Control de calidad de mezclas asfálticas: desde la producción hasta la compactación en terreno

Ivonne Estela Reyes Gutiérrez

Área de especialización: Laboratorio Vial, mezclas asfálticas y control de calidad de pavimentos

Resumen ejecutivo



La calidad de un pavimento asfáltico depende de la interacción de múltiples variables que intervienen durante la producción, transporte, colocación y compactación de la mezcla.

La utilización de áridos adecuados y ligantes asfálticos que cumplan las exigencias técnicas constituye una condición indispensable, pero no garantiza por sí sola el desempeño esperado del pavimento.

Las características granulométricas de los agregados, el contenido de ligante, la temperatura de producción y colocación, la homogeneidad de la mezcla y las condiciones de compactación determinan, en conjunto, las propiedades de la capa terminada.

Este artículo aborda la importancia del control de calidad de las mezclas asfálticas desde una perspectiva integral, destacando la función del laboratorio de obra en la verificación de los materiales, el seguimiento de la producción y la evaluación de los resultados obtenidos en terreno.

Se analizan los principales factores que pueden afectar la calidad de una mezcla, la importancia de los controles de temperatura y densidad, la representatividad de las muestras y el valor de la extracción de testigos para evaluar las condiciones de la carpeta construida.

Finalmente, se plantea que el control de calidad debe desarrollarse como un proceso preventivo y coordinado, capaz de detectar desviaciones antes de que estas se traduzcan en defectos funcionales o estructurales del pavimento.

1. Introducción

Los pavimentos asfálticos representan una solución ampliamente utilizada en la construcción y conservación de caminos, carreteras, calles y plataformas aeroportuarias.

Su desempeño depende de la calidad de los materiales constituyentes, de las características de diseño de la mezcla y del cumplimiento de las condiciones establecidas para su producción y colocación.

Una mezcla asfáltica puede presentar resultados satisfactorios durante su diseño de laboratorio y, sin embargo, experimentar problemas durante la ejecución si las condiciones reales de producción y compactación no reproducen adecuadamente los parámetros considerados en su diseño.

Entre las deficiencias que pueden presentarse se encuentran:

- Segregación granulométrica.
- Distribución irregular del ligante.
- Temperaturas inadecuadas.
- Compactación insuficiente.
- Exceso o deficiencia de vacíos.
- Desprendimiento de partículas.

- Deformaciones permanentes.
- Fisuración prematura.

La prevención de estos problemas requiere un sistema de control que acompañe todas las etapas del proceso constructivo.

En este contexto, el laboratorio de obra adquiere una función fundamental, ya que proporciona información técnica para verificar la calidad de los materiales y comprobar que los procedimientos de producción y colocación se desarrollen conforme a las especificaciones.

2. Los materiales constituyentes y su influencia en la calidad

Una mezcla asfáltica está compuesta principalmente por agregados pétreos, ligante asfáltico y, dependiendo del diseño, materiales adicionales como filler mineral o aditivos.

Cada componente cumple una función específica y su calidad influye directamente en el comportamiento final de la mezcla.

2.1. Áridos y distribución granulométrica

Los áridos constituyen el esqueleto resistente de la mezcla asfáltica.

Su distribución granulométrica determina la estructura de contacto entre partículas, la cantidad de vacíos disponibles y las condiciones necesarias para alcanzar una mezcla estable y durable.

La verificación granulométrica permite comprobar que los agregados utilizados se encuentran dentro de los límites establecidos para la banda correspondiente al diseño aprobado.

También deben considerarse otras propiedades, tales como:

- Resistencia al desgaste.
- Forma y cubicidad de las partículas.
- Limpieza y ausencia de materiales perjudiciales.
- Características de adherencia.
- Absorción y propiedades físicas.

Una variación significativa en la granulometría puede modificar el comportamiento de la mezcla, aun cuando el contenido de ligante permanezca constante.

Por esta razón, el control de los áridos debe mantenerse durante la producción y no limitarse a la caracterización inicial de los acopios.

2.2. Ligante asfáltico

El ligante asfáltico cumple la función de unir los agregados, proporcionar cohesión y contribuir a la flexibilidad de la mezcla.

Sus propiedades deben corresponder al tipo de producto y a los requisitos establecidos en el diseño y las especificaciones contractuales.

Entre los aspectos que deben controlarse se encuentran la identificación del producto, sus antecedentes de calidad, las condiciones de almacenamiento y las temperaturas de manejo.

El empleo de un ligante que no corresponda al aprobado o que haya experimentado condiciones inadecuadas de almacenamiento puede comprometer el comportamiento de la mezcla.

2.3. Diseño de la mezcla

El diseño de una mezcla asfáltica establece las proporciones de sus componentes y permite evaluar sus características volumétricas y mecánicas mediante procedimientos normalizados.

En los diseños que utilizan el método Marshall, por ejemplo, se estudian parámetros como estabilidad, fluencia, densidad y vacíos, de acuerdo con las exigencias aplicables.

La dosificación aprobada constituye la referencia para la producción.

Sin embargo, debe comprenderse que una dosificación no representa una condición invariable frente a cualquier cambio de materiales o condiciones de fabricación.

Las modificaciones en la procedencia de los áridos, las características del ligante o la composición granulométrica deben ser evaluadas técnicamente antes de introducir cambios en la producción.

3. Control de la producción de la mezcla

La planta de producción representa una etapa determinante para asegurar la homogeneidad del producto.

Una mezcla correctamente diseñada puede perder sus propiedades si la producción presenta variaciones importantes en la dosificación o en las condiciones de fabricación.

El control debe considerar, entre otros aspectos:

1. Identificación y procedencia de los materiales.
2. Verificación de la dosificación aprobada.
3. Control de humedad de los agregados.
4. Condiciones de secado y calentamiento.
5. Temperatura de los materiales.
6. Uniformidad de la mezcla.
7. Registro de la producción.

La observación de la mezcla durante su fabricación permite identificar condiciones que podrían anticipar problemas posteriores.

Por ejemplo, una distribución irregular de los componentes, presencia de partículas sin recubrimiento adecuado o diferencias visibles de textura pueden justificar una revisión de las condiciones de producción.

El laboratorio debe mantener registros que permitan relacionar cada muestra con su fecha, horario, procedencia y lote correspondiente.

Esta trazabilidad es indispensable para investigar eventuales incumplimientos.

4. Temperatura: una variable crítica durante la ejecución

La temperatura influye directamente en la trabajabilidad de las mezclas asfálticas y en las condiciones necesarias para alcanzar una compactación adecuada.

Durante el transporte, la colocación y la compactación, la mezcla experimenta una disminución progresiva de temperatura.

Si esta pérdida es excesiva, puede dificultar la densificación y generar una estructura con vacíos superiores a los previstos.

Por otra parte, trabajar con temperaturas superiores a las establecidas tampoco constituye una garantía de mejor calidad, ya que pueden afectar las propiedades del ligante y favorecer procesos de envejecimiento.

Por esta razón, el control térmico debe desarrollarse considerando las características del ligante, el diseño de mezcla, las condiciones ambientales y las instrucciones técnicas aplicables.

Es recomendable mantener registros de las temperaturas en las etapas que establezca el plan de inspección y ensayo.

También debe considerarse la influencia de las distancias de transporte, las condiciones climáticas y los tiempos de espera de los camiones antes de descargar el material.

Una planificación adecuada de la logística permite reducir pérdidas térmicas y mejorar las condiciones de colocación.

5. Colocación y compactación en terreno

La colocación de la mezcla representa una etapa en la que los errores pueden comprometer considerablemente el resultado final.

La distribución mediante pavimentadora debe procurar una alimentación continua y uniforme, evitando interrupciones que puedan generar diferencias de textura, temperatura o espesor.

La compactación posterior tiene por finalidad alcanzar las condiciones de densidad y estructura interna especificadas para el pavimento.

El proceso debe considerar la selección de equipos, secuencia de pasadas, velocidades de operación y temperaturas disponibles.

No existe un procedimiento único que pueda aplicarse indiscriminadamente a todas las mezclas y condiciones de obra.

Por ello, los procedimientos deben definirse de acuerdo con el diseño aprobado, las condiciones de ejecución y las especificaciones particulares.

El laboratorio debe acompañar este proceso mediante observaciones, controles y evaluaciones que permitan verificar que las condiciones obtenidas sean compatibles con los requisitos establecidos.

5.1. La densidad como indicador de calidad

La densidad de la mezcla compactada constituye uno de los parámetros relevantes para evaluar la calidad de la carpeta asfáltica.

Una compactación insuficiente puede incrementar la permeabilidad y facilitar el ingreso de agua y aire, favoreciendo procesos de deterioro.

Por otra parte, una densificación excesiva puede modificar las características volumétricas de la mezcla y afectar su comportamiento.

Por este motivo, el control debe realizarse conforme al criterio de aceptación establecido en las especificaciones aplicables, considerando la referencia de densidad que corresponda.

No resulta adecuado interpretar aisladamente un resultado sin conocer la densidad de referencia, el procedimiento de ensayo y las condiciones del lote evaluado.

6. Extracción de testigos y evaluación de la carpeta terminada

La extracción de testigos constituye una herramienta importante para evaluar las condiciones de la mezcla una vez colocada y compactada.

A través de estas muestras es posible realizar determinaciones de densidad y otras evaluaciones que establezcan los procedimientos aplicables.

Su utilidad depende de una adecuada selección de los puntos de extracción y de una correcta identificación de las muestras.

El registro debe permitir establecer:

- Ubicación del punto de extracción.
- Fecha y sector de pavimentación.
- Capa evaluada.
- Lote de producción asociado.
- Identificación de la muestra.
- Ensayos realizados.
- Resultados obtenidos.

Los testigos permiten complementar la información obtenida durante la producción y colocación, proporcionando antecedentes sobre las condiciones reales de la carpeta.

Es importante destacar que los resultados deben interpretarse conforme a las exigencias contractuales y al procedimiento de aceptación correspondiente.

Un resultado aislado no debe extrapolarse automáticamente a toda la superficie construida.

7. El laboratorio de obra como sistema de alerta temprana

Uno de los principales aportes del laboratorio consiste en su capacidad para identificar desviaciones antes de que estas se transformen en defectos de mayor magnitud.

Por ejemplo, una variación granulométrica detectada oportunamente puede permitir revisar los alimentadores de la planta antes de producir grandes cantidades de mezcla fuera de las condiciones aprobadas.

De igual manera, una pérdida térmica excesiva puede advertir problemas de transporte o coordinación entre planta y frente de pavimentación.

Esta función preventiva requiere coordinación permanente entre laboratoristas, profesionales de terreno, responsables de producción y supervisión técnica.

La información debe comunicarse oportunamente y quedar documentada mediante registros e informes.

El objetivo no es solamente demostrar que se realizaron controles, sino utilizar los resultados para mejorar las condiciones de ejecución.

8. Trazabilidad y respaldo documental

La trazabilidad permite reconstruir el historial de los materiales y procesos que intervienen en la construcción de una carpeta asfáltica.

Para lograrlo, resulta conveniente establecer una relación entre:

- Materiales y proveedores.
- Diseño de mezcla aprobado.
- Registros de producción.
- Controles de temperatura.
- Identificación de camiones y despachos.
- Sectores de colocación.
- Resultados de compactación.
- Extracción de testigos.
- Informes de laboratorio.

Esta información adquiere especial importancia cuando se presentan discrepancias técnicas, observaciones de inspección o evaluaciones posteriores del comportamiento del pavimento.

Un sistema documental ordenado permite respaldar decisiones y determinar con mayor precisión dónde se originó una desviación.

9. Conclusiones

El control de calidad de las mezclas asfálticas debe entenderse como un proceso continuo que comienza con la caracterización de los materiales y concluye con la evaluación de la carpeta terminada.

La calidad del pavimento no depende exclusivamente de una dosificación aprobada ni de un resultado favorable obtenido en laboratorio.

Depende de la capacidad de mantener condiciones adecuadas durante la producción, transporte, colocación y compactación.

En este escenario, el laboratorio de obra desempeña una función técnica fundamental, proporcionando información confiable, identificando desviaciones y contribuyendo a la adopción de medidas correctivas.

La correcta interpretación de los ensayos y su relación con las condiciones reales de ejecución permiten transformar el control de calidad en una herramienta efectiva de prevención.

Un pavimento de calidad no se consigue solamente diseñando una buena mezcla; se consigue verificando que esa calidad se mantenga durante todas las etapas de su construcción.

Referencias técnicas

- Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Vialidad. Manual de Carreteras, Volumen N.º 5.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Vialidad. Manual de Carreteras, Volumen N.º 8.
- Métodos de ensayo para caracterización de áridos, ligantes, mezclas asfálticas, densidad y extracción de testigos.
- Especificaciones técnicas particulares del proyecto y dosificación de mezcla aprobada.