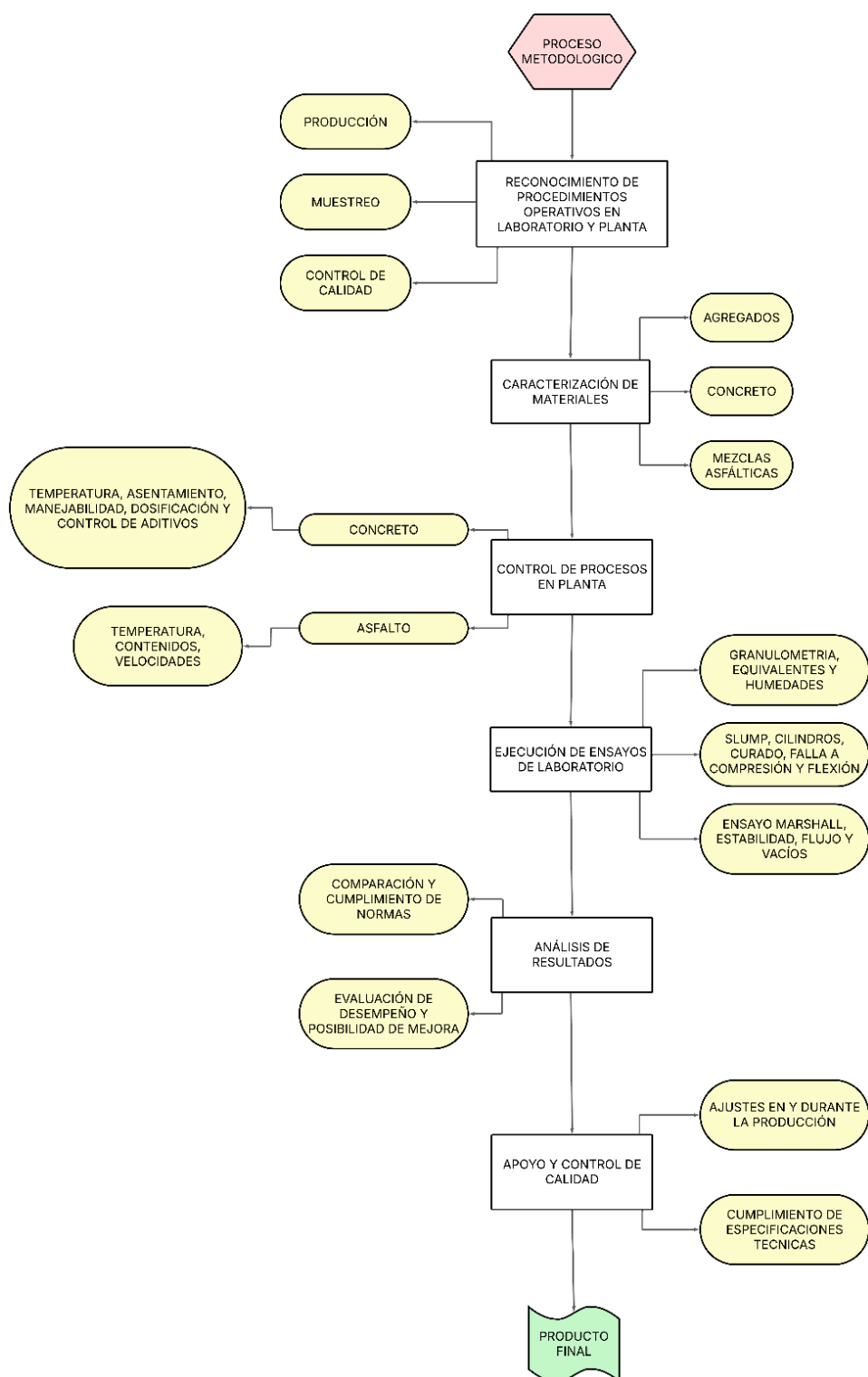
Posteriormente, se llevó a cabo la caracterización de los materiales mediante la ejecución de ensayos de laboratorio aplicados a agregados, concreto y mezclas asfálticas. Para el concreto, se evaluaron diferentes resistencias y tipologías, incluyendo concretos convencionales y especiales, mientras que para las mezclas asfálticas se analizaron tipologías como la MDC-19, atendiendo a los criterios de desempeño establecidos en las especificaciones técnicas.

De manera complementaria, se realizó el seguimiento de los parámetros de producción en planta, tales como temperatura, asentamiento, manejabilidad y dosificación y control de aditivos en el concreto, lo que permitió verificar la estabilidad del proceso productivo y su incidencia en la calidad final del material.

Finalmente, los resultados obtenidos en laboratorio fueron analizados y comparados con los valores exigidos por las normas técnicas, permitiendo evaluar el cumplimiento de las especificaciones y aportar información técnica para el apoyo en la toma de decisiones dentro de los procesos constructivos.

5.2 FLUJOGRAMA METODOLÓGICO

Figura 4. Flujograma Metodológico



Fuente: Recurso propio

6. DESCRIPCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS

6.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN EL ÁREA DE LABORATORIO

La práctica profesional se desarrolló principalmente en el área de control de calidad y laboratorio de la empresa ORBEING S.A.S., donde se llevaron a cabo actividades orientadas a la verificación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados en proyectos de infraestructura, procesos que deben seguir los lineamientos para ensayos establecidos por las normas NTC e INVIAS para garantizar la seguridad y correcta ejecución de los ensayos de laboratorio en concreto y asfalto:

Entre las principales actividades realizadas en esta área se encuentra el muestreo y preparación de materiales, la ejecución de ensayos de caracterización de agregados, la elaboración de especímenes de ensayo y el registro de resultados.

Figura 5. Trabajo en laboratorio



Fuente: Recurso propio

6.2 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PLANTA DE CONCRETO

En la planta de concreto se desarrollaron actividades relacionadas con el control de calidad del concreto, tanto en su estado fresco como endurecido. Durante la práctica se tuvo participación en el seguimiento de concretos con diferentes resistencias, tales como 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 y 5000 psi, así como concretos especiales utilizados para aplicaciones específicas. Estos procesos deben seguir los lineamientos para ensayos establecidos por las normas NTC:

Las actividades realizadas incluyeron la verificación de las dosificaciones, el control del asentamiento y la manejabilidad del concreto, la elaboración de cilindros y vigas para ensayos de resistencia, y el seguimiento al proceso de curado.

Figura 6. Planta de concreto



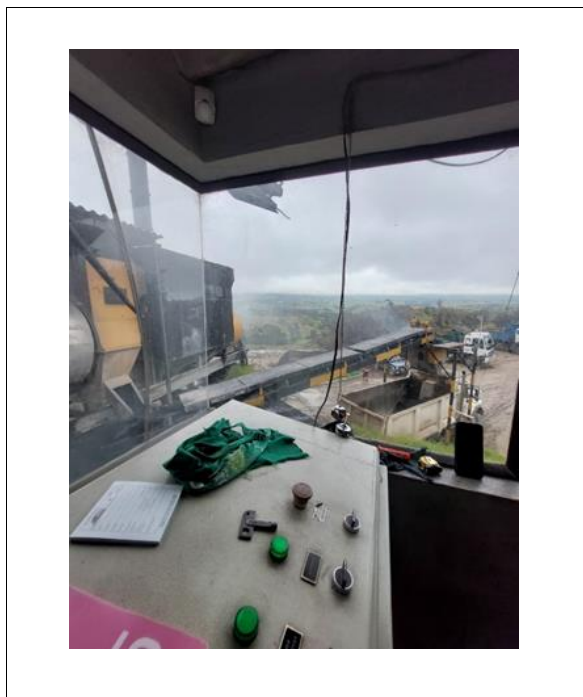
Fuente: Recurso propio

6.3 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PLANTA DE ASFALTO

En la planta de asfalto se realizaron actividades enfocadas en el control de calidad de mezclas asfálticas, principalmente de tipo MDC-19, utilizada en diferentes capas de la estructura de pavimento según las condiciones de diseño y tránsito.

Las actividades desarrolladas incluyeron la verificación de la granulometría de los agregados, el control de la temperatura de producción, la dosificación del ligante asfáltico y la elaboración de muestras para ensayos de laboratorio. Así mismo, se participó en la evaluación del comportamiento mecánico de las mezclas mediante el ensayo Marshall, permitiendo analizar parámetros como estabilidad, flujo y vacíos. Estos procesos deben seguir los lineamientos para ensayos establecidos por las normas INVIAS:

Figura 7. Planta de asfalto



Fuente: Recurso propio

7. MARCO TECNICO Y NORMATIVO

7.1 MARCO NORMATIVO

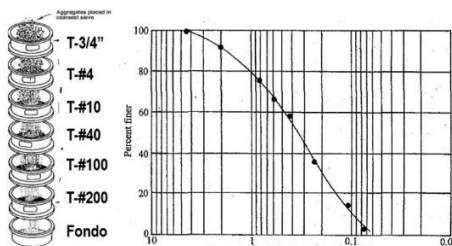
Durante el desarrollo de la práctica profesional se aplicaron normas técnicas, principalmente las Normas Técnicas Colombianas NTC y las normas INVIAS, las cuales establecen procedimientos para la evaluación de materiales de construcción. **En el numeral 7.2 se profundizan los valores requeridos según la norma y algunas otras especificaciones referentes a concreto y asfalto, adicionalmente, en el capítulo 9 se encuentran ejemplos de resultados obtenidos de todos estos ensayos con sus respectivas explicaciones y conclusiones.** A continuación, se enunciarán y definirán las normas usadas en cada actividad:

7.1.1 NORMATIVIDAD EN LABORATORIO

- ✓ I.N.V. E – 782 – 13 – ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS EXTRAÍDOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

Este ensayo permite conocer la distribución de tamaños de los agregados que componen una mezcla asfáltica. Determinar la granulometría es fundamental porque de ella depende en gran parte la estabilidad, la compactación y la durabilidad del pavimento; una adecuada gradación de partículas garantiza que los agregados se acomoden correctamente entre sí, reduciendo vacíos y mejorando la resistencia de la mezcla frente al tránsito.

Figura 8. Grafica de granulometrías



Fuente: Tiloom

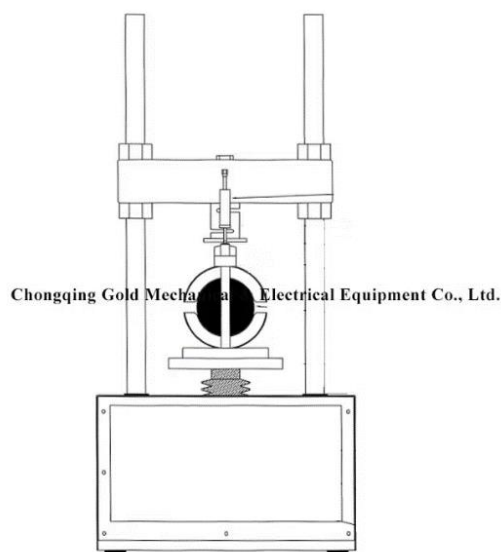
- ✓ I.N.V. E – 733 – 13 – GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK Y DENSIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS NO ABSORBENTES EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS Y SUPERFICIE SECA

La finalidad de este ensayo es determinar la densidad real de una mezcla asfáltica ya compactada. Este valor es clave para evaluar qué tan bien se logró la compactación del material y para calcular los vacíos presentes en la mezcla, parámetros que influyen directamente en la durabilidad del pavimento y en su capacidad para resistir deformaciones y deterioro prematuro.

- ✓ I.N.V. E – 748 – 13 – RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

El ensayo Marshall se realiza para medir la capacidad de una mezcla asfáltica de resistir cargas antes de deformarse o fallar. Con esta prueba se busca comprobar que la mezcla diseñada tenga suficiente estabilidad para soportar el peso del tránsito sin deformaciones excesivas, al mismo tiempo que mantenga cierta flexibilidad para evitar fisuras o fallas estructurales.

Figura 9. Ensayo Marshall ASTM D6927



Fuente: Chongqing Gold Mechanical

✓ I.N.V. E – 735 – 13 – GRAVEDAD ESPECÍFICA MÁXIMA TEÓRICA (Gmm) Y DENSIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

Este ensayo permite conocer la densidad máxima que podría alcanzar una mezcla asfáltica si no tuviera aire en su interior. Este dato es importante porque sirve como referencia para calcular el porcentaje de vacíos en la mezcla compactada, lo cual ayuda a evaluar si el diseño del pavimento tendrá un desempeño adecuado frente al tráfico y las condiciones ambientales.

✓ NTC 673 - ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS

El objetivo de este ensayo es determinar cuánta carga puede soportar el concreto antes de fallar cuando se somete a compresión. Conocer esta resistencia es esencial porque permite verificar si el concreto utilizado en una estructura cumple con la resistencia especificada en el diseño, garantizando así la seguridad y capacidad portante de elementos como columnas, vigas y losas.

Figura 10. Tipos de falla en cilindros de concreto ASTM C39

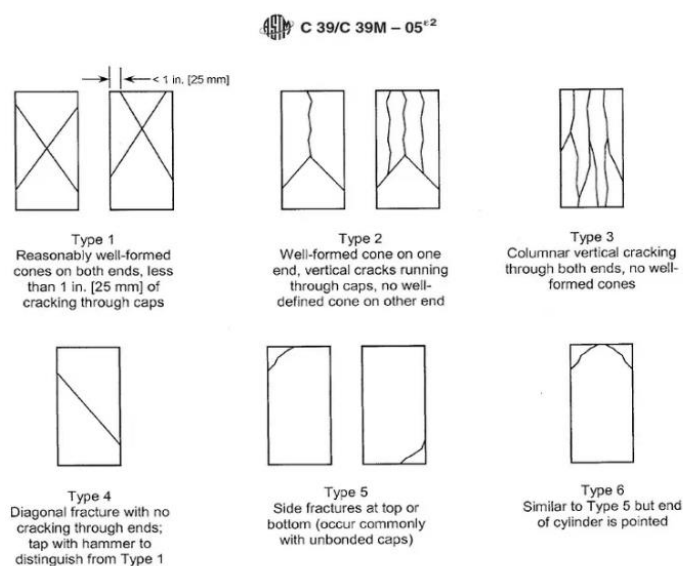


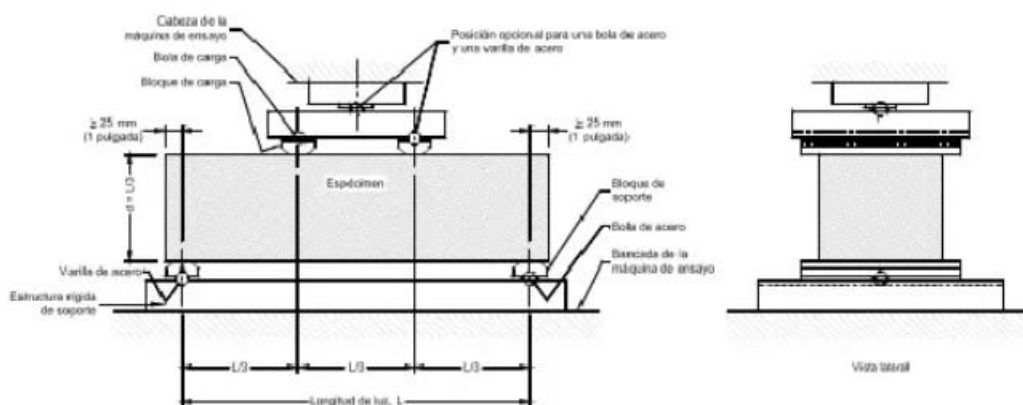
FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: Concrete-break-type.scribd

- ✓ NTC 2871 – MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA FLEXIÓN (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS MEDIOS)

Este ensayo busca evaluar la capacidad del concreto para resistir esfuerzos de flexión, es decir, su comportamiento cuando el material tiende a doblarse bajo carga. Este parámetro es especialmente importante en pavimentos rígidos y elementos sometidos a cargas distribuidas, donde la resistencia a la flexión influye directamente en la aparición de grietas o fallas estructurales.

Figura 11. Falla de vigas con carga en tercios medios



Fuente: Instituto nacional de vías – INVÍAS.

7.1.2 NORMATIVIDAD EN CONCRETO

- ✓ NTC 454 – TOMA DE MUESTRAS DE CONCRETO FRESCO

El propósito de este procedimiento es garantizar que las muestras de concreto que se analizan en el laboratorio representen fielmente el material que se está utilizando en la obra. Una toma de muestra adecuada es fundamental para que los resultados de los ensayos reflejen las verdaderas propiedades del concreto y permitan evaluar correctamente su calidad.

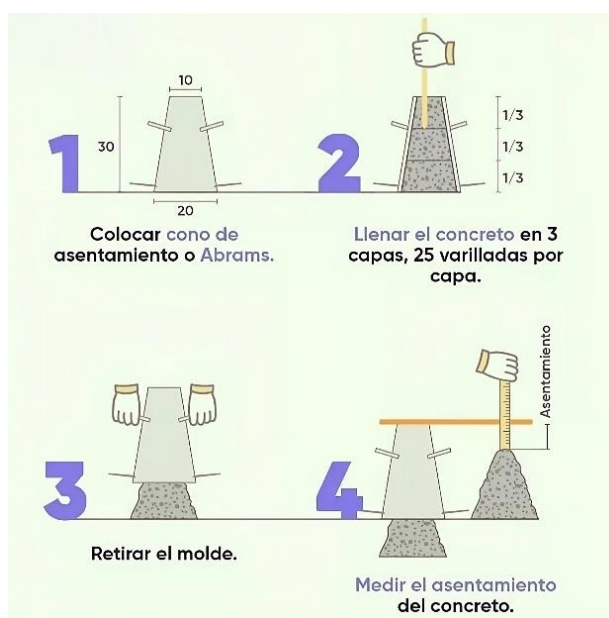
✓ NTC 550 – ELABORACIÓN Y CURADO DE ESPECÍMENES DE CONCRETO

Este ensayo establece la forma correcta de fabricar y conservar los cilindros de concreto que posteriormente serán sometidos a pruebas de resistencia. Su finalidad es asegurar que las muestras se desarrollen en condiciones controladas, permitiendo que los resultados obtenidos representen de manera confiable el comportamiento real del concreto.

✓ NTC – 396 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

La prueba de asentamiento se realiza para evaluar la trabajabilidad del concreto fresco, es decir, qué tan fácil es manipularlo, transportarlo y colocarlo en obra. Conocer esta propiedad es importante porque un concreto demasiado rígido o demasiado fluido puede generar problemas de compactación, segregación o pérdida de resistencia.

Figura 12. Ensayo de asentamiento de concreto NTC 396



Fuente: Construneic.com

7.1.3 NORMATIVIDAD EN ASFALTO

- ✓ I.N.V. E – 732 – 13 – EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DEL ASFALTO EN MEZCLAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTOS

Este ensayo se realiza para determinar la cantidad exacta de ligante asfáltico presente en una mezcla. Conocer este valor es fundamental porque el contenido de asfalto influye directamente en el comportamiento del pavimento: un exceso puede generar deformaciones, mientras que una cantidad insuficiente puede provocar desintegración o pérdida de cohesión.

- ✓ I.N.V. E – 735 – 13 – GRAVEDAD ESPECÍFICA MÁXIMA TEÓRICA (Gmm) Y DENSIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

El propósito de este ensayo es establecer un valor de referencia de la densidad máxima que puede alcanzar la mezcla asfáltica. Este dato permite evaluar el porcentaje de vacíos en la mezcla compactada, un factor clave para garantizar que el pavimento tenga suficiente durabilidad y resistencia frente al tránsito y a la acción del agua.

7.2 MARCO TÉCNICO

7.2.1 FRECUENCIA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS

Según la norma INVIAS capítulo 5 la frecuencia varía según la norma de ensayo; entre una vez por semana, una vez al día o una vez por suministro, sin embargo, en la empresa Orbeing estas normas de ensayo son realizadas diariamente y con cada producción o receta nueva, por lo que se cumple la frecuencia que recomienda la norma INVIAS.

Figura 13. Tabla ejemplo de frecuencias

Característica	Norma de ensayo INV	Frecuencia
Granulometría	E-215	1 por suministro
Densidad bulk	E-225	1 vez a la semana y siempre que cambie la procedencia del llenante
Vacios del llenante seco compactado (%)	E-229	1 vez a la semana y siempre que cambie la procedencia del llenante

Fuente: Instituto nacional de vías – INVÍAS

7.2.2 RESULTADOS SLUMP

Teniendo en cuenta la normatividad los valores de asentamientos abarcan de las 7" a las 8" en promedio, no obstante, hay que tener en cuenta que estos valores de asentimiento son variables según las recetas formuladas, por ejemplo, un concreto MR42 usado para vías tiende a ser más seco, por ende, da un valor más alto, mientras que un concreto bombeable con grava fina es mucho más fluido por lo que da valores más bajos.

Figura 14. Tabla resultados asentamientos Orbeing

RECETA	SLUMP
MR42	4"
210BC	7 1/2"
245NC	6"
280BC	8"
280BF	8 1/2"
350BF	9"

Fuente: Recurso propio

Teniendo en cuenta la figura 14, se puede concluir que la empresa ejecuta bien las recetas y que los resultados de asentamientos eran satisfactorios y conformes al tipo de concreto. Por otra parte, la manejabilidad fue controlada cada media hora en algunas muestras y manejaba un promedio de media pulgada de aumento cada media hora (esto sin tener en cuenta uso de aditivos), lo que deja una media bastante positiva.

7.2.3 RESISTENCIA ESPERADA EN MUESTRAS DE CONCRETO

En la figura 15 se evidencian las resistencias esperadas para las muestras y la cantidad de cilindros que se producen por cada bache (9). A los 28 días los cilindros deben de llegar a la resistencia deseada 3000kg/cm² (100%) o más, como testigo se deja un cilindro de 56 días el cual es una

verificación de que el cilindro superó la resistencia deseada y siguió aumentando. (Ejemplo en el capítulo 10)

Figura 15. Tabla de resistencia esperada de los cilindros

RESISTENCIA ESPERADA DE LOS CILINDROS		
DÍAS	RESISTENCIA	CANTIDAD
3 DÍAS	> 55 %	2
7 DÍAS	> 70%	1
14 DÍAS	> 85 %	2
28 DÍAS	100%	3
56 DÍAS	> 100 %	1 (T)

Fuente: Recurso propio

Estos parámetros concuerdan con los que dicta la norma NTC y dan un cumplimiento adecuado al ensayo de NTC 673 - ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS.

7.2.4 AFECTACIONES A LA MEZCLA Y SUS FACTORES

En la figura 16 se plantean algunas de muchas afectaciones que pueden llegar a dañar o alterar la mezcla, adicional a estos se debe tener en cuenta el correcto suministro de los agregados, cemento y agua, es ideal mantener las cantidades calculadas y no alterar ningún valor.

Figura 16. Tabla de factores de afectación a la mezcla

FACTOR	AFECTACIÓN EN LA MEZCLA
EXCESO DE FINOS	UN CONTENIDO ELEVADO DE MATERIAL FINO PUEDE GENERAR MAYOR DEMANDA DE AGUA Y DISMINUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO O LA MEZCLA ASFÁLTICA. TAMBIÉN PUEDE PRODUCIR PROBLEMAS DE TRABAJABILIDAD Y FISURACIÓN.
HUMEDAD EN LOS AGREGADOS	LA PRESENCIA DE HUMEDAD ALTERA LA RELACIÓN AGUA–CEMENTO O AGUA–LIGANTE, YA QUE APORTA AGUA ADICIONAL A LA MEZCLA. ESTO PUEDE DISMINUIR LA RESISTENCIA FINAL Y AFECTAR EL COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL.
CAMBIOS EN LAS CANTIDADES DE LOS MATERIALES	MODIFICAR LAS PROPORCIONES DE CEMENTO, AGUA O AGREGADOS ALTERA EL DISEÑO DE LA MEZCLA, LO QUE PUEDE GENERAR PÉRDIDA DE RESISTENCIA, SEGREGACIÓN O DIFICULTADES EN LA COMPACTACIÓN.
EXCESO DE ADITIVOS	EL USO DE ADITIVOS EN CANTIDADES SUPERIORES A LAS RECOMENDADAS PUEDE PRODUCIR RETARDOS O ACELERACIONES INDESEADAS EN EL FRAGUADO, PÉRDIDA DE RESISTENCIA O INESTABILIDAD EN LA MEZCLA.

Fuente: Recurso propio

7.2.5 DOSIFICACIONES UTILIZADAS EN LA EMPRESA

En la figura 17 se puede ver la nomenclatura, resistencia y nombre de las recetas que más se producen en Orbeing. Cada una de estas posee una cuantía de materiales diferente y se debe tener muy en cuenta a la hora de analizar los resultados como resistencia de cilindros o asentamientos, ya que cada uno es formulado de manera distinta.

Figura 17. Tabla de dosificaciones de concreto

DOSIFICACIONES DE CONCRETO		
NOMENCLATURA	PSI	NOMBRE
145BC	2000	BOMBEABLE GRAVA COMÚN
175NC	2500	CONVENCIONAL GRAVA COMÚN
210NC	3000	CONVENCIONAL GRAVA COMÚN
210BC	3000	BOMBEABLE GRAVA COMÚN
245NC	3500	CONVENCIONAL GRAVA COMÚN
245BC	3500	BOMBEABLE GRAVA COMÚN
280NF	4000	CONVENCIONAL GRAVA FINA
280BF	4000	BOMBEABLE GRAVA FINA
350BC	5000	BOMBEABLE GRAVA COMÚN

Fuente: Recurso propio

7.2.6 PARÁMETROS PARA EL ASFALTO

En la figura 18 se enuncian los límites requeridos por la empresa para cada resultado de los ensayos de calidad en asfaltos, estos datos concuerdan con los que dicta la norma INVIAS, no obstante, no siempre se cumplen en su totalidad debido a factores externos que pueden llegar a afectar la muestra; velocidad de las bandas, enfriamiento durante el transporte, humedad en los materiales, cambio de cantidades, etc. (Ejemplo en el capítulo 10)

Figura 18. Tabla de parámetros para el asfalto

PARÁMETROS ASFALTO	
PESO DEL FILTRO INICIAL (g)	15 - 15.5
PESO FILTRO FINAL (g)	15 - 17.5
PESO MUESTRA + ASFALTO (g)	> 1300
CONTENIDO ASFALTO (%)	5.1 - 5.7
ESTABILIDAD OPTIMA (KN)	9.0 - 12.0
FLUJO (mm)	2.0 - 4.0
% VACÍOS	3.0 - 5.0
RICE Gmm (g/cm3)	2450 - 2495
ALTURA (cm)	6.20 - 6.40
DIAMETRO (cm)	10.15 - 10.20
PESO MATRAS + AGUA (g)	9083

Fuente: Recurso propio

7.2.7 RESISTENCIAS DEL CONCRETO Y SUS USOS

La resistencia del concreto varía y se usa según su necesidad, como se ve en la figura 19 cada resistencia se destina para un proyecto diferente y puede llegar a estar compuesto de agregados diferentes, por esto, es fundamental saber los diferentes usos y el significado de las resistencias de cada concreto.

Figura 19. Tabla de usos del concreto

RESISTENCIA DEL CONCRETO	USO COMÚN EN PROYECTOS	TIPO DE AGREGADO
2000 PSI	UTILIZADO EN ANDENES, SENDEROS PEATONALES, PISOS NO ESTRUCTURALES Y CONCRETOS DE LIMPIEZA DONDE LAS CARGAS SON BAJAS.	GENERALMENTE SE EMPLEA GRAVA COMÚN, YA QUE NO SE REQUIEREN ALTAS RESISTENCIAS NI ACABADOS ESPECIALES.
3000 PSI	COMÚN EN VIVIENDAS, EN ELEMENTOS COMO ZAPATAS, VIGAS DE CIMENTACIÓN, COLUMNAS Y LOSAS DE CASAS O EDIFICACIONES PEQUEÑAS.	NORMALMENTE SE USA GRAVA COMÚN, ADECUADA PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES TRADICIONALES.
4000 PSI	EMPLEADO EN EDIFICIOS DE VARIOS PISOS, LOSAS ESTRUCTURALES, VIGAS PRINCIPALES Y PAVIMENTOS RÍGIDOS QUE SOPORTAN MAYORES CARGAS.	PUEDE UTILIZARSE GRAVA MÁS CONTROLADA O MÁS FINA, LO QUE PERMITE MEJOR COMPACTACIÓN Y MAYOR RESISTENCIA DEL CONCRETO.
5000 PSI	UTILIZADO EN PUENTES, PILOTES, CAISSONS, COLUMNAS DE EDIFICIOS ALTOS Y ELEMENTOS SOMETIDOS A GRANDES ESFUERZOS.	FRECUENTEMENTE SE EMPLEA GRAVA FINA O AGREGADOS BIEN GRADADOS, PARA LOGRAR MAYOR DENSIDAD, MEJOR ADHERENCIA Y ALTAS RESISTENCIAS.

Fuente: Recurso propio

7.2.8 FUNCIONES DE LOS ADITIVOS

Los aditivos son parte fundamental del diseño de mezclas; permiten controlar de mejor manera el concreto además de proporcionar soluciones frente a agentes externos como lo son el tiempo o las distancias largas donde el concreto tiende a secarse dentro de la mixer, también puede funcionar como acelerante o plastificante dependiendo de la necesidad, por otra parte, el uso de aditivos significa ahorro de agua y recursos, por lo que es sustentable y amigable con el medio ambiente.

Figura 20. Tabla de funciones de los aditivos

ADITIVO	FUNCIÓN PRINCIPAL	QUÉ HACE EN EL CONCRETO
SUPERPLASTIFICANTE (PLASTOL EXTENDER P)	REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO	MEJORA LA FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO SIN NECESIDAD DE AGREGAR MÁS AGUA. PERMITE OBTENER MEJORES RESISTENCIAS, FACILITA EL VACIADO Y MEJORA LA COMPACTACIÓN.
ESTABILIZADOR (EUCON 1400)	CONTROLADOR DE ESTABILIDAD Y SEGREGACIÓN	AYUDA A MANTENER LA HOMOGENEIDAD DE LA MEZCLA, EVITANDO QUE LOS AGREGADOS SE SEPAREN DE LA PASTA DE CEMENTO. TAMBIÉN MEJORA LA COHESIÓN DEL CONCRETO Y SU MANEJO DURANTE EL TRANSPORTE Y COLOCACIÓN.
ACELERANTE (ACELGUARD 25)	ACELERADOR DE FRAGUADO Y RESISTENCIA INICIAL	PERMITE QUE EL CONCRETO FRAGÜE MÁS RÁPIDO Y DESARROLLE RESISTENCIA EN MENOR TIEMPO, LO QUE ES ÚTIL EN OBRAS DONDE SE NECITA DESENCOFRAR RÁPIDO O TRABAJAR EN CLIMAS FRÍOS.

Fuente: Recurso propio

7.2.9 RELACION DE MATERIALES EN EL CONCRETO

Según la resistencia del concreto sus relaciones agua:cemento:arena:grava cambian, en la figura 21 se tienen unos parámetros aproximados a tener en cuenta para cada resistencia, no obstante, pueden tener pequeñas variaciones teniendo en cuenta factores como la humedad en el ambiente. Respecto a la relación agua/cemento, tener en cuenta que, a mayor cantidad de cemento y menor cantidad de agua, mayor resistencia.

Figura 21. Tabla de funciones de los aditivos

RESISTENCIA DEL CONCRETO	RELACIÓN CEMENTO : ARENA : GRAVA	RELACIÓN AGUA / CEMENTO APROX.
2000 PSI	1:03:05	0.60 – 0.70
3000 PSI	1:02:03	0.50 – 0.60
4000 PSI	1 : 1.5 : 2.5	0.40 – 0.50
5000 PSI	1:01:02	0.35 – 0.45

Fuente: Recurso propio

8. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

A continuación, se describirán las actividades realizadas durante la pasantía distribuidas en tres capítulos diferentes; trabajo en laboratorio, control de calidad en planta de concreto y control de calidad en planta de asfalto. En cada actividad se destacan las semanas de practica en las que fue realizada dicha labor. Para profundizar en cada uno de estos procesos se realizará una breve descripción de la actividad realizada junto con su evidencia fotográfica para mayor entendimiento del trabajo ejecutado.

8.1 TRABAJO EN LABORATORIO

- ✓ Realización de ensayos de vacío (RICE) en mezclas asfálticas MDC19 en laboratorio y diligenciamiento de resultados. (Semana 1-5-8-12)

Figura 22. Ensayo de vacíos MDC19 en matraz



Fuente: Recurso propio

El ensayo de vacío tipo RICE se realizó para determinar la densidad máxima teórica de la mezcla asfáltica MDC-19, parámetro fundamental para el control de calidad del material. Este

procedimiento permitió calcular el porcentaje de vacíos de aire y evaluar el grado de compactación alcanzado en la mezcla. Los resultados obtenidos fueron registrados, contribuyendo a asegurar un adecuado desempeño y durabilidad del pavimento.

- ✓ Falla de cilindros a compresión y vigas a flexión para resultados de resistencia de concreto. (Semana 1-2-5-6-7-8-9-11-12-13)

Figura 23. Falla de vigas a flexión y cilindros a compresión



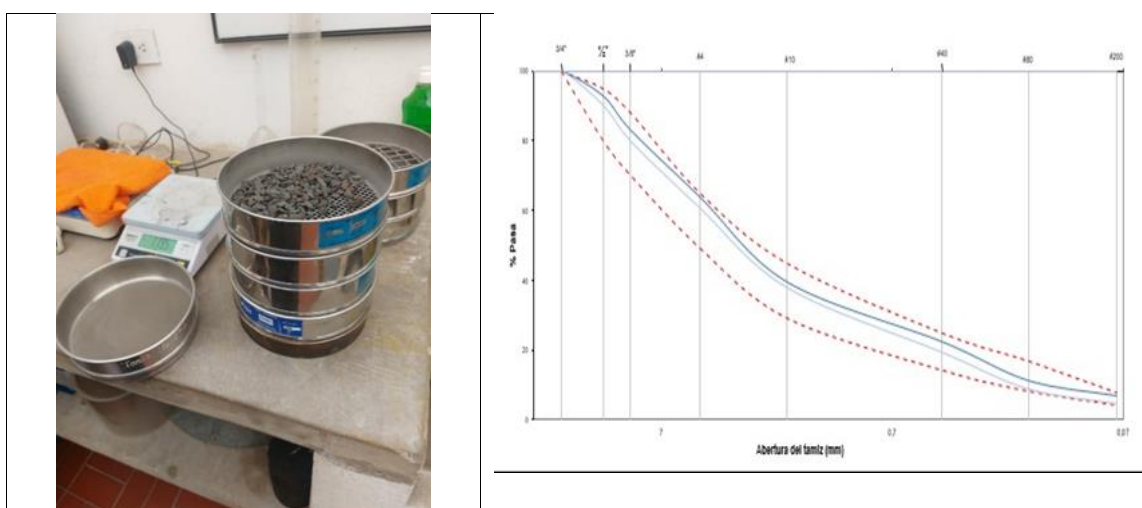
Fuente: Recurso propio

La falla de cilindros a compresión y vigas a flexión se realizó con el fin de evaluar el comportamiento mecánico del concreto frente a los esfuerzos más comunes en estructuras y pavimentos. Los cilindros permitieron determinar la resistencia a compresión de concretos de diferentes usos y resistencias nominales, como 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 y 5000 psi, empleados según el tipo de elemento estructural, mientras que las vigas a flexión se utilizaron principalmente para concretos destinados a pavimentos, como el concreto MR-42, donde la

resistencia a flexión es un parámetro determinante. Estos ensayos se realizaron a edades de 7, 14, 28 y hasta 56 días, lo que permitió analizar la evolución de la resistencia en el tiempo, especialmente en concretos especiales como bombeables y autocompactantes, los cuales requieren un adecuado equilibrio entre trabajabilidad y resistencia. La máquina de ensayo registra las cargas máximas aplicadas para ser comparadas con las especificaciones de diseño para determinar si el concreto presenta un comportamiento satisfactorio o si requiere ajustes en su dosificación, curado o proceso de producción.

- ✓ Realización de lavados y granulometrías en laboratorio de asfalto y concreto. (Semana 2-5-6-7-8-11-12)

Figura 24. Granulometría con tamices y resultados en curva granulométrica



Fuente: Recurso propio

La realización de lavados y análisis granulométricos en el laboratorio de asfalto y concreto tuvo como objetivo verificar la correcta distribución de tamaños de los agregados empleados en la producción de mezclas asfálticas y concretos hidráulicos. Estos ensayos permitieron identificar la proporción de finos, arena y grava, información fundamental para asegurar una adecuada trabajabilidad, resistencia y durabilidad de los materiales. Los resultados obtenidos fueron

comparados con las especificaciones técnicas establecidas, sirviendo como base para el control de calidad y el ajuste de las dosificaciones utilizadas en planta.

- ✓ Realización de ensayo Marshall (estabilidad y flujo) o falla de briquetas. (Semana 6-7-8-12)

Figura 25. Ensayo Marshall y resultados de flujo y estabilidad

	Peso específico Teórico,	2472		
	Acidos con aire (Va) %	2,9	3,1	3,1
	Peso Unitario, kN/m ³	23,55	23,50	23,49
	Estabilidad Marshall leída, Kn	10,57	11,84	9,70
	Estabilidad Marshall leída, kg	1077,82	1207,32	989,11
	Corrección por Altura de Briqueta	1,033	1,028	1,020
	Estabilidad Marshall corregida, lb	2454,8	2736,1	2225,1
	Estabilidad Marshall corregida, kg	1113,5	1241,1	1009,3
	Flujo, mm	4,14	3,85	3,87

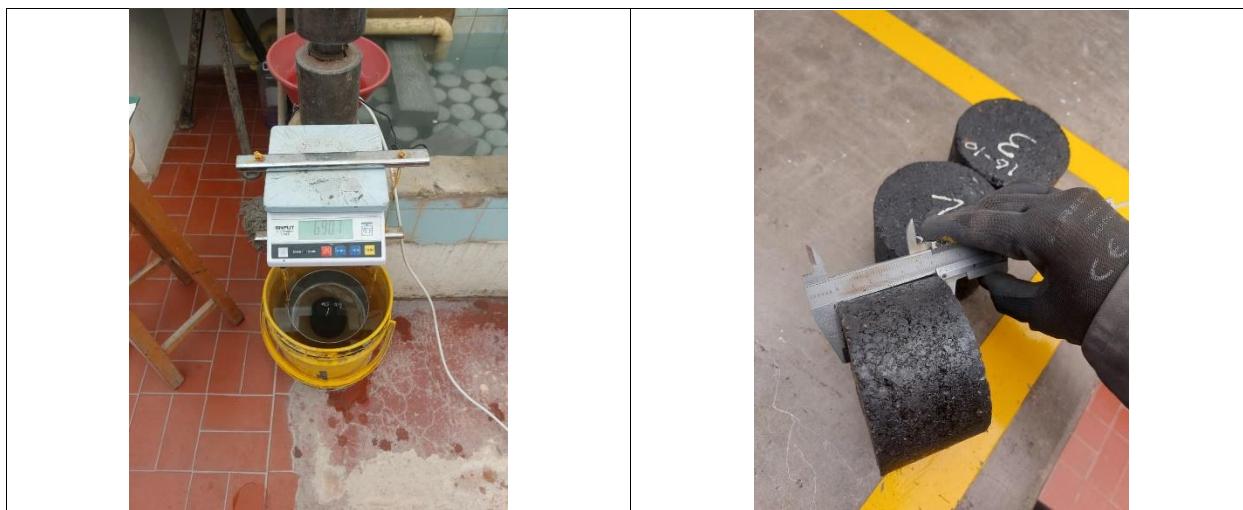
Fuente: Recurso propio

El ensayo Marshall se realizó mediante la falla controlada de briquetas con el objetivo de evaluar el comportamiento mecánico de las mezclas asfálticas bajo carga. A partir de este ensayo se determinaron los valores de estabilidad, que representan la capacidad de la mezcla para resistir esfuerzos sin deformarse, y de flujo, que corresponde a la deformación plástica que presenta la briketa antes de la falla. En términos generales, el flujo debe encontrarse dentro de un rango aceptable, comúnmente entre 2 y 4 mm, ya que valores bajos indican mezclas demasiado rígidas y valores altos mezclas excesivamente plásticas, susceptibles a deformaciones como el ahuellamiento, luego de esto, los resultados obtenidos fueron comparados, permitiendo verificar la calidad de la mezcla y su aptitud para su uso en estructuras de pavimento.

- ✓ Ejecución de pesos específicos y toma de medidas en briquetas de asfalto MDC19

(Semana 7-8-9-11-12)

Figura 26. Pesos específicos y medidas de briquetas



Fuente: Recurso propio

La ejecución de los ensayos de peso específico y la toma de medidas en briquetas de asfalto tipo MDC-19 se realizó con el propósito de caracterizar las propiedades volumétricas de la mezcla. A partir de la medición del peso y las dimensiones de las briquetas fue posible determinar su densidad aparente, parámetro fundamental para el cálculo de vacíos de aire y el análisis del grado de compactación alcanzado, gracias a estos resultados se pudo evaluar la uniformidad de la mezcla y verificar su cumplimiento con las especificaciones técnicas, aportando información clave para el control de calidad y el desempeño estructural del pavimento.

8.2 CONTROL DE CALIDAD EN PLANTA DE CONCRETO

- ✓ Ejecución de ensayos de asentamiento Slump para pruebas de calidad y manejabilidad del concreto, diligenciamiento de resultados y acompañamiento en planta de concreto.

(Semana 1-2-3-4-5-6-10)

Figura 27. Ensayo de asentamiento y trabajo en planta de concreto



Fuente: Recurso propio

La ejecución de los ensayos de asentamiento tipo *Slump* se realizó con el fin de evaluar la manejabilidad y consistencia del concreto en estado fresco, aspectos fundamentales para garantizar su correcta colocación en obra. Un asentamiento adecuado indica que el concreto posee el equilibrio correcto entre fluidez y cohesión; valores muy altos, como slump cercanos a 9 cm, pueden evidenciar un exceso de agua, lo que afecta negativamente la resistencia y durabilidad del material. Por el contrario, asentamientos bajos, como slump alrededor de 5 cm, indican mezclas demasiado rígidas, difíciles de colocar y compactar correctamente, luego de esto los resultados fueron registrados y analizados durante el acompañamiento en planta, lo que permite apoyar la toma de decisiones antes del despacho del concreto.

- ✓ Realización de muestras de concreto en cilindros y vigas MR42. (Semana 1-2-3-4-5-6-10)

Figura 28. Elaboración de cilindros y vigas



Fuente: Recurso propio

Esta actividad consiste en la elaboración de muestras de concreto en forma de cilindros y vigas correspondientes a concreto tipo MR42, utilizado principalmente en obras de pavimento rígido donde se requiere un adecuado comportamiento a flexión. Durante el proceso se controla la correcta dosificación de los materiales, la manejabilidad de la mezcla y el adecuado llenado y compactación de los moldes, garantizando la representatividad de las muestras, estos cilindros permiten evaluar la resistencia a la compresión, mientras que las vigas se emplean para determinar la resistencia a la flexión.

- ✓ Diligenciamiento de control de concreto y supervisión de salida de cargamento. (Semana 1-2-3-4-5-6-10)

Figura 29. Supervisión de salida de cargamento



Fuente: Recurso propio

El diligenciamiento del control de concreto y la supervisión de la salida de los cargamentos se realizó con el objetivo de garantizar que el material despachado cumpliera con las especificaciones técnicas establecidas. Durante esta actividad se verificaron parámetros como el tipo de concreto, la resistencia solicitada, el asentamiento, el tiempo de mezclado y las condiciones generales del cargamento.

- ✓ Ejecución de ensayos de manejabilidad de concreto cada media hora (Semana 1-2-3-10)

Figura 30. Ensayos de manejabilidad



Fuente: Recurso propio

La ejecución de ensayos de manejabilidad del concreto se realizó cada media hora, con el fin de verificar la estabilidad y uniformidad del material durante el proceso de producción. Este control permitió identificar variaciones en la consistencia del concreto ocasionadas por cambios en la humedad de los agregados, tiempos de mezclado o ajustes en la dosificación.

- ✓ Realización de dosificación de aditivos Toxement en muestras de concreto para pruebas de calidad y resultados en la mezcla con cementos Holcim. (Semana 2-3-10)

Figura 31. Dosificación de aditivos Toxement



Fuente: Recurso propio

La dosificación de aditivos Toxement en muestras de concreto se realizó con el fin de evaluar su influencia en las propiedades del material, especialmente en la manejabilidad, tiempos de fraguado y desarrollo de resistencia. Estas pruebas permitieron analizar el comportamiento del concreto al combinar distintos tipos de aditivos con cementos Holcim, verificando su compatibilidad y efecto en la mezcla. Los resultados obtenidos fueron utilizados para ajustar las dosificaciones según las necesidades específicas de cada tipo de concreto, contribuyendo al control de calidad y a la optimización del desempeño del material en planta y en obra.

- ✓ Acompañamiento en obra para suministro de concreto con bomba de concretos. (Semana 10)

Figura 32. Suministro con bomba de concretos



Fuente: Recurso propio

El acompañamiento en obra durante el suministro de concreto con bomba se realizó con el objetivo de verificar que el material mantuviera las condiciones adecuadas de manejabilidad y consistencia durante su colocación. Esta actividad permitió supervisar el correcto comportamiento del concreto bombeable, asegurando que cumpliera con los requisitos de fluidez sin presentar segregación ni pérdida de resistencia. Asimismo, se apoyó el control del proceso de vertimiento, contribuyendo a una correcta ejecución de los elementos estructurales.

- ✓ Realización de muestras de concreto en trompo para pruebas de resistencia y análisis de curva de resistencia. Seguimiento de recetas y calibración de las mismas, uso de aditivos en mezcla, cálculo de humedades, realización de cilindros y pruebas de manejabilidad cada 30 minutos. (Semana 13-14)

Figura 33. Realización de muestras de concreto en trompo para pruebas de resistencia y análisis de curva de resistencia





CEMENTO	Art	Holcim
AGUA	Tercero	Tercero
ARENA 3	Arena Combinada	Combinada
GRAVA AG 19	Grava 3/4"	Grava 3/4" Moniq
ADITIVO 1	Superplastificante	Plastol Extender p
ADITIVO 2	Estabilizador	Eucon 1400
ADITIVO 5	Acelerante	Acelguard 25



RECETAS PARA MEZCLA DE 40 LTS					
BOMBEABLE	BOMBEABLE	BOMBEABLE	BOMBEABLE	BOMBEABLE	BOMBEABLE
210 BC	280 BC	350 BC	210 BC	280 BC	350 BC
6"	6"	6"	6"	6"	6"
11	12	13	11	12	13
6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
44	44	43	44	44	43
34	34	33	34	34	33
0,039	0,043	0,047	0,039	0,043	0,047
0,033	0,037	0,040	0,033	0,037	0,040
			0,078	0,086	0,094

Fuente: Recurso propio

La realización de muestras de concreto en trompo se llevó a cabo con el propósito de evaluar el comportamiento del material bajo condiciones reales de producción y analizar la curva de desarrollo de resistencia en el tiempo. Durante esta actividad se realizó el seguimiento a las recetas de dosificación y su respectiva calibración, considerando el uso de aditivos, el cálculo de humedades de los agregados y los ajustes necesarios en la mezcla. Adicionalmente, se elaboraron cilindros para ensayos de resistencia y se ejecutaron pruebas de manejabilidad cada 30 minutos, lo que permitió verificar la estabilidad del concreto durante el proceso de producción.

8.3 CONTROL DE CALIDAD EN PLANTA DE ASFALTO

- ✓ Lavado centrífugo de contenidos de muestras asfálticas MDC19 en planta de asfalto.

(Semana 1-3-4-5-9)

Figura 34. Lavado de muestras asfálticas



Fuente: Recurso propio

El lavado centrífugo del contenido de muestras asfálticas MDC-19 se realizó con el objetivo de determinar la proporción real de agregados y ligante asfáltico presente en la mezcla. Este procedimiento permitió separar los materiales mediante la acción de la centrífuga, facilitando el análisis del contenido de asfalto y la posterior evaluación granulométrica de los agregados recuperados. Con esto se pudo verificar el cumplimiento de la dosificación establecida en diseño.

- ✓ Realización de briquetas de asfalto MDC19 en laboratorio para pruebas de calidad en ensayo Marshall. (Semana 3-5-9)

Figura 35. Realización briquetas de asfalto



Fuente: Recurso propio

La realización de briquetas de asfalto tipo MDC-19 en laboratorio se llevó a cabo con el fin de obtener muestras representativas para la evaluación de la calidad de la mezcla mediante el ensayo Marshall. Durante este proceso se controlaron variables como la temperatura de la mezcla, el número de golpes de compactación y el correcto moldeo de las briquetas, garantizando condiciones

uniformes para el ensayo. Estas muestras permitieron analizar parámetros como estabilidad, flujo y comportamiento volumétrico, aportando información fundamental para el control de calidad y el adecuado desempeño de la mezcla asfáltica en pavimentos.

- ✓ Recolección de materiales de asfalto MDC19 para actualización Marshall (corrección de cantidades en el diseño). (Semana 4-5)

Figura 36. Actualización Marshall



Fuente: Recurso propio

La recolección de materiales correspondientes a la mezcla asfáltica MDC-19 permitió contar con muestras representativas para la actualización del diseño Marshall y la corrección de las cantidades de sus componentes. A partir de estos materiales fue posible analizar nuevamente el comportamiento de la mezcla y ajustar la dosificación, buscando mejorar parámetros como estabilidad, flujo y contenido de vacíos. Esta actividad aportó información clave para optimizar el diseño de la mezcla y garantizar su cumplimiento con las especificaciones técnicas exigidas.

- ✓ Toma de muestra RICE MDC19 para análisis de vacíos en laboratorio. (Semana 3-5-9)

Figura 37. Cuarteo de muestra asfáltica para RICE



Fuente: Recurso propio

La toma de muestras de mezcla asfáltica MDC-19 para el ensayo RICE permitió obtener material representativo para el análisis de vacíos en laboratorio. A partir de este procedimiento se determinó la densidad máxima teórica de la mezcla, información fundamental para el cálculo del porcentaje de vacíos de aire y la evaluación del nivel de compactación.

9. RESULTADOS DE CONTROL DE CALIDAD

9.1 RESULTADOS DE FALLA DE CILINDROS

A continuación, se presentan resultados de un bache de concreto producido el 15 de agosto del 2025. Inicialmente se toman datos como el código de bache, número de muestra, fecha de moldeo y fecha de rotura, seguido del peso (gr), altura (cm), diámetro (cm) y edad (días), desde planta se corrobora que todos los cilindros vengan lo más homogéneos y exactos posibles para evitar variaciones en los resultados, debido a esto, estas medidas son relevantes en el ensayo.

Figura 38. Resultados de falla de cilindros

210NR CONCRETO 3000 PSI CONVENCIONAL RETARDADO TEQUENDAMA							
Codigo	No Muestra	Fecha	Fecha	Peso	Altura	Diámetro	Edad
4224-1	1	15/08/2025	18/8/2025	3808,3	20	10,05	3
4224-2	2	15/08/2025	18/8/2025	3806	20,1	10,05	3
4224-3	3	15/08/2025	22/8/2025	3822,3	20,05	10,05	7
4224-4	4	15/08/2025	22/8/2025	3842,2	20,1	10,05	7
4224-5	5	15/08/2025	29/8/2025	3829,8	20,05	10,05	14
4224-6	6	15/08/2025	12/9/2025	3805,5	20,05	10,05	28
4224-7	7	15/08/2025	12/9/2025	3816,5	20,05	10,05	28
4224-8	8	15/08/2025	12/9/2025	3824	20	10,05	28
4224-9	9	15/08/2025	10/10/2025	3765,6	20,05	10,05	56

Fuente: Recurso propio

Seguido de esta información se procede a realizar el ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS - NTC 673; después de la rotura del cilindro obtenemos el tipo de falla y la resistencia alcanzada en KN (Proporcionada por la máquina después de la rotura del cilindro), posteriormente se hace la respectiva conversión de este dato a Kg (Multiplicar por 101,97).

Figura 39. Resultados de falla de cilindros

Tipo de falla	Resistencia (KN)	Resistencia (kg)
5	136,4	13908,708
2	142,7	14551,119
3	169,2	17253,324
2	164,4	16763,868
3	194,8	19863,756
3	212,4	21658,428
3	210,1	21423,897
3	225,1	22953,447
2	257,4	26247,078

$$\times 101,97 =$$

Fuente: Recurso propio

Se toma el valor de la resistencia (Kg) y se divide sobre el valor del diámetro (cm) al cuadrado 2 , todo esto dividido sobre 4 para así obtener la relación diámetro/resistencia.

Figura 40. Resultados de falla de cilindros

Resistencia (kg)	Diámetro	Relación Diámetro/Resistencia
13908,708	10,05	175
14551,119	10,05	183
17253,324	10,05	217
16763,868	10,05	211
19863,756	10,05	250
21658,428	10,05	273
21423,897	10,05	270
22953,447	10,05	289
26247,078	10,05	331

$$\div \quad \div \quad ^2 \div 4 =$$

Fuente: Recurso propio

Usar la relación diámetro/resistencia y dividirla en el factor de corrección dado por la norma equivalente a 0,07, con esto se obtiene la resistencia a la compresión final en Kg/cm².

Figura 41. Resultados de falla de cilindros

Relación Diámetro/Resistencia	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
175	2504,76361
183	2620,45284
217	3107
211	3019
250	3577,18439
273	3900,37969
270	3858,14394
289	4133,59449
331	4726,73132

$$\div 0,07 =$$

Fuente: Recurso propio

Para esta receta de 3000 psi se deseaba una resistencia de 3000 kg/cm² como se puede ver en la columna 1. Finalmente, para obtener el % de la Resistencia obtenida; se divide la resistencia a la compresión hallada anteriormente sobre la resistencia deseada.

Figura 42. Resultados de falla de cilindros

Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia deseada	% Resistencia obtenida
2504,76361	3000	83%
2620,45284	3000	87%
3107	3000	104%
3019	3000	101%
3577,18439	3000	119%
3900,37969	3000	130%
3858,14394	3000	129%
4133,59449	3000	138%
4726,73132	3000	158%

Fuente: Recurso propio

Con este resultado se puede comprobar que el bache 4224 cumplió con las especificaciones y resultados requeridos por la norma NTC y, está entre los parámetros deseados por la empresa Orbeing SAS.

9.2 RESULTADO DE GRANULOMETRÍAS, BRIQUETAS Y ENSAYO DE VACÍOS

A continuación, se presentan resultados de un cargamento de asfalto tipo MDC-19 producido el 9 de septiembre del 2025.

Figura 43. Resultados granulometrías

DESCRIPCION :	Mezcla asfaltica tipo MDC-19	
FECHA Ensayo:	9-sep-25	
PROCEDENCIA:	Planta de asfalto Vereda tras el alto tecniasfaltos	

Fuente: Recurso propio

Inicialmente se tienen los porcentajes de contenido de asfalto obtenidos del ensayo EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DEL ASFALTO EN MEZCLAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTOS I.N.V. E – 732 – 13 realizado por el método de centrífuga. En este caso se obtienen 3 muestras (M1, M2, M3). El valor del % es obtenido haciendo la resta del filtro final menos el inicial, seguido de la resta del peso de muestra inicial menos el peso de muestra final, se suman estos dos resultados, se dividen sobre el valor de muestra inicial y este valor se multiplica por 100 $((\text{Azul-Rojo}) + (\text{Verde-Amarillo}) / 1300,4) * 100 = \text{Morado}$). Los contenidos cumplen con los parámetros deseados por la empresa debido a que están en el rango de 5.1 – 5.7.

Figura 44. Resultados granulometrías

Porcentaje de Asfalto:		M1
Peso del recipiente, grs		0,0
Peso del filtro inicial, grs		15,3
Peso del filtro final, grs		17,4
Peso muestra + asfalto, grs		1300,4
Peso muestra después de extracción, grs		1230,3
Contenido de Asfalto, (%)		5,23

Porcentaje de Asfalto:		M2
Peso del recipiente, grs		0,0
Peso del filtro inicial, grs		15,2
Peso del filtro final, grs		17,1
Peso muestra + asfalto, grs		1300,1
Peso muestra después de extracción, grs		1225,5
Contenido de Asfalto, (%)		5,59

Porcentaje de Asfalto:		M3
Peso del recipiente, grs		0,0
Peso del filtro inicial, grs		15,3
Peso del filtro final, grs		17,0
Peso muestra + asfalto, grs		1300,5
Peso muestra después de extracción, grs		1225,0
Contenido de Asfalto, (%)		5,67

Fuente: Recurso propio

Seguido de esto se realiza el ensayo ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS EXTRAÍDOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS I.N.V. E – 782 – 13 para obtener el resultado de granulometría en tamices. Para obtener los porcentajes se divide la cantidad retenida por el tamiz sobre el peso seco de la muestra y se multiplica por 100 (Rojo/Azul*100 = Verde).

Figura 45. Resultados granulometrías

PESO SECO [grs]: M1		Antes de lavar=		1230,3
PESO SECO [grs]: M2		Antes de lavar=		1225,5
PESO SECO [grs]: M3		Antes de lavar=		1225,0

TAMIZ	Diámetro ni U.S. ^a	Peso tamiz+muest + muestra	Peso Tamiz + muestra	Retenido Peso Muestra	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Nº	mm	grs M1	grs M2	grs M3	% M1	% M2	% M3
1"	25	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
1/2"	12,5	175,6	124,7	145,7	14,27	10,18	11,89
3/8"	9,5	123,9	147,8	133,9	10,07	12,06	10,93
4	4,75	180,2	189,5	189,8	13,02	15,46	13,86
10	2	332,5	300,4	298,7	27,03	24,51	24,38
40	0,425	202,9	234,6	223,6	16,49	19,14	18,25
80	0,18	111,6	105,7	110,8	9,07	8,63	9,04
200	0,075	61,6	50,3	60,6	5,01	4,10	4,95
fondo	fondo	3,6	2,1	4,0	0,29	0,17	0,33

Fuente: Recurso propio

A continuación, se resta 100 al valor del porcentaje para obtener el %Final (Verde-100 = Rojo)

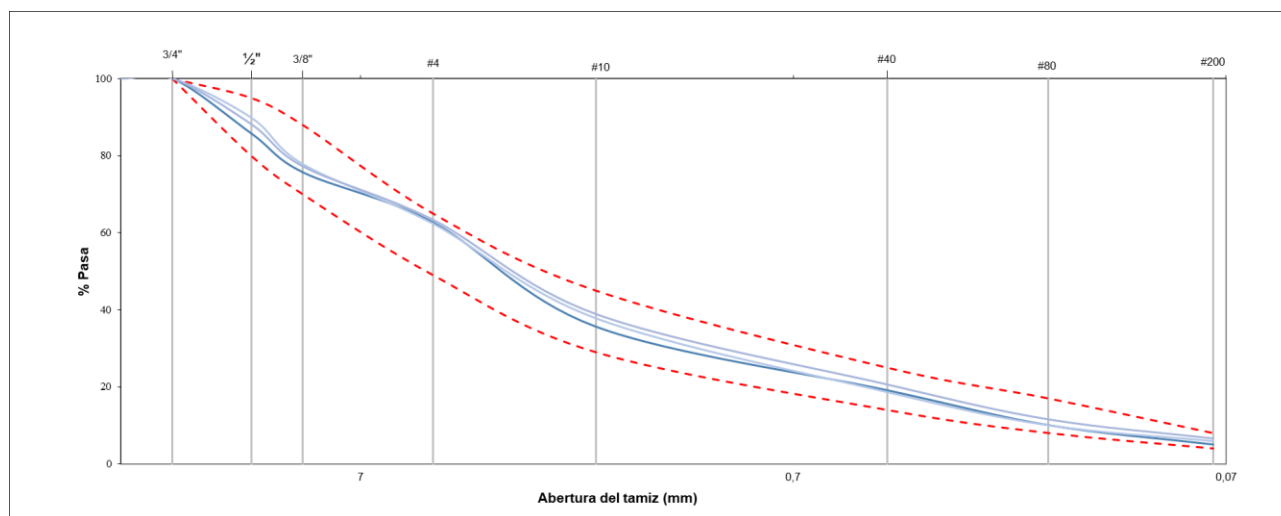
Figura 46. Resultados granulometrías

Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje	Final	Final	Final
% M1	% M2	% M3	%	%	%
0,00	0,00	0,00	M1	M2	M3
0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
14,27	10,18	11,89	100,00	100,00	100,00
10,07	12,06	10,93	85,73	89,82	88,11
13,02	15,46	13,86	75,66	77,76	77,18
27,03	24,51	24,38	62,64	62,30	63,31
16,49	19,14	18,25	35,61	37,79	38,93
9,07	8,63	9,04	19,12	18,65	20,68
5,01	4,10	4,95	10,05	10,02	11,63
0,29	0,17	0,33	5,04	5,92	6,69

Fuente: Recurso propio

Por último, se grafican estos resultados en relación al porcentaje que pasa (%) y la abertura del tamiz (mm). La línea azul representa la granulometría realizada y las líneas rojas representan los límites establecidos por la empresa basándose en la norma INVIAS. En este caso, aunque la línea azul no está “uniforme”, si se encuentra dentro de los rangos aceptables por lo que cumple con los parámetros deseados para granulometrías.

Figura 47. Grafica de resultados de granulometrías



Fuente: Recurso propio

Seguido del resultado de granulometrías se realiza el ensayo GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK Y DENSIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS NO ABSORBENTES EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS Y SUPERFICIE SECA I.N.V. E – 733 – 13 y RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL I.N.V. E – 748 – 13.

A continuación, se tienen los resultados de cuatro briquetas MDC-19 realizadas el 09 de septiembre de 2025.

Luego de los procesos de medidas, pesos sumergidos, secos y saturados se procede a fallar la briqueta en la maquina Marshall la cual da los valores de flujo y estabilidad de la briqueta. Para obtener los vacíos con aire se divide el peso unitario sobre el peso específico teórico y se multiplica por 100 ((Morado/Rojo)*100 = Amarillo). El peso específico teórico es el resultado del peso específico máximo obtenido en el ensayo de vacíos (azul).

Figura 48. Datos briquetas y vacíos

Muestra	1	2	3	4
Altura, cm	6,39	6,36	6,35	6,30
Diámetro, cm	10,17	10,16	10,15	10,15
Peso de la Canastilla en el aire, g	0,00	0,00	0,00	0,0
Peso de la Canastilla en el agua, g	0,00	0,00	0,00	0,0
Peso Briqueta en el aire+canastilla, g	1186,8	1185,00	1188,0	1187,4
Peso de la Briqueta SSS + canastilla, g	1188,4	1187,30	1189,7	1188,9
Peso de la Briqueta en agua+ canastilla, g	685,9	686,20	686,4	685,7
Volumen Briqueta, cm ³	500,90	498,80	501,60	501,7
Peso Específico aparente	2,362	2,365	2,360	2,4
Peso Unitario del Agua 25°C, kg/m ³	997,00	997,00	997,00	997,0
Peso Unitario, kg/m ³	2354,7	2357,7	2353,3	2352,6
Peso específico Teórico,		2464		
Vacios con aire (Va) %	4,4	4,3	4,5	4,5
Peso Unitario, kN/m	23,09	23,12	23,08	23,07
Estabilidad Marshall leída, Kn	10,59	9,86	10,15	10,99
Estabilidad Marshall leída, kg	1079,86	1005,42	1035,00	1120,65
Correccion por Altura de Briqueta	0,991	0,998	1,001	1,013
Estabilidad Marshall corregida, lb	2359,2	2212,6	2283,2	2502,5
Estabilidad Marshall corregida, kg	1070,1	1003,6	1035,7	1135,1
Flujo, mm	3,50	3,45	3,00	3,15

PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO	
Ensayo No.	1
Contenido de asfalto, (%)	5,5
Peso matraz vacío, gm	0,0
Temperatura, °C	25°
Peso muestra, g	1500,1
Peso matraz + muestra, g	1500,1
Peso matraz + agua + tapa, g	9085,0
Peso matraz + muestra + agua + tapa, g	9978,0
Factor de correccion por temperatura (k)	0,997
Peso específico máximo medido (Gmm), g/cm ³	2,464
PROMEDIO	2,464

Fuente: Recurso propio

Finalmente, según la norma las briquetas del 09 de septiembre cumplen debido a que se encuentran dentro de los parámetros de: %Vacíos = 3-5, Flujo = 2.0 – 4.0, Estabilidad = 9.0 – 12.0, Peso específico = 2450 – 2495.

10. APORTES DE LA PRACTICA

10.1 APORTES DEL TRABAJO

Durante el desarrollo de la práctica profesional se realizaron aportes significativos a los procesos técnicos de la empresa, especialmente en las áreas de control de calidad de concreto y mezclas asfálticas. El estudiante participó activamente en la ejecución de ensayos de laboratorio y planta, tales como pruebas de asentamiento (slump), manejabilidad, elaboración y falla de cilindros a compresión y vigas a flexión, granulometrías, ensayo Marshall, análisis de vacíos mediante el método RICE y control de producción en planta.

10.2 APORTES A LA COMUNIDAD

Los aportes a la comunidad se evidencian de manera indirecta a través del aseguramiento de la calidad de los materiales empleados en obras de infraestructura. El control adecuado de las propiedades del concreto y el asfalto contribuye a la construcción de estructuras más seguras, durables y confiables, lo cual repercute positivamente en el bienestar de la población usuaria de dichas obras.

Estos aportes beneficiaron principalmente a la población de Tunja, ciudad donde se instaló la mayor parte de estos materiales; como un ejemplo, esto se evidenció en el reparcheo de la avenida universitaria y en el arreglo de la carrera 7 de la calle 24 a la calle 22 donde fueron instalados m³ de asfalto de la empresa Orbeing S.A.S, beneficiando así a toda la comunidad Tunjana que transita por estas vías.

10.3 APORTES COGNITIVOS

Desde el punto de vista cognitivo, la práctica permitió consolidar y ampliar los conocimientos adquiridos durante la formación académica en Ingeniería Civil, particularmente en el área de

materiales de construcción. Se fortaleció la comprensión sobre el comportamiento del concreto y las mezclas asfálticas, así como la correcta aplicación de normas técnicas NTC e INVIAS en contextos reales de laboratorio y producción.

11. IMPACTOS

11.1 IMPACTOS A LA COMUNIDAD

El trabajo desarrollado durante la práctica tuvo un impacto positivo en la comunidad al contribuir al aseguramiento de la calidad de los materiales utilizados en obras civiles. El control riguroso del concreto y el asfalto permite que las estructuras presenten un mejor desempeño estructural y una mayor vida útil, lo cual se refleja en obras más seguras y confiables para la población.

De igual forma, la adecuada supervisión de los procesos de producción y suministro reduce riesgos asociados a fallas estructurales, mejorando la percepción de calidad y seguridad en proyectos de infraestructura que benefician directamente a la comunidad de la ciudad de Tunja y sus alrededores.

11.2 IMPACTOS AMBIENTALES

En el ámbito ambiental, la práctica contribuyó a la optimización de los procesos productivos mediante el control adecuado de las mezclas y el uso eficiente de los recursos. El seguimiento a las dosificaciones, el control de la manejabilidad del concreto y la correcta aplicación de aditivos permitió reducir desperdicios de agua y materiales, minimizando reprocesos y pérdidas innecesarias.

Asimismo, la mejora en los procedimientos de toma de muestras y control de calidad favoreció una producción más eficiente, lo que indirectamente reduce el impacto ambiental asociado al

consumo excesivo de materias primas y a la generación de residuos, índices muy importantes para el cuidado medio ambiental de la ciudad de Tunja.

11.3 IMPACTOS A LA EMPRESA

El impacto del trabajo en la empresa fue significativo, especialmente en los procesos de control de calidad y optimización operativa. El estudiante aportó en la mejora de los tiempos de muestreo y en la estandarización de procedimientos mediante la elaboración de formatos de manejabilidad y control de concreto, lo que facilitó el diligenciamiento de información y mejoró la organización de los datos en planta.

11.4 IMPACTOS EN EL ESTUDIANTE

La práctica profesional generó un impacto significativo en la formación integral del estudiante, fortaleciendo competencias técnicas, analíticas y profesionales propias del ejercicio de la Ingeniería Civil. La participación en actividades reales de laboratorio, planta y obra permitió desarrollar un mayor sentido de responsabilidad, criterio técnico y capacidad para la toma de decisiones basadas en resultados.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1 CONCLUSIONES

- ✓ Durante el desarrollo de las actividades en la empresa ORBEING S.A.S se brindó apoyo técnico en los laboratorios de concreto y asfalto mediante la realización de ensayos, toma de muestras y diligenciamiento de registros, lo que permitió fortalecer los procesos de control de calidad de los materiales utilizados en obra.
- ✓ A través de la ejecución de los diferentes ensayos de laboratorio, realizados bajo los lineamientos establecidos en las normas NTC e INVÍAS, fue posible determinar las

propiedades físicas y mecánicas del concreto y de las mezclas asfálticas, garantizando que los procedimientos se desarrollaran de acuerdo con los estándares técnicos requeridos.

- ✓ El seguimiento a los parámetros de producción en planta, como la temperatura de las mezclas, el asentamiento del concreto, la manejabilidad y la granulometría de los agregados, permitió verificar que los materiales producidos cumplieran con las condiciones necesarias para su adecuado desempeño en los procesos constructivos.
- ✓ El análisis de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio facilitó la evaluación del cumplimiento de las especificaciones técnicas de los materiales, aportando información relevante para la toma de decisiones y contribuyendo al aseguramiento de la calidad en las obras donde se emplean estos materiales.

12.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Se debe adecuar un sitio apropiado para el depósito de los agregados de mezclas de concreto, debido a que al estar descubiertos tienen condiciones de humedad muy variables y por esto las mezclas suelen salir defectuosas a pesar de seguir la receta establecida.
- ✓ NO se deben adicionar cantidades de agua en las mixers a criterio propio y sin calculo de cuantías previo, la adición y cambio de algún material puede llegar a afectar la vida futura de las obras civiles.
- ✓ Mejorar la infraestructura y maquinaria de la planta de asfalto, el mal funcionamiento de esta afecta directamente a la mezcla y por ende a las obras civiles donde será instalado el asfalto.
- ✓ Se deben de tener todos los elementos que den cumplimiento con los procesos de laboratorio impuestos por la normativa, balanzas, moldes, brochas, envases, etc. Son fundamentales para el desempeño de los ensayos.

- ✓ Implementar y cumplir con las normas de seguridad, no es solo usar casco y chaleco, a los laboratoristas se les deben dar mascarillas con filtros, apropiadas para el trabajo con sustancias toxicas como lo es el asfalto, además de proporcionar guantes ignífugos para el trabajo con fuego en el laboratorio de asfalto.
- ✓ Es importante seguir promoviendo el uso adecuado de aditivos en las mezclas de concreto, con el fin de mejorar la manejabilidad sin incrementar el contenido de agua, garantizando así mejores resistencias mecánicas y una mayor durabilidad del material.
- ✓ Se sugiere estandarizar y actualizar periódicamente los formatos de control y seguimiento, con el objetivo de optimizar los tiempos de diligenciamiento, mejorar la trazabilidad de los resultados y facilitar la toma de decisiones técnicas.
- ✓ Para las mezclas asfálticas, se recomienda realizar revisiones periódicas del diseño Marshall, especialmente cuando se presenten cambios en las fuentes de materiales o en las condiciones de producción, con el fin de asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

13. GLOSARIO

✓ *AGREGADOS*

Materiales granulares como arena, grava o gravilla, de origen natural o triturado, utilizados en la elaboración de concretos hidráulicos y mezclas asfálticas. Influyen directamente en la resistencia, durabilidad y trabajabilidad de las mezclas.

✓ *ASFALTO*

Material bituminoso de origen petrolero utilizado como ligante en mezclas asfálticas para pavimentos. Su función principal es recubrir los agregados y proporcionar cohesión, impermeabilidad y flexibilidad a la mezcla.

✓ *BRIQUETA ASFÁLTICA*

Muestra cilíndrica de mezcla asfáltica compactada en laboratorio, utilizada para la evaluación de propiedades mecánicas como estabilidad, flujo y vacíos mediante el ensayo Marshall.

✓ *CONCRETO HIDRÁULICO*

Material compuesto por cemento, agua, agregados finos y gruesos, y en algunos casos aditivos, que endurece mediante un proceso de hidratación. Es ampliamente utilizado en estructuras debido a su alta resistencia a compresión.

✓ *CILINDRO DE CONCRETO*

Elemento cilíndrico elaborado en laboratorio o en obra, utilizado para determinar la resistencia a compresión del concreto a diferentes edades (7, 14, 28, 56 días).

✓ *CURVA DE RESISTENCIA*

Gráfica que representa el desarrollo de la resistencia del concreto en función del tiempo, permitiendo evaluar el comportamiento mecánico del material y la eficiencia de la dosificación.

✓ *ENSAYO MARSHALL*

Ensayo de laboratorio utilizado para evaluar la estabilidad y el flujo de mezclas asfálticas, así como parámetros volumétricos, con el fin de verificar la calidad y el desempeño de la mezcla.

✓ *ESTABILIDAD MARSHALL*

Capacidad de una briqueta asfáltica para resistir cargas antes de fallar. Es un parámetro fundamental en el diseño y control de mezclas asfálticas.

✓ *FLUJO MARSHALL*

Medida de la deformación que presenta una briqueta asfáltica al momento de la falla durante el ensayo Marshall. Permite evaluar la flexibilidad de la mezcla.

✓ *MANEJABILIDAD DEL CONCRETO*

Propiedad que indica la facilidad con la que el concreto puede ser mezclado, transportado, colocado y compactado sin segregación ni pérdida de homogeneidad.

✓ *MEZCLA ASFÁLTICA MDC-19*

Mezcla densa en caliente con tamaño máximo nominal de agregado de 19 mm, utilizada comúnmente en capas estructurales de pavimentos debido a su buen desempeño mecánico.

✓ *NTC (NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS)*

Conjunto de normas técnicas que establecen los procedimientos y requisitos para la ejecución de ensayos y control de calidad de materiales en Colombia.

✓ *RICE (PESEO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO)*

Ensayo utilizado para determinar el peso específico máximo teórico de una mezcla asfáltica, necesario para el cálculo de vacíos y el control volumétrico del diseño Marshall.

✓ *SLUMP (ASENTAMIENTO)*

Ensayo que permite evaluar la consistencia y manejabilidad del concreto fresco mediante la medición del asentamiento del material.

✓ *VIGAS DE CONCRETO*

Elementos prismáticos utilizados para determinar la resistencia a flexión del concreto, especialmente en aplicaciones como pavimentos rígidos.

14. REFERENCIAS

- [1] NTC-396, 2011, Concretos, método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.
- [2] Instituto Nacional de Vías, Especificaciones generales de construcción de carreteras, pp. 5, 20, Bogotá: INVÍAS, 2018.
- [3] Ludus Global, "¿Qué es una bitácora de obra y cuál es su objetivo?", 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.ludusglobal.com/blog/que-es-una-bitacora-de-obra-y-cual-es-su-objetivo>.
- [4] Instituto Nacional de Vías, Manual de drenaje para carreteras, p. 12, Bogotá: INVÍAS, 2018.
- [5] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de diseño de pavimentos flexibles para carreteras, pp. 23, 32, 47, Lima: MTC, 2015.
- [6] A. Padilla Rodríguez, Diseño de mezclas asfálticas mediante el método Marshall (tesis de Ingeniería), Universitat Politècnica de Catalunya, 2008.
- [7] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC. (2012). *NTC 98: Cementos hidráulicos. Definiciones y clasificación*. Bogotá D.C., Colombia.
- [8] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC. (2010). *NTC 396: Concretos. Elaboración y curado de especímenes para ensayo*. Bogotá D.C., Colombia.
- [9] Instituto Nacional de Vías (INVÍAS). (2013). *Normas de ensayo de materiales para carreteras* (cap. 5). Bogotá, Colombia: Instituto Nacional de Vías.