

Sección 405.) SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

405.01 Descripción

En esta sección se describe lo relacionado con el suministro de materiales para el diseño, la producción, almacenamiento, transporte, colocación, conformación y compactación de mezcla asfáltica en caliente en capas, de conformidad con las dimensiones que establezcan los planos ajustándose a las secciones típicas, lineamientos verticales y horizontales del pavimento que indiquen. Lo anterior, dentro de las tolerancias establecidas en este manual de especificaciones técnicas, según corresponda.

El Contrato deberá establecer el método de diseño por el cual se dosificará la mezcla asfáltica a colocar, de acuerdo con su uso, y lo especificado en las secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave, 403 Diseño de mezclas especiales o 404 Mezclas asfáltica reciclada procesada en planta de producción en caliente, según corresponda.

405.02 Materiales y almacenamiento

Todos los materiales deberán cumplir con lo que se especifica en la División 700 Materiales que solicitan las secciones 401, 402, 403 o 404, según corresponda.

El almacenamiento de materiales deberá realizarse de acuerdo con lo estipulado en la sección 106 Control del Material.

405.03 Aprobación del diseño y la fórmula de trabajo para la mezcla asfáltica

En esta subsección se establecen los lineamientos generales para la recepción, verificación y aceptación del diseño de mezcla.

405.03.01 Recepción

El Contratista debe presentar a la Administración el diseño de mezcla asfáltica propuesto, junto con los certificados de calidad de los materiales al menos 30 días antes del inicio de la producción.

405.03.02 Aceptación y fórmula de trabajo para la mezcla

Previo al inicio de la producción de la mezcla, el Contratista deberá entregar por escrito a la Administración, el Diseño de Mezcla y la Fórmula de Trabajo para la Mezcla de acuerdo con las

Especificaciones Contractuales, mediante un informe técnico que al menos debe incluir la siguiente información:

405.03.02.01 Información General

- a) Nombre del proyecto y número de licitación.
- b) Nombre, tipo y ubicación de la planta.
- c) Fecha de elaboración del Diseño y del Informe.
- d) Tipo de Mezcla y el uso que se dará a la misma.
- e) Nombre del laboratorio que elaboró el Diseño y del profesional que certifica el informe.
- f) Nombre, ubicación y número de expediente minero de cada una de las fuentes de agregados propuestas.

405.03.02.02 Agregados

- a) Fecha de muestreo así como el procedimiento utilizado.
- b) Nombre de cada una de las personas que participaron en el muestreo.
- c) Granulometría de diseño con los porcentajes pasando en cada malla para la mezcla de agregados.
- d) Fuente de cada apilamiento de agregados a ser usados.
- e) Graduación promedio de cada apilamiento de agregados.
- f) Resultados de las pruebas de calidad según las especificaciones contractuales.
- g) Resultados de los ensayos de gravedad específica y porcentaje de absorción de cada agregado utilizado en el diseño.
- h) Gravedad específica y porcentaje de absorción de la mezcla de agregados.
- i) Indicar el tipo de relleno mineral a utilizar, sus características y su forma de incorporación a la mezcla (cuando aplique).
- j) No se aceptarán resultados de ensayos efectuados en agregados cuya fecha de muestreo difiera en más de tres meses respecto a la fecha de recepción del diseño.

405.03.02.03 Ligante asfáltico

- a) Fecha de muestreo así como el procedimiento utilizado.
- b) Nombre de cada una de las personas que participaron en el muestreo.
- c) Resultados de las pruebas de calidad al ligante asfáltico utilizado en el diseño, efectuadas por el Contratista o el proveedor del mismo.

405.03.02.04 Aditivos y Polímeros

- a) Fecha de muestreo así como el procedimiento utilizado.
- b) Nombre de cada una de las personas que participaron en el muestreo.
- c) Tipo y características del aditivo/polímero y su propósito.
- d) Nombre del producto y del fabricante.
- e) Certificado de calidad del fabricante.
- f) Porcentaje(s) de aditivo/polímero usado(s) en el Diseño.
- g) Procedimiento de incorporación del aditivo/polímero durante los procesos de diseño y de producción.

405.03.02.05 Diseño de mezcla

- a) El diseño debe contener la combinación de la materia prima de acuerdo con la mezcla que se trate según la normativa que aplique.
- b) Resultados de los ensayos del Diseño.

- c) Gráficos respectivos para los parámetros de Diseño.
Resultados de ensayo del efecto de la incorporación del aditivo/polímero en la mezcla, en caso de que aplique.
Adicionalmente, se debe complementar con la información indicada en las secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®, 403 Diseño de mezclas asfálticas especiales y 404 Mezcla asfáltica reciclada procesada en planta de producción en caliente.

405.03.02.06 Fórmula de Trabajo para la Mezcla

- a) Agregados: tipos de agregado a utilizar, así como sus porcentajes de combinación. Cuando sea necesaria su utilización, indicar el tipo de relleno mineral y su porcentaje de dosificación.
- b) Contenido de ligante asfáltico.
- c) Graduación del agregado.
- d) Aditivos y polímeros: cuando sea necesaria su utilización, indicar el tipo y su porcentaje de dosificación.

El representante de la Administración deberá estar presente en los muestreos de los materiales involucrados en el diseño.

405.03.03 Recepción del Diseño y la Fórmula de Trabajo para la Mezcla

Al menos diez días hábiles, previo al inicio estimado de la producción, el Contratista debe presentar a la Administración el Diseño de Mezcla y la Fórmula de Trabajo para la Mezcla para su consideración, el que tendrá un plazo de tres días hábiles para pronunciarse al respecto.

Si el informe técnico presentado contiene todos los datos requeridos en esta sección y en las normas contractuales aplicables, y si todos los parámetros indicados allí cumplen con los valores máximos y mínimos establecidos, se procederá a comunicar al Contratista la recepción conforme del Diseño y Fórmula de Trabajo para la Mezcla propuestos para producir la mezcla.

En caso de estimarse conveniente una verificación de la información suministrada, se procederá con la verificación del diseño de mezcla, incluyendo los plazos ahí determinados. Esta situación, también se deberá comunicar al Contratista en el plazo de tres días hábiles.

Si se considerara el rechazo del Diseño y Fórmula de Trabajo para la Mezcla, el Contratista deberá iniciar el proceso para un nuevo Diseño y Fórmula de Trabajo para la Mezcla, donde se debe cumplir nuevamente con los plazos ya anotados.

405.03.04 Verificación del Diseño de Mezcla

La Administración estará en la facultad de requerir la verificación del Diseño y la Fórmula de Trabajo para la Mezcla o de las características de algún componente de la mezcla diseñada, para lo cual el Contratista deberá aportar la cantidad de materiales según corresponda. La Administración deberá estar presente en el muestreo para avalar la representatividad de las muestras.

El plazo para la verificación no será mayor a quince días hábiles a partir de la solicitud de la Administración al laboratorio designado.

De acuerdo con el resultado de la verificación emitido por el laboratorio designado, la Administración debe aceptar o rechazar el diseño propuesto por el Contratista.

405.03.05 Verificación en campo de la mezcla para obtener la Fórmula de Trabajo

Cuando la propuesta, tanto del Diseño como de la Fórmula de Trabajo para la mezcla asfáltica cuenten con la aceptación de la Administración, el Contratista deberá conducir una verificación y ajuste (de ser necesario) de la mezcla en cada planta o sitio de producción. Antes del inicio de la producción para verificar la mezcla, el Contratista deberá efectuar todas las inspecciones preliminares, calibraciones de planta y equipos de producción, muestreos y ensayos, que le aseguren que la mezcla cumple razonablemente con el Diseño y Fórmula de Trabajo propuestos para la mezcla.

Los ensayos de verificación en campo consistirán como mínimo de una muestra de mezcla analizada de acuerdo con los ensayos y propiedades establecidas en las especificaciones contractuales. Dicha muestra deberá tomarse por triplicado, una muestra para el Contratista, otra para la verificación y la tercera como testigo. La custodia de la tercera muestra se hará de común acuerdo entre el Contratista y la Administración.

La producción de mezcla podrá iniciar una vez que:

- a) Se concluyan todos los ensayos de verificación en campo.
- b) La mezcla haya sido verificada satisfactoriamente por el laboratorio del Contratista.
- c) Se cumplan todos los requisitos de las especificaciones y los criterios del Diseño de la Mezcla.
- d) Se hayan entregado a la Administración, los resultados de los ensayos de verificación y la Fórmula de Trabajo para la Mezcla.

405.03.06 Tramo de prueba

Una vez que la Administración haya revisado y aceptado el documento con el diseño de mezcla propuesto, el contratista debe proceder con lo siguiente:

- (a) En coordinación con la Administración se deben construir los tramos de prueba necesarios. En el caso de mezcla para bacheo se deberá realizar un "bache de prueba" de espesores mínimos (3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso), que sea representativo (tipo de mezcla, clima, espesor) de las labores de bacheo a realizar, que deberá ser aprobado por la Administración.
- (b) En el caso de capas o sobrecapas, se debe construir un tramo de prueba de 1 carril de ancho y de un mínimo de 100 m de longitud para demostrar que a partir del proceso de

compactación a aplicar, se obtenga un contenido de vacíos de aire promedio de $(8\pm 1)\%$ (INTE 04-01-03). En caso de utilizarse mezclas tipo OGFC (Sección 403 Diseño de Mezclas Asfálticas Especiales) los vacíos deberán ser del $(16\pm 1)\%$. La Administración permitirá el número necesario de tramos de prueba por día.

- (c) Para el proceso de ejecución del tramo de prueba, se deberá registrar: fecha, hora, ubicación y extensión del tramo, descripción de la maquinaria de compactación utilizada (modelo, año, placa, tipo, peso), el número de pasadas, la velocidad, amplitud y frecuencia de vibración de la compactadora, la secuencia de recorrido para un ancho de pavimentación definido y el rango óptimo de temperaturas de compactación, necesarios para obtener la densidad y el acabado de superficie que se especifica en el Contrato. Este patrón de compactación quedará oficializado en la fórmula de trabajo para la mezcla una vez que con el control del contratista y la verificación se obtenga el nivel de densificación final por medio de mediciones con densímetro nuclear y posteriormente con la extracción de núcleos. Lo anterior, soportado en un informe final realizado por la Administración, que indique la aceptación del tramo de prueba.
- (d) Se construirán tantos tramos de prueba como Fórmulas de Trabajo para la mezcla se presenten y sean aceptadas por la Administración.
- (e) Después de la construcción del tramo de prueba, debe ser evaluado y aceptado en función de los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de verificación y se pagará en función de la calidad o se rechazará de acuerdo con la Subsección 405.11 Aceptación.
- (f) Todo el proceso de la construcción del tramo de prueba deberá quedar documentado en la Bitácora del Proyecto, incluyendo los detalles operativos pertinentes.
- (g) Se deberá realizar un tramo de prueba nuevo cuando las condiciones de producción (dosificaciones), los materiales, la ubicación de la planta de origen o las condiciones de colocación en sitio cambien (espesores, cambio de maquinaria, entre otros). La Administración podrá suspender la producción si no se cumple con este requisito. Después de cualquier suspensión en la producción, como resultado de un incumplimiento, se deben tomar acciones correctivas y preventivas para obtener la aprobación de la Administración para reiniciar las labores de producción.

405.03.07 Ajustes a la Fórmula de Trabajo para la mezcla

Todos los ajustes a la Fórmula de Trabajo para la mezcla deben ser aceptados por la Administración y documentados por escrito. Las variaciones en las proporciones de combinación de agregados establecidas con el propósito de cumplir con los rangos especificados en la Fórmula de Trabajo para la mezcla, deben comunicarse por escrito a la Administración.

405.03.08 Cambios en la Fórmula de Trabajo para la mezcla

Si las variaciones granulométricas o de dosificación del ligante asfáltico, exceden los rangos definidos por la Fórmula de Trabajo para la mezcla o cambian las fuentes o características de los materiales, esto exigirá la presentación de un nuevo Diseño de Mezcla que deberá cumplir con los requisitos contractuales.

Si las variaciones en los porcentajes de combinación de los agregados aceptados por la Administración, para ajustar la granulometría al diseño, demandan una cantidad de ligante diferente al óptimo aceptado, el Contratista deberá presentar un nuevo diseño.

Los cambios o ajustes en la Fórmula de Trabajo para la mezcla aceptada:

- a) Son responsabilidad del Contratista, los mismos deberán quedar debidamente documentados y cumplir con todos los requisitos de esta sección.
- b) Regirán a partir de la aceptación de la Administración, previo cumplimiento de los requisitos de esta sección. No aplicarán retroactivamente para la aceptación y pago.

405.04 Equipo y maquinaria

Es responsabilidad del Contratista suministrar la maquinaria y el equipo requerido y en buen estado de operación para cumplir con el programa de trabajo propuesto, con las dimensiones y en la cantidad necesaria y de forma equilibrada, de manera tal que permita producir, almacenar, transportar al sitio, colocar, conformar, compactar y dar acabado final a la mezcla asfáltica, en cantidades suficientes como para permitir el movimiento continuo del equipo de pavimentación, bajo condiciones normales de operación. Además, debe asegurar el control adecuado y permanente de los equipos y maquinaria, para evitar daños y escapes de líquidos y gases contaminantes del ambiente, de otros materiales para uso de las obras, de las obras en ejecución y del personal que labora.

405.05 Operaciones previas y durante la colocación de mezcla asfáltica en caliente

405.05.01. Operaciones de transporte

Cada vagoneta o camión debe estar equipado con un mantedado de lona u otro material adecuado, de tamaño suficiente para proteger la mezcla del intemperismo. A cada vagoneta o camión de transporte se le deberá realizar un monitoreo de la temperatura de la mezcla asfáltica cargada. La mezcla deberá ser entregada con la temperatura necesaria para colocación definida en la fórmula de trabajo para la mezcla.

Cada vehículo deberá ser pesado antes y después de haber sido cargado en la planta, y se deberá llevar un registro actualizado del peso bruto, la tara y el peso neto de la mezcla asfáltica, así como la hora en que se realizó la carga.

405.05.02. Operaciones previas y durante la colocación

Es requisito, antes de colocar una mezcla asfáltica en caliente, preparar las capas subyacentes, ya sea para el caso de una estructura de pavimento nueva, para la colocación de

una sobrecapa o la sustitución de una capa existente, incluyendo bacheos y nivelación, según lo establecido en planos y lo indicado por la Administración.

El material no incorporado en las obras será retirado de acuerdo con la Subsección 211 Eliminación de caminos o calles existentes.

Cuando la superficie de la estructura de pavimento existente (superficie asfáltica o granular) sea irregular, se deberá llevar a cabo la uniformidad de gradiente y perfil transversal, según lo establecido en planos y especificaciones. Estas actividades asociadas a la preparación de la superficie antes de la colocación de la capa asfáltica deben estar incluidas en el renglón de pago correspondiente.

Si la capa de mezcla asfáltica es colocada el mismo día en varias franjas longitudinales, las juntas entre ellas podrán adherirse sin ningún tratamiento adicional siempre y cuando no exista contaminación del borde por adherir. Colocar las capas longitudinales por medio de dos pavimentadoras de forma paralela favorece la adherencia entre franjas adyacentes. Si se utiliza una sola pavimentadora y se colocan las capas longitudinales en días diferentes, se deberá preparar la junta, cortándola de manera que quede una pared vertical la cual será imprimada con riego de liga para que quede adherida a la nueva capa construida.

De igual forma se debe proceder para la construcción de juntas transversales.

Las juntas longitudinales entre una capa inferior y una capa superior y sucesivas, incluyendo las capas de base estabilizada, si así fuera el caso, no deben coincidir en su localización. La separación entre estas debe ser por lo menos 150 mm.

Adicionalmente se deberán tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- (a) Condiciones climáticas: Solo se podrá colocar mezcla asfáltica en caliente cuando las condiciones del proyecto sean aptas (por ejemplo evitar condiciones lluviosas y sus efectos en la superficie).
- (b) Riego de imprimación: Deberá estar conforme lo especificado en la sección 413 Riego de Imprimación.
- (c) Riego de liga: Deberá estar conforme lo especificado en la sección 414 Riego de Liga Asfáltica.
- (d) Temperaturas mínimas de colocación de mezcla: La temperatura mínima para iniciar la compactación en sitio no deberá ser menor en 5 °C a la temperatura de compactación definida por el proveedor (para mezcla asfáltica sin modificar), pero en ningún caso puede ser menor a 125°C y de acuerdo con los resultados del tramo de prueba. Para el caso de las mezclas asfálticas modificadas la temperatura no puede ser menor a la establecida con los resultados del tramo de prueba y aprobada por la Administración. La temperatura de la mezcla debe ser medida justo antes de ser descargada a la superficie.

405.06 Proceso y Control de Compactación de la Mezcla Asfáltica

En esta subsección se describe de manera general el proceso y control de compactación de la mezcla asfáltica. El proceso de compactación debe seguir el patrón establecido en el tramo de prueba indicado en el punto 405.03.06 Tramo de Prueba, de esta Sección.

La superficie asfáltica deberá ser compactada en forma uniforme. Deberá compactarse de manera que no haya desplazamiento lateral, agrietamiento o corrugación de la superficie pero en caso de que ocurra alguno de estos defectos, el Contratista lo deberá corregir a satisfacción de la Administración. Se compactará hasta que las marcas de rodillo sean eliminadas y la densidad requerida sea obtenida. No se permitirá la compactación cuando la temperatura en la mezcla descienda de la temperatura mínima establecida en el tramo de prueba y en la sección 405.05.02 Operaciones previas y durante la colocación; en cuyo caso la mezcla asfáltica se deberá retirar del sitio de las obras.

La determinación de la compactación de la mezcla asfáltica se deberá realizar en el menor plazo posible después de la construcción y antes del trámite de estimación para su pago. El plazo máximo entre la construcción y la extracción de los especímenes de ensayo de verificación para la determinación de la compactación será máximo de siete días naturales. El efecto de post-compactación inducido por el tránsito no podrá ser considerado para eventuales reclamos por incumplimiento de la compactación, después de la construcción y según la especificación establecida.

Aspectos que se deben considerar durante la compactación de mezclas asfálticas:

- (a) La compactación inicial de la mezcla debe realizarse con un compactador de rodillo metálico sin vibración.
- (b) La compactación intermedia se debe realizar con un compactador de rodillo metálico con vibración.
- (c) La compactación final debe realizarse con un rodillo neumático de un peso mínimo de 12 toneladas.
- (d) La compactación de la junta transversal debe realizarse perpendicular al sentido de la vía, con vibración.
- (e) La junta longitudinal deberá compactarse en el sentido de la vía teniendo la precaución de no desplazarla ni agrietarla.
- (f) La compactación de la mezcla asfáltica debe iniciarse en la zona más baja del tramo y se debe traslapar al menos la mitad del ancho del tambor metálico en cada pasada.
- (g) Cuando se cambie de dirección debe ser en áreas ya compactadas o fuera del área de compactación y sin vibración.
- (h) Debe evitarse riegos de combustible del equipo de compactación y sólo debe utilizarse agua en los rodillos metálicos, procurando evitar exceso de uso agua que pueda afectar la temperatura de la mezcla que se está compactando.
- (i) Se debe garantizar que el espesor mínimo colocado sea al menos 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado utilizado en la producción de la mezcla asfáltica.

- (j) Cuando existan espesores menores de 40 mm no debe utilizarse compactación con vibración, únicamente estática, y el peso del equipo no debe fracturar el agregado.
- (k) La mezcla deberá ser compactada con equipo alternativo en bordillos de caño, paredes, cabezales y otras obras de arte que no son accesibles para los compactadores convencionales.
- (l) La compactación se debe completar antes que la temperatura alcance los 85 °C.

405.06.01. Control del proceso de compactación

El proceso de compactación debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- (a) La densidad en sitio no deberá ser menor del 92% ni mayor al 94%, respecto a la densidad máxima teórica, que se determinará de acuerdo con la norma nacional vigente INTE 04-01-03 *"Prueba para determinar la gravedad específica máxima teórica y la densidad de mezclas asfálticas para pavimentos"*. La densidad máxima teórica de referencia para el cálculo de densidad en sitio deberá corresponder a un muestreo de mezcla asfáltica de la producción en el mismo día de su colocación, con la misma dosificación de diseño y seleccionada de manera aleatoria.
- (b) Las determinaciones de compactación de la mezcla asfáltica para la estimación de pago, se realizarán por medio de extracción de núcleos de mezcla obtenidos por el laboratorio de verificación de la calidad.
- (c) Para la determinación del porcentaje de compactación de la mezcla en campo, se utilizará el valor de la gravedad específica bruta de la capa asfáltica, medida en los núcleos extraídos del pavimento, de conformidad con las Normas Nacionales vigentes INTE 04-01-01, denominada *"Prueba para la determinación de la gravedad específica bruta de mezclas asfálticas compactadas, utilizando el método de superficie saturada seca"*, y en el caso de que la mezcla tenga una absorción mayor al 2% se utilizará la norma INTE04-01-02 *"Prueba para la determinación de la gravedad específica bruta de mezclas asfálticas compactadas, utilizando especímenes de ensayo cubiertos con parafina"*.
- (d) Como densidad de referencia se utilizará el valor de la gravedad específica máxima teórica, medida de conformidad con la Norma Nacional vigente INTE 04-01-03 *"Prueba para determinar la gravedad específica máxima teórica y la densidad de mezclas asfálticas para pavimentos"*, de muestras representativas de la mezcla colocada en sitio, tomadas en planta o directamente en el campo.
- (e) El porcentaje de vacíos de la mezcla compactada deberá ser de $(8\pm 1)\%$, calculado con base en la gravedad específica máxima teórica de esa producción. En caso de utilizarse mezclas tipo OGFC (Sección 403 Diseño de Mezclas Asfálticas Especiales) los vacíos deberán ser del $(16\pm 1)\%$.
- (f) Los vacíos de la mezcla asfáltica colocada y compactada, serán determinados de conformidad con la Norma Nacional vigente INTE 04-01-04, denominada *"Prueba para determinar el porcentaje de vacíos de aire de mezclas asfálticas densas y abiertas para pavimentos"*.
- (g) Si los vacíos de aire de la mezcla compactada se salen del rango establecido, se deben modificar las operaciones de producción y colocación de tal forma que los vacíos de aire en

sitio cumplan con especificaciones. La Administración puede suspender la producción hasta que los vacíos de aire de la mezcla en sitio cumplan con lo requerido y puede solicitar un nuevo tramo de prueba.

En caso que el proyecto corresponda solamente a la colocación de una sobrecapa y que el Contratista demuestre que el estado de las capas inferiores afecta la obtención de la compactación requerida, deberá presentar un estudio técnico por parte de su consultor de calidad con la correspondiente justificación, antes de realizar la colocación de la sobrecapa, para que la Administración decida las acciones a ejecutar. Dicho estudio no será aceptado después de ejecutada la obra.

No se recomienda la apertura al tráfico si la temperatura de la mezcla se encuentra por encima de los 70°C.

405.07 Control de Regularidad Superficial en capas de Mezcla Asfáltica en Caliente

405.07.01 Definiciones generales

Tramo homogéneo: Es una sección de carretera que cuenta con una misma estructura de pavimento de espesores y materiales determinados, construido en un mismo período, con los mismos equipos, y que además posee el mismo Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) y respectiva composición vehicular.

Unidad de medición: De acuerdo con esta especificación general consiste en un tramo homogéneo de 100 metros de longitud.

Valor individual: Es el promedio de al menos 10 valores de IRI obtenidos en una unidad de medición.

Media Móvil: Para esta especificación general corresponderá al promedio de 10 valores individuales consecutivos asociados a una unidad de medición. De las medias móviles obtenidas para cada unidad de medición se deberá seleccionar la mayor como su valor representativo.

Singularidad: Es un cambio en el perfil longitudinal, tal como puentes, alcantarillas y líneas férreas, cambio de la estructura del pavimento, vados, rampas de intersecciones, entre otros.

Longitud de la singularidad: Para efectos de la evaluación, las singularidades que se pudieran presentar afectarán el tramo o tramos completos de 100 m en la carretera en que se encuentran ubicadas, el cual no se incluirá en la evaluación.

MRI (Mean Roughness Index): Promedio de los valores de IRI obtenidos en las huellas izquierda y derecha del carril.

405.07.02 Especificación de regularidad superficial

Se debe medir el perfil longitudinal del proyecto por carril para calcular la regularidad superficial por medio del Índice de Regularidad Internacional (IRI) en unidades de m/km. Se calcula el MRI de cada carril, valor que debe ser reportado.

El perfil longitudinal se deberá medir con equipos clasificados como Clase 1 según el criterio del Banco Mundial, siendo los de Clase 1 los más exactos (mira y nivel, dipstick, viga TRRL-Transport and Road Research Laboratory, perfilómetros estáticos, entre otros). La Administración realizará la verificación de calidad a través de la medición del perfil longitudinal y el cálculo del MRI.

Se entenderá que la superficie de la capa asfáltica tiene una regularidad aceptable, si ningún valor de MRI (individual) sea mayor a 3 m/km y el promedio de diez valores individuales de MRI (media móvil) cumpla con lo especificado en la Tabla 405-1.

Tabla 405-1.
Requisitos de Regularidad Superficial para pavimentos flexibles

Percentil de datos promedio consecutivos de diez valores de MRI	Clasificación de Vía	
	Autopistas ⁽¹⁾	Otras Vías
100 %	< 2,0	< 2,5

⁽¹⁾ Mayor a TPDA de 5000

Si el sector homogéneo tiene una longitud inferior a 1 km, solo regirá la condición de que ninguno de los valores individuales medidos supere el MRI máximo permitido de 3 m/km.

En caso de incumplimiento de la exigencia de los valores individuales o media móvil especificados, la Administración ordenará al Contratista efectuar las reparaciones necesarias para llegar a un valor de MRI menor al límite máximo establecido. La Administración estará facultada para autorizar o rechazar estas operaciones, las cuales deben considerar tramos completos de 100 m.

En el momento en que se dé la finalización oficial de la obra, la Administración ordenará la medición final de la regularidad en la totalidad de la obra como procedimiento de aceptación definitiva.

Para efectos de la evaluación, las singularidades que se pudieran presentar afectarán el tramo completo de 100 m en la carretera en que se encuentran ubicadas, el cual no se incluirá en la evaluación. Los tramos de 100 m que no se consideren en la evaluación por efecto de singularidades, no dividirán el sector homogéneo en que se encuentran.

Con las mediciones de verificación final, se realizará la evaluación definitiva y oficial del MRI mediante medias móviles, considerando el promedio de diez tramos consecutivos en sectores

homogéneos de pavimento. Se entenderá por sector homogéneo la superficie de rodadura que presenta un mismo tipo de pavimento.

No habrá exigencia de cumplir con el control de regularidad (MRI) en las singularidades.

405.08 Control de Regularidad Superficial en sobrecapas, reciclajes con sobrecapas o sobrecapas sobre fresados, de Mezcla Asfáltica en Caliente

Antes de iniciar los trabajos en la capa existente, debe medirse la regularidad de la superficie existente (MRI) en toda la longitud del proyecto con una base de medición de cada 100 metros. Esta será tomada como la superficie original antes de realizar el trabajo de colocación de las sobrecapas. El MRI existente se utilizará para determinar el porcentaje de mejora en cada segmento de 100 metros.

Se debe medir la regularidad de la capa de superficie final pavimentada, tan pronto se termine el trabajo. El valor final del MRI debe cumplir con lo especificado en la Tabla 405-2.

Tabla 405-2.

Especificación de MRI para colocación de sobrecapas asfálticas en Mezcla Asfáltica en Caliente.

Rango inicial de MRI (m/km)	MRI final (m/km)
3,6 a 6,4	$\leq 3,2^{(1)}$
$> 6,4$	Reducción del 50% y $\leq 5^{(2)}$

⁽¹⁾ Al colocar la sobrecapa asfáltica deberá obtenerse un valor máximo de MRI final de 3,2 m/km.

⁽²⁾ Al colocar la sobrecapa asfáltica deberá presentar una mejora del MRI del 50% (con respecto al valor original), siempre y cuando no sobrepase un valor de IRI máximo de 5 m/km (Deben cumplirse ambas condiciones).

El porcentaje de mejora en el IRI se determinará con un decimal para cada segmento de 100 metros, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Mejora} = 100 \cdot (\text{IRI}_{\text{Original}} - \text{IRI}_{\text{Final}}) / \text{IRI}_{\text{Original}}$$

En caso de incumplimiento de los requisitos de los valores de MRI mostrados en la Tabla 405-2, la Administración ordenará al Contratista realizar las correcciones necesarias para cumplir con la especificación de MRI. La Administración estará facultada para autorizar o rechazar estas operaciones, las cuales deben considerar tramos completos de 100 metros. Para realizar la corrección de áreas defectuosas, se debe obtener la aprobación por parte de la Administración del método de corrección propuesto por el Contratista. En el momento en que se dé la finalización de los trabajos de corrección de defectos, la Administración ordenará la medición final de la regularidad en la totalidad del tramo intervenido como procedimiento de aceptación definitiva del MRI.

405.09 Control y verificación de calidad

El control de calidad de los materiales, productos y procesos, es responsabilidad exclusiva del Contratista y lo respaldará mediante constancias de calidad generadas a partir de las pruebas pertinentes realizadas por su laboratorio, debidamente aceptado por la Administración (laboratorios de control de calidad), con acreditación ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) para todos los ensayos o pruebas relevantes a efectos de realizar los diseños.

En la Tabla 405-3 Requerimientos Mínimos de Muestreo y Ensayos, se presentan los requisitos mínimos de ensayo y muestreo para aceptación, sin embargo el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto. Queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista, debe contar con el aval de la Administración de cada proyecto y deberá estar de acuerdo con la normativa vigente relacionada con la Gestión de la Calidad.

La Administración, mediante su laboratorio de ensayo elaborará su plan de verificación y establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias de la tabla 405-3 Requerimientos Mínimos de Muestreo y Ensayos, que permitan aplicar las Subsecciones 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), para determinar el pago del trabajo en función de la calidad. Adicionalmente cuando corresponda aplicará la subsección 107.02 Inspección Visual.

405.10 Medidas Correctivas en capas de Mezcla Asfáltica en Caliente

Cuando un proyecto presente defectos (segregación, deformación, desprendimiento, exudación, deslizamiento de la capa, textura, marcas de rodillo, grietas y partículas de agregado no recubiertas, entre otras) que sean identificados por la Administración y que sean atribuibles a cualquiera de las actividades de los contratistas, este deberá presentar un análisis detallado de las condiciones, sus posibles causas, sus consecuencias asociadas y las opciones de acciones a tomar para corregir los desperfectos junto con un programa de trabajo. Dicho análisis deberá provenir del consultor de calidad contratado por el Contratista.

La Administración recibirá, analizará y determinará la validez del informe y seleccionará la acción correctiva que justifique técnicamente la intervención. Todas las acciones correctivas que se ejecuten deben ser igualmente supervisadas y verificadas bajo ensayos que apliquen. El costo lo debe asumir el Contratista.

No se podrá aprobar el pago de las obras si no se realizan las medidas correctivas y si la ejecución de éstas no cuentan con la aprobación de la Administración.

405.11 Aceptación

Para la aceptación de los trabajos asociados a esta sección, se debe verificar el cumplimiento de los parámetros de aceptación que se establecen en la Tabla 405-3, que además se complementará con una inspección visual.

La calidad del agregado se evaluará de acuerdo con la Subsección 703.07 Agregado para mezcla asfáltica. El relleno mineral se evaluará de acuerdo con la Subsección 725.05 Relleno mineral. El asfalto sin modificar y el asfalto modificado se evaluarán de acuerdo con la Subsecciones 702.01 Asfalto y 702.02 Asfalto modificado, respectivamente. Los aditivos modificadores y los mejoradores de adherencia se evaluarán con la Subsección 702.09 Aditivos.

El Contratista debe proporcionar toda la información necesaria del avance, del proceso del trabajo y del control del comportamiento de la obra, de manera que sea posible comprobar que se cumpla a cabalidad con los requisitos del Contrato.

El material de relleno mineral, aditivos antidesnudantes, agentes de reciclado y el asfalto deberán ser evaluados de acuerdo con la Subsección 107.03 Certificación. Adicionalmente, el asfalto deberá ser evaluado de acuerdo con la Subsección correspondiente de Materiales de acuerdo al diseño de mezcla empleado (Secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®, 403 Diseño de mezclas asfálticas especiales y 404 Mezcla asfáltica reciclada procesada en planta de producción en caliente).

Para la producción de mezcla asfáltica se evaluará para efectos de pago el contenido de asfalto, el VMA, la densidad de núcleos con base en la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo). El VFA, granulometría y la gravedad máxima teórica se deberán medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo).

La aceptación del diseño de mezcla deberá realizarse conforme lo establecido en las Secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®, 403 Diseño de mezclas asfálticas especiales y 404 Mezcla asfáltica reciclada procesada en planta de producción en caliente.

El porcentaje de compactación calculado de acuerdo con la medición de la gravedad específica máxima teórica será determinado de acuerdo con la producción de al menos un día. La compactación a aplicar resultará en densidades de al menos 92,0 % y máximo 97,0% de la gravedad específica máxima teórica (INTE 04-01-03) o en su defecto lo que determine el tramode prueba.

La evaluación de la regularidad de la capa asfáltica deberá ser hecha después de que todas las áreas defectuosas sean corregidas (Subsección 405.09 Control y verificación de calidad) y deberá cumplir con lo establecido en la Subsección 405.07 Control de Regularidad Superficial en capas de

Mezcla Asfáltica en Caliente y 405.08 Control de Regularidad Superficial en sobrecapas, reciclajes con sobrecapas o sobrecapas sobre fresados, de Mezcla Asfáltica en Caliente correspondientes al control de la regularidad superficial.

405.12 Medición

Se deben medir los ítems de la sección 405.13 Pago de acuerdo con la subsección 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimientos y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

La mezcla asfáltica producida en planta se medirá en tonelada métrica o por metros cúbicos en su posición final extendida, conformada, colocada, compactada y acabada.

En caso de usarse mezcla asfáltica reciclada, la escarificación será medida en conformidad con la sección 415 Perfilado (fresado) de capas asfálticas.

405.13 Pago

Dentro de esta sección se incluye el pago de las actividades descritas en las secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®, 403 Diseño de mezclas asfálticas especiales y 404 Mezcla asfáltica reciclada procesada en planta de producción en caliente, así como el suministro y la colocación de la mezcla asfáltica especificados en esta sección.

Los pagos de la mezcla asfáltica serán realizados en función de los resultados obtenidos por la verificación de la calidad del proyecto. Los resultados del control de calidad, que por obligatoriedad debe realizar el Contratista, deben ser presentados a la Administración con el fin de garantizar la uniformidad y demostrar el cumplimiento de las especificaciones contractuales.

Los pagos de la mezcla asfáltica se realizarán conforme lo indicado en la subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), según lo indicado en la tabla 405-3 Requerimientos mínimos de muestreo y ensayo, y la sección 110.05 Alcance del Pago.

El pago para la mezcla asfáltica en caliente será hecho al precio determinado multiplicando el precio unitario del contrato por el factor de pago del material. El factor de pago del material es el factor de pago individual más bajo (menor) determinado para contenido de asfalto, gravedad específica (densidad), o cualquier malla individual de la granulometría del agregado o el promedio ponderado de los factores de pago por criterio individual, de acuerdo con los factores de ponderación definidos por la Administración para un proyecto particular.

El contratista deberá presentar un informe técnico mensual que justifique el monto de la factura por cobrar, indicando el avance de obra y el cumplimiento de especificaciones de acuerdo con el control de calidad.

Cada facturación mensual realizada por el Contratista, deberá estar sustentada con los respectivos ensayos de control de calidad emitidos por el laboratorio de control de calidad que certifiquen el cumplimiento de las especificaciones establecidas por la Administración para el pago del producto.

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.405.01 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo A preparada en planta central	Tonelada métrica (t) de acuerdo con la sección típica
CR.405.02 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo A preparada en planta central	Metro cúbico (m ³) de acuerdo con la sección típica
CR.405.03 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo B preparada en planta central	Tonelada métrica (t) de acuerdo con la sección típica
CR.405.04 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo B preparada en planta central	Metro cúbico (m ³) de acuerdo con la sección típica
CR.405.05 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo C preparada en planta central	Tonelada métrica (t) de acuerdo con la sección típica
CR.405.06 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo C preparada en planta central	Metro cúbico (m ³) de acuerdo con la sección típica
CR.405.05 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo D preparada en planta central	Tonelada métrica (t) de acuerdo con la sección típica
CR.405.06 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo D preparada en planta central	Metro cúbico (m ³) de acuerdo con la sección típica
CR.405.07 Capa de mezcla asfáltica en caliente de granulometría abierta tipo OGFC preparada en planta	Tonelada métrica (t) de acuerdo con la sección típica
CR.405.08 Capa de mezcla asfáltica en caliente de granulometría abierta tipo OGFC preparada en planta	Metro cúbico (m ³) de acuerdo con la sección típica
CR.405.09 Capa de mezcla asfáltica en caliente de granulometría abierta tipo SMA preparada en planta	Tonelada métrica (t) de acuerdo con la sección típica
CR.405.10 Capa de mezcla asfáltica en caliente de granulometría abierta tipo SMA preparada en planta	Metro cúbico (m ³) de acuerdo con la sección típica
CR.405.11 Capa de mezcla asfáltica en caliente reciclada	Tonelada métrica (t) de acuerdo con la sección típica
CR.405.12 Capa de mezcla asfáltica en caliente reciclada	Metro cúbico (m ³) de acuerdo con la sección típica
CR.405.13 Ligante asfáltico (se debe especificar el tipo)	Metrocúbico (m ³)
CR.405.14 Ligante asfáltico (se debe especificar el tipo)	Litro(l)
CR.405.15 Relleno mineral	Tonelada métrica(t)
CR.405.16 Relleno mineral	Metro cúbico(m ³)

Tabla 405-3
Requerimientos Mínimos de Muestreo y Ensayos

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
Agregado	Se debe medir y ensayar para determinar la aceptación (107.04)	<p>Grueso</p> <p>Abrasión, Sanidad en Sulfato de Sodio, Caras fracturadas, índice de durabilidad, Grumos de arcilla y partículas friables, carbonato soluble, Porcentaje de partículas planas y alargadas, Gbs, absorción</p> <p>Fino</p> <p>Sanidad en Sulfato de Sodio, Angularidad del agregado, Equivalente de arena, índice de durabilidad, Grumos de arcilla y partículas friables</p>	---	Subsección 703.07	1 por tipo y fuentes de material	Fuente de materiales	Sí	Antes de la producción

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
Asfalto	Se debe medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con (107.03 y 107.04)	Clasificación por Viscosidad a 60 °C	---	Subsección 702.01, Tablas 702.01 y Tabla 702.02	1 por lote de asfalto	Entre el tanque y la planta de mezclado	Muestra de 1 galón	Antes de la producción
		ó Clasificación por Grado de Desempeño	---	Subsección 702.01, Tablas 702.03				
Asfalto modificado	Se debe medir y ensayar, antes y después de modificar el asfalto, para determinar su aceptación de acuerdo con (107.04)	Recuperación elástica y Punto de Ablandamiento	---	Subsección 702.02	1 por lote de asfalto	En la planta antes de ser mezclado con el agregado	Muestra de 1 galón	Antes de la producción
Mezcla asfáltica en caliente (diseño de mezcla)	Se debe medir y ensayar para determinar aceptación (107.04)	Granulometría	---	Secciones 401,402,403 y 404	1 por diseño de mezcla suministrado	Apilamientos y combinada según fórmula de trabajo para la mezcla	Sí	28 días antes de producir
		Contenido de asfalto, VMA, VFA, Vacíos, Relación Polvo/Asfalto, tensión diametral retenida, compresión uniaxial seca y retenida, Gravedad	---	Secciones 401,402,403 y 404	1 por diseño de mezcla suministrado	---	---	28 días antes de producir

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
		específica máxima teórica, Estabilidad y Flujo (Marshall)						
Mezcla asfáltica en caliente (producción)	Estadística para pago (107.05)	Contenido de asfalto, Vacíos, Granulometría (Tamiz 3/8"; N°4, N°30, N°200)	I	Secciones 401,402,403 y 404	1 cada 700 Tm o mínimo 1 por día de producción sino se producen las 700 Tm	Después de la producción y antes de la compactación	Sí	24 horas
		Densidad de núcleos	I	Secciones 401,402,403 y 404	1 cada 120 Tm	En sitio	Núcleos de mezcla asfáltica después de compactación	72 horas
	Se debe medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con (107.04)	Gravedad específica máxima teórica (densidad), VMA, VFA, Relación Polvo/Asfalto	---	Secciones 401,402,403 y 404	1 cada 700 Tm o mínimo 1 por día de producción sino se producen las 700 Tm	Después de la producción y antes de la compactación	Sí	24 horas
		Temperatura de la mezcla asfáltica	---	Subsección 405.05.02	Primera carga o lo que indique la Administración	En góndola de vagoneta antes de ser extendido	---	Cuando se completen los ensayos
		Tensión diametral retenida, compresión uniaxial seca y retenida, Estabilidad y Flujo (Marshall)	---	Secciones 401,402,403 y 404	1 cada 15 días	En góndola de vagoneta según la que indique la Administración	Sí	72 horas
		Deformación plástica luego de 8000 ciclos y Repeticiones para la falla por fatiga a 20°C para un nivel de deformación	---	Secciones 401,402,403 y 404	1 por mes	En góndola de vagoneta según la que indique la Administración	Sí	1 mes

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
		unitaria controlada de 400 E-6 y 600 E-6 mm/mm						
Mezcla asfáltica en caliente (estructura nueva de pavimento)	Se debe medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con (107.04)	Regularidad	---	AASHTO PP 50, PP 51 Y PP 52	Subsección 405.07	Subsección 405.07	---	14 días después de finalizado el trabajo
Mezcla asfáltica en caliente (Sobrecapas)	Se debe medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con (107.04)	Regularidad	---	AASHTO PP 50, PP 51 Y PP 52	Subsección 405.08	Subsección 405.08	---	14 días después de finalizado el trabajo

(1) Los ensayos de VCA y Escurrimiento solo deberán ser realizados para mezclas de matriz de agregado grueso (SMA), de acuerdo con lo especificado en la sección 403 Diseño de mezclas asfálticas especiales.