

DISPOSICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE RIEGOS DE IMPRIMACIÓN, LIGA Y CURADO, TRATAMIENTOS SUPERFICIALES, SELLOS DE ARENA ASFALTO, LECHADAS ASFÁLTICAS, MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRÍO Y EN CALIENTE Y RECICLADO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

ARTÍCULO 400 – 13

400.1 DESCRIPCIÓN

Esta especificación presenta las disposiciones que son generales a los trabajos de imprimación, riegos de liga y de curado; tratamientos superficiales, sellos de arena-asfalto y lechadas asfálticas; bases, capas de mezcla asfáltica, bacheos asfálticos en frío y en caliente y reciclados con productos bituminosos, a los cuales se refiere el Capítulo 4 de las presentes Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.

400.2 MATERIALES

400.2.1 Agregados pétreos y llenante mineral

400.2.1.1 Denominación

La Tabla 400 - 1 muestra la denominación del agregado según su tamaño, para el objeto de las especificaciones del Capítulo 4.

Tabla 400 - 1. Denominación de los agregados minerales

DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
Agregado grueso	Porción del agregado retenida en el tamiz de 4.75 mm (No. 4).
Agregado fino	Porción del agregado comprendida entre los tamices de 4.75 mm y 75 μ m (No. 4 y No. 200)
Llenante mineral – Llenante mineral de aporte	Porción que pasa el tamiz de 75 μ m (No. 200). – Fracción del llenante que se incorpora a la mezcla por separado.

400.2.1.2 Aspectos generales

Los agregados pétreos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico- química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que presumiblemente se puedan dar en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del pavimento, o contaminar corrientes de agua.

El Constructor, como responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos, deberá realizar todos los ensayos necesarios para establecer la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar, independiente y complementariamente de los que taxativamente se exigen en estas especificaciones.

Los agregados pétreos deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una capa del material asfáltico por utilizar en el trabajo, ésta no se desprenda por la acción del agua y del tránsito. Sólo se admitirá el empleo de agregados con características hidrófilas, si se añade algún aditivo de comprobada eficacia para proporcionar una adhesividad satisfactoria, de acuerdo con las exigencias establecidas en cada uno de los Artículos.

400.2.1.2.1 Agregado grueso

El agregado grueso deberá proceder de la trituración y clasificación de roca y/o grava; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables.

Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan impedir la adhesión completa del asfalto.

400.2.1.2.2 Agregado fino

El agregado fino estará constituido por arena de trituración o una mezcla de ella con arena natural. La proporción admisible de esta última dentro del

conjunto se encuentra definida en la respectiva especificación. Los granos del agregado fino deberán ser duros, limpios y de superficie rugosa y angular. El material deberá estar libre de cualquier sustancia que impida la adhesión del asfalto.

400.2.1.2.3 Llenante mineral

El llenante mineral podrá provenir de los procesos de trituración y clasificación de los agregados pétreos o podrá ser de aporte como producto comercial, generalmente cal hidratada o cemento hidráulico.

400.2.1.2.4 Requisitos de calidad

Los requisitos específicos de calidad de los agregados grueso y fino y del llenante mineral se especifican en los diferentes Artículos del Capítulo 4 de estas especificaciones.

400.2.1.3 Productos asfálticos

Los cementos asfálticos, emulsiones asfálticas y asfaltos líquidos deberán cumplir con los requisitos establecidos en los siguientes Artículos del Capítulo 4 de estas especificaciones.

- Cementos asfálticos: Artículo 410;
- Cementos asfálticos modificados con polímeros: Artículo 414;
- Cementos asfálticos modificados con grano de caucho reciclado: Artículo 413;
- Emulsiones asfálticas: Artículo 411;
- Emulsiones asfálticas modificadas con polímeros: Artículo 415;
- Asfalto líquido: Artículo 416.

400.2.2 Aditivos mejoradores de adherencia

Los aditivos mejoradores de adherencia se deberán ajustar a lo descrito en el Artículo 412.

400.3 EQUIPO

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de calidad del presente Artículo y del correspondiente a la respectiva partida de trabajo.

400.3.1 Equipo para la elaboración de los agregados triturados

La planta de trituración estará provista de una trituradora primaria, una secundaria y una terciaria siempre que ésta última se requiera; deberá incluir también una clasificadora y, de ser necesario, un equipo de lavado.

400.3.2 Planta para fabricación de mezclas asfálticas en caliente

La mezcla de concreto asfáltico se fabricará en plantas de asfalto de secamiento continuo, con sistema de mezclado y entrega tipo continuo o discontinuo y con un sistema de dosificación de agregados en frío o en caliente capaz de manejar simultáneamente el número de fracciones de agregado que exija la fórmula de trabajo adoptada, cumpliendo con las tolerancias especificadas en el Artículo correspondiente al tipo de mezcla que se vaya a elaborar.

Las plantas productoras de mezcla asfáltica deberán cumplir lo establecido en la reglamentación vigente sobre protección y control de vertimientos y de calidad del aire; para su funcionamiento en la obra se deberá presentar previamente al Instituto Nacional de Vías la autorización correspondiente o el permiso vigente de emisiones atmosféricas, expedido por la entidad nacional o regional encargada de otorgar tales permisos.

Para la fabricación de mezclas asfálticas en caliente, se podrán usar plantas de los tipos y características indicados en la Tabla 400 - 2.

Tabla 400 - 2. Tipos de plantas para la fabricación de mezclas asfálticas en caliente

TIPO DE PLANTA		REQUISITOS
De mezcla discontinua (o de bachada)		Numeral 400.3.2.2
De mezcla continua	Tambor secador – mezclador	Numeral 400.3.2.3
	Mezclador de ejes paralelos	Numeral 400.3.2.4
	Mezclador de tambor	

400.3.2.1 Requisitos para todas las plantas

400.3.2.1.1 Automatización

La operación de la planta deberá ser totalmente automática. Se deberá disponer de un cuarto de control con condiciones de higiene y comodidad adecuadas para el personal de operación. Deberá tener un tablero o consola que reúna en un solo sitio toda la información sobre las temperaturas, tanto de los gases como de los diferentes insumos y materiales, sobre la operación de la planta y sobre los indicadores de los parámetros de producción de la mezcla y de la dosificación, tanto de los agregados pétreos como del ligante asfáltico y del aditivo, si se requiere su uso. Allí mismo se deberán encontrar los dispositivos para controlar el inicio y la terminación de las jornadas de producción de mezcla y de manejo de su dosificación. No se permitirá la operación de la planta cuya dosificación se realice sólo por la manipulación de dispositivos mecánicos.

400.3.2.1.2 Calibración

Todos los dispositivos de medida de la planta deben contar con un certificado de calibración vigente.

400.3.2.1.3 Capacidad de producción

La capacidad mínima de producción de la planta estará señalada en el Pliego de Condiciones y ella

dependerá de las características de la obra por ejecutar.

El Constructor deberá suministrar la certificación sobre la capacidad máxima de producción de la planta de asfalto dada por el fabricante; si la planta ha sido reformada, se deberá entregar la certificación de la planta reformada, expedida por un ingeniero con experiencia documentada en manejo de plantas de asfalto. La certificación deberá indicar las condiciones bajo las cuales se alcanza dicha capacidad máxima.

También, deberá suministrar una certificación sobre la capacidad del quemador del secador, proporcionada por el fabricante del mismo.

400.3.2.1.4 Combustibles

Los combustibles usados en la operación de la planta deberán cumplir con las exigencias sobre combustibles sólidos o líquidos establecidas en las Resoluciones del Ministerio del Medio Ambiente números 898 de 1995, 623 de 1998 y 068 de 2001, y sobre combustibles gaseosos en la Resolución de la Superintendencia Nacional de Industria y Comercio número 14471 de 2002, con énfasis en las Normas Técnicas NTC 2505, 3631, 3833 y 4282 y con supervisión de un organismo de inspección acreditado por el ONAC bajo la norma NTC ISO-17020. Queda entendido que si alguna disposición de las recién citadas es reemplazada en el futuro por la entidad nacional competente para ello, se entenderá que los requisitos por cumplir serán los de la disposición actualizada.

En la operación de las plantas asfálticas en caliente se podrán emplear, también, los combustibles gaseosos provenientes de la síntesis de biomasa y/o de combustibles sólidos, bajo la supervisión de un ingeniero con experiencia en la materia y debidamente matriculado, quien deberá haber

presentado previamente el proyecto y obtenido la aprobación expresa del Instituto Nacional de Vías, y siempre y cuando el dispositivo usado y sus aditamentos no produzcan contaminaciones en las emisiones, que sobrepasen los límites establecidos en las normas y en la combustión y/o manipulación de los insumos utilizados y de los residuos, escorias o cenizas que aparezcan, de acuerdo con los decretos 3930 y 4728 de 2010 (o los que los reemplacen en el futuro) y con la legislación complementaria sobre tratamiento de residuos sólidos y/o líquidos.

400.3.2.1.5 Dispositivos para toma de muestras

La planta deberá poseer un dispositivo que permita la toma de muestras de agregados pétreos secos, antes de su mezcla con el ligante asfáltico, para verificar su limpieza, en especial de posibles residuos de combustión que afecten su adherencia. La producción de la mezcla se deberá detener si hay signos de avería en el sistema de combustión, si ocurre una combustión incompleta o si se observa contaminación en los agregados o en la mezcla, y sólo se podrá reiniciar cuando, a juicio del Interventor, el problema quede satisfactoriamente resuelto.

400.3.2.1.6 Tolvas para agregados en frío

Las tolvas para agregados en frío deberán tener paredes resistentes y estancas, con bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y cuya separación sea efectiva para evitar que se mezclen los agregados de tolvas diferentes; el equipo de cargue deberá tener acceso directo e independiente a cada una de las tolvas.

El número mínimo de tolvas será función del número de fracciones de agregado que exija la fórmula de trabajo adoptada pero, en todo caso, no

será inferior a tres (3) para las plantas discontinuas y/o de mezcla por fuera del tambor secador y cuatro (4) para las de tambor secador-mezclador, dos de las cuales se asignarán al agregado fino.

Las tolvas deberán estar provistas de dispositivos de dosificación a su salida, que puedan ser ajustados y mantenidos en cualquier posición.

Con el fin de evitar discontinuidad en el flujo de salida del agregado fino, debido a su humedad natural, se exigirá el uso de vibración, o cualquier otro método que se demuestre útil para tal fin.

400.3.2.1.7 Tambor-secador

La planta estará dotada de un tambor secador que permita el secado continuo y eficiente de los agregados y su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla, según el ligante asfáltico utilizado, extrayendo de ellos una proporción de polvo mineral tal, que su dosificación se ajuste a lo establecido en la fórmula de trabajo.

El quemador del secador deberá ser de marca reconocida y deberá contar con una certificación del fabricante donde se indiquen, además de su capacidad, los parámetros de alimentación requeridos, tanto de aire como de combustible, ya sea éste gaseoso, líquido ó sólido, para que se cumplan las prestaciones informadas, incluyendo la limpieza de su combustión. La combustión, que deberá ser completa, deberá impedir la emisión de residuos que contaminen los agregados o la atmósfera.

400.3.2.1.8 Sistemas para el control de emisiones y la recuperación de finos

La planta deberá tener, como mínimo un sistema primario de recuperación de finos secos contenidos en los gases procedentes del secador.

La planta deberá estar dotada también, como mínimo, de un sistema secundario de control de emisiones, seco o húmedo, instalado en serie y a continuación del sistema primario de recuperación de finos, que recoja lo que éste ha permitido pasar y que sea lo suficientemente eficiente para impedir la emisión a la atmósfera de productos contaminantes y/o de partículas que sobrepasen los límites establecidos en la Resolución del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial número 909 de 2008 y en los sitios y condiciones establecidas en las Resoluciones 2153 y 2154 de 2010 del mismo Ministerio y/o en las disposiciones legales que anulen, complementen, modifiquen y/o adicione dichas resoluciones.

400.3.2.1.9 Depósitos de almacenamiento de cemento asfáltico

El almacenamiento que requiera el cemento asfáltico antes de su aplicación, se realizará en tanques adecuados para tal fin, los cuales tendrán los aparatos de medida y seguridad necesarios para garantizar su correcto funcionamiento, situados en puntos de fácil acceso. Así mismo, dispondrán de una válvula adecuada para la toma de muestras.

Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, los carrotanques empleados para el transporte del cemento asfáltico deberán estar dotados de medios neumáticos o mecánicos apropiados para el trasvase rápido de su contenido a los tanques. Cuando se empleen bombas de trasvase, se preferirán las de tipo rotativo a las centrífugas. El trasvase desde el carrotanque al tanque de almacenamiento se realizará siempre por tubería directa.

Todas las tuberías usadas para el trasvase del cemento asfáltico del carrotanque al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar dispuestas de manera que se puedan

limpiar fácilmente después de cada aplicación y/o jornada de trabajo.

400.3.2.1.10 Manejo del cemento asfáltico

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del cemento asfáltico deberá poder permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo, de forma que se garantice que no se producen sobrecalentamientos localizados y que no se sobrepasan las temperaturas máximas admisibles de dicho producto. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc., deberán estar provistos de calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros, especialmente en la boca de salida al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de dispositivos para tomar muestras y para comprobar la calibración del dosificador.

400.3.2.1.11 Manejo del llenante mineral

La planta deberá disponer de sistemas independientes para el almacenamiento y para la dosificación del llenante mineral recuperado y de aporte, los cuales deberán estar adecuadamente protegidos contra la humedad.

Así mismo, si se determinase que el llenante recuperado por el sistema primario de recuperación sobrepasa el máximo especificado en el Artículo correspondiente a la mezcla que se está fabricando, se deberá disponer de un sistema que permita el retiro dosificado del sobrante, de manera que dicha operación, además de conseguir su objetivo, no afecte la limpieza de operación de la planta.

400.3.2.1.12 Manejo de aditivos

En caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación de los mismos que tenga, como mínimo, la precisión del sistema de dosificación del ligantes asfáltico.

400.3.2.1.13 Silo de almacenamiento

Si la planta posee un silo para el almacenamiento de la mezcla elaborada, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los vehículos de transporte, así como que en las cuarenta y ocho (48) horas siguientes a la fabricación, la mezcla acopiada no haya perdido ninguna de sus características, en especial la homogeneidad del conjunto y las propiedades del ligante. El silo de almacenamiento deberá contar con una tolva de compensación u otro elemento de descarga en su parte superior, cuya ubicación y funcionamiento sean correctos, de manera que eviten la segregación de la mezcla que se va a almacenar.

400.3.2.2 Requisitos específicos para las plantas de tipo discontinuo**400.3.2.2.1 Clasificación de agregados en caliente**

Las plantas de tipo discontinuo, o plantas de bachada, deberán estar dotadas de un sistema de clasificación de los agregados en caliente, de capacidad adecuada a la producción del mezclador, en un número de fracciones no inferior a tres (3) y de tolvas de almacenamiento de las mismas, cuyas paredes serán resistentes y de altura suficiente para evitar que se mezclen los agregados de diferentes tolvas. Las tolvas en caliente deberán tener un rebosadero, para evitar que el exceso de contenido se vierta en las contiguas o afecte el funcionamiento del sistema de clasificación; deberán tener, también, un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, que avise cuando el nivel de la tolva sea inferior al que proporcione la cantidad calibrada,

y un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones almacenadas.

400.3.2.2.2 Indicadores de la temperatura de los agregados y del asfalto

La instalación deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los agregados secos, situados a la salida del secador o en el sitio en donde se ellos se van a mezclar con el asfalto; también, deberá tener indicadores de temperatura del ligante asfáltico en el sitio en donde éste sale al mezclador.

400.3.2.2.3 Dispositivos de dosificación

La precisión de los dispositivos de dosificación por peso de los agregados en caliente deberá ser tal que no permitan una desviación superior al medio por ciento ($\pm 0.5 \%$). Los dispositivos de dosificación ponderal del llenante y del ligante deberán tener una precisión tal que no permitan una desviación superior al tres por mil ($\pm 0.3 \%$).

400.3.2.2.4 Alimentación del ligante bituminoso

El ligante asfáltico se distribuirá uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no permitirán fugas ni goteos. El sistema dosificador del ligante deberá disponer de dispositivos para su calibración a la temperatura y presión de trabajo.

400.3.2.3 Requisitos específicos para las plantas de tipo continuo con tambor secador- mezclador

400.3.2.3.1 Dosificación de agregados

El sistema de dosificación de los agregados deberá ser ponderal y tener en cuenta su humedad, para corregir la dosificación en función de ella. La rata de alimentación deberá ser monitoreada continuamente por la báscula de la banda transportadora u otro dispositivo sincronizado con el mecanismo de alimentación del asfalto.

400.3.2.3.2 Dosificación de asfalto

El dispositivo medidor del asfalto deberá controlar adecuadamente la rata de ligante que se incorpora a la mezcla y responder instantáneamente a cualquier variación en la rata de alimentación de los agregados. La difusión del asfalto deberá ser homogénea y de manera que no exista ningún riesgo de contacto con la llama ni de someter al ligante a temperaturas inadecuadas.

400.3.2.3.3 Elaboración de la mezcla

El tambor deberá calentar, cubrir y mezclar uniformemente los materiales, evitando su exposición directa a las llamas o cualquier otra fuente puntual de alta temperatura, y evitando cualquier sobrecalentamiento en los agregados, en el cemento asfáltico o en la mezcla que pueda afectar adversamente las características y el comportamiento de la mezcla elaborada.

Se deberán instalar pirómetros tanto a la salida del asfalto, para verificar su temperatura, como en el extremo de descarga del mezclador, para verificar la temperatura de la mezcla. La producción de la planta se deberá limitar a la velocidad requerida para obtener una envuelta correcta de los agregados, cumpliendo con los requisitos de temperatura de agregados y del ligante según se haya determinado al establecer la fórmula de trabajo.

400.3.2.4 Requisitos específicos para las plantas de ejes paralelos o mezclador de tambor

Deberá tener características geométricas y mecánicas tales que, en un solo proceso, proporcionen un flujo continuo y adecuado que permita una distribución uniforme del ligante asfáltico previamente dosificado. Deberán disponer de elementos físico-mecánicos suficientes y

adecuados para mezclar los agregados con el ligante bituminoso durante el tiempo y la temperatura adecuados, con el fin de obtener el recubrimiento total de los agregados, libres de cualquier contaminación que afecte su adherencia.

El sistema no deberá permitir ninguna fuga furtiva o goteo, ya sea de partículas de agregados o de ligante.

400.3.3 Planta para la fabricación de mezclas asfálticas en frío

Para la fabricación de mezclas asfálticas en frío, se podrán usar plantas de los tipos y características indicados en la Tabla 400 - 3.

Tabla 400 - 3. Tipos de plantas para la fabricación de mezclas asfálticas en frío

TIPO DE PLANTA	REQUISITOS
Planta fija	Numeral 400.3.3.1
Planta móvil	Numeral 400.3.3.2

Las plantas para mezclas en frío deberán ser capaces de manejar simultáneamente el número de fracciones de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Se permite el empleo de instalaciones de diferente concepción a las descritas en el presente numeral, siempre que cuenten con el visto bueno del Interventor y previos los ensayos que demuestren la calidad de la mezcla fabricada con ellas.

400.3.3.1 Planta fija

Si se utiliza una planta fija para la fabricación de una mezcla en frío, ésta podrá ser de tipo continuo o discontinuo y dispondrá del número necesario de tolvas, con sus dosificadores, que le permita manejar simultáneamente el número de fracciones de agregados disponibles para obtener la granulometría seleccionada para la elaboración de la mezcla.

Las tolvas para agregados deberán tener paredes resistentes, con bocas de anchura suficiente para que la alimentación se pueda realizar correctamente. La separación entre ellas debe evitar que se mezclen los agregados de tolvas diferentes. Además, sus dispositivos de salida deben permitir ajustes exactos para mantenerlos en cualquier posición. El número mínimo de tolvas será función del número de fracciones de agregados por emplear.

Las instalaciones de tipo discontinuo deberán estar provistas de dispositivos de dosificación por peso cuya exactitud sea superior al medio por ciento (0.5 %). Los dispositivos de dosificación de agua y ligante tendrán una exactitud, como mínimo, de tres por mil (0.3 %). El ligante, que deberá tener un sistema idóneo de almacenamiento y alimentación, deberá ser distribuido uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas ni goteos.

Si se emplea una instalación de tipo continuo, un sistema de bandas transportará los agregados desde las tolvas hasta el mezclador, que será del tipo de ejes gemelos, donde se incorporarán el agua y el ligante bituminoso. Los dosificadores de agua y ligante deberán estar sincronizados con los dosificadores de los agregados, de manera que se pueda reproducir la fórmula de trabajo. La planta deberá disponer, además, de dispositivos para su calibración a la presión de trabajo, así como para la toma de muestras. En caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de ellos.

400.3.3.2 Planta móvil

Las plantas móviles o ambulantes estarán montadas sobre bastidores autopropulsados; esta plantas actuarán al mismo tiempo como extendedoras. Constarán de tolva de recepción de agregados ya mezclados y con la gradación adecuada, depósitos de agua y emulsión y eventuales aditivos, y dispositivos de alimentación de todos los materiales a la mezcladora. Dispondrán, además, de una extendedora que regule el espesor y proporcione el perfil transversal y un buen acabado superficial.

400.3.4 Equipo para la transferencia de la mezcla (*Shuttle buggy*)

Este equipo, cuyo empleo es de carácter opcional, tiene por finalidad reducir la segregación y transferir la mezcla de las volquetas a la tolva de la máquina pavimentadora, sin que aquellas entren en contacto con ésta, ni circulen sobre superficies con riegos de imprimación o liga.

400.3.5 Equipo para la extensión de la mezcla

La extensión de las mezclas asfálticas se hará con una pavimentadora autopropulsada, adecuada para extender y terminar la mezcla con un mínimo de pre-compactación de acuerdo con los anchos y espesores especificados.

La capacidad de la tolva, así como la potencia de la máquina, deberán ser adecuadas para el tipo de trabajo que deba desarrollar. La pavimentadora estará equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. Poseerá un equipo de dirección adecuado y tendrá velocidades para retroceder y avanzar.

La pavimentadora tendrá dispositivos mecánicos compensadores para obtener una superficie pareja y formar los bordes de la capa sin uso de formaletas. Será ajustable para lograr la sección transversal especificada en el diseño u ordenada por el Interventor.

Si se determina que durante su operación el equipo deja huellas en la superficie de la capa, áreas defectuosas u otras irregularidades objetables que no sean fácilmente corregibles durante la construcción, el Interventor exigirá su inmediata reparación o cambio.

En el caso de mezclas asfálticas en caliente, la pavimentadora deberá estar dotada de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

400.3.6 Equipo de compactación

Se deberán utilizar compactadores autopropulsados de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. El equipo de compactación por emplear en cada caso dependerá del tipo de capa asfáltica y su espesor, y deberá contar con la aprobación del Interventor, con base en los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves; además, estarán dotados de dispositivos para la limpieza de los rodillos o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los compactadores de rodillos metálicos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático.

Los compactadores de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslape de las huellas delanteras y traseras y, en caso necesario, faldones de lona protectora contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones lineales estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos compactadores, serán las necesarias para conseguir la compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del agregado ni arrollamiento de la mezcla a las temperaturas de compactación.

En lugares inaccesibles a los equipos normales de compactación se permitirá el uso de otros equipos de tamaño y diseño adecuados para la labor por realizar.

400.3.7 Equipos de transporte

Todos los vehículos de transporte deberán cumplir todas las disposiciones legales referentes a las dimensiones y pesos de los vehículos de transporte, a las condiciones técnico-mecánicas y a las de control de emisiones contaminantes de los mismos; deberán tener al día los certificados de revisión técnico mecánica y de emisiones contaminantes.

400.3.7.1 Carrotanque para transporte de cemento asfáltico

El transporte del cemento asfáltico desde la planta de producción a la planta mezcladora, se deberá efectuar en caliente y a granel, en carrotanques con adecuados sistemas de calefacción y termómetros ubicados en sitios visibles. Deberán estar dotados, además, de los medios mecánicos que permitan el rápido trasvase de su contenido a los

depósitos de almacenamiento. Así mismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

400.3.7.2 Carrotanque para transporte de emulsión asfáltica

El transporte de la emulsión asfáltica desde la planta de fabricación hasta el sitio de colocación, se realizará a granel, en carrotanques que no requieren aislamientos térmicos ni calefacción. Estarán dotados de los medios mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento. Así mismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

400.3.7.3 Equipo para el transporte de agregados y mezclas asfálticas

Tanto los agregados como las mezclas asfálticas se transportarán en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. En el caso de transporte de mezclas asfálticas, la superficie interna del platón deberá ser tratada con un producto cuya composición y cantidad deberán ser aprobadas por el Interventor, con el fin de evitar la adherencia de la mezcla a ella. La forma y la altura del platón serán tales, que durante el vertido en la pavimentadora, la volqueta sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos para ello, en los casos en los que no se emplee el equipo para la transferencia de la mezcla mencionado en el numeral 400.3.4.

400.3.8 Equipos para la extensión de riegos

400.3.8.1 Carrotanque irrigador

Toda aplicación de productos asfálticos en forma de riego se deberá realizar por medio de un carrotanque irrigador. Se prohíbe la aplicación de riegos con escoba o empleando recipientes que apliquen el producto por gravedad. Esto aplica para la ejecución de riegos de imprimación, liga y curado, sellos de arena asfalto y tratamientos superficiales cubiertos por las presentes especificaciones generales.

El carrotanque irrigador deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante del producto asfáltico para imprimación, a la temperatura

apropiada, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s), o pies por segundo (pie/s), visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme del asfalto en sentido longitudinal.

El carrotanque deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no se podrá encontrar cerca de un elemento calentador.

Para áreas inaccesibles al carrotanque y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará una caldera regadora portátil, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del carrotanque con boquilla de expansión que permita un riego uniforme.

400.3.8.2 Equipo para la extensión del agregado pétreo

Se podrán emplear esparcidoras autopropulsadas o extendedoras mecánicas acopladas a volquetas, que garanticen una adecuada y homogénea distribución del agregado pétreo sobre la superficie.

400.3.8.3 Equipo multidistribuidor de asfalto y agregado

En lugar del carrotanque irrigador y del equipo de extensión del agregado pétreo, descritos en los numerales 400.3.8.1 y 400.3.8.2, se podrá emplear un equipo multidistribuidor que permita la aplicación conjugada del ligante asfáltico y el agregado en una sola operación.

400.3.9 Equipo accesorio

Estará constituido por elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que su uso esté autorizado por las autoridades ambientales. Así mismo, se requieren herramientas menores para efectuar correcciones localizadas durante la extensión de la

mezcla, termómetros y cámara infrarroja para controlar temperaturas, etc.

400.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

400.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo establecido en el Artículo 105, numeral 105.13.3.

400.4.2 Fórmulas de trabajo para mezclas asfálticas, tratamientos superficiales y lechadas asfálticas

Antes de iniciar el acopio de los agregados, el Constructor deberá suministrar, para verificación del Interventor, muestras de ellos y del producto bituminoso por emplear y de los eventuales aditivos, avaladas por los resultados de los ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el tratamiento o mezcla. Una vez el Interventor efectúe las comprobaciones que considere convenientes y dé su aprobación a los ingredientes, el Constructor definirá una "fórmula de trabajo" que obligatoriamente deberá cumplir las exigencias establecidas en la especificación correspondiente. En dicha fórmula se consignarán el tipo y las características del ligante asfáltico; la granulometría de cada uno de los agregados pétreos y las proporciones en que ellos deben ser mezclados, junto con el llenante mineral, para obtener la gradación aprobada, así como la granulometría de los agregados combinados.

En el caso de mezclas y lechadas asfálticas se deberán indicar, además, el porcentaje de ligante bituminoso en relación con la masa de la mezcla o de los agregados secos, y los porcentajes de aditivos, respecto de la masa del ligante asfáltico, cuando su incorporación resulte necesaria. Si la mezcla es en frío y requiere la incorporación de agua, se deberá indicar la proporción de ésta.

En el caso de mezclas en caliente, también se deberán señalar:

- Los tiempos requeridos para la mezcla de agregados en seco y para la mezcla de los agregados con el ligante bituminoso.
- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de los agregados y del ligante. En ningún caso, se introducirán en el mezclador agregados pétreos a una temperatura que sea superior a la del ligante en más de quince grados Celsius (15° C).

- Las temperaturas de mezcla con cemento asfáltico se deberán encontrar dentro del rango correspondiente a una viscosidad del asfalto entre ciento cincuenta y trescientos centistokes (150–300 cSt). Además, en el caso de asfaltos modificados con polímeros, en la temperatura de mezcla se tendrá en cuenta el rango recomendado por el fabricante.
- Las temperaturas máximas y mínimas al salir del mezclador dependerán del tipo de mezcla y de la planta en la cual ésta se elabore. La temperatura máxima de la mezcla al salir del mezclador no será mayor de ciento ochenta grados Celsius (180° C) en las plantas discontinuas, ni mayor de ciento sesenta y cinco grados Celsius (165° C) en las de tambor secador–mezclador. Esta temperatura podrá ser incrementada en diez grados Celsius (10° C) en el caso de las mezclas de alto módulo.
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga desde los elementos de transporte.
- Las temperaturas mínimas aceptables de la mezcla al inicio y a la terminación de la compactación.

Cuando se trate del diseño de una mezcla reciclada en caliente, la fórmula deberá señalar también:

- Proporciones en que se deben mezclar los materiales recuperados del pavimento y el agregado nuevo, así como la granulometría resultante de su mezcla, determinada por los tamices correspondientes a la franja granulométrica aprobada.
- Tipo y porcentaje de ligante bituminoso nuevo, en relación con la masa de la mezcla.
- Porcentaje requerido de agente rejuvenecedor, en relación con la masa del asfalto envejecido.
- Porcentaje requerido de aditivo mejorador de adherencia, en relación con la masa del ligante bituminoso nuevo.
- Las temperaturas máximas y mínimas de calentamiento previo de los agregados, del pavimento recuperado, del asfalto nuevo y del agente

rejuvenecedor. En ningún caso se podrá calentar el material por reciclar a una temperatura superior a la del ligante bituminoso de adición.

La mezcla diseñada con la fórmula de trabajo deberá ser verificada respecto de su sensibilidad ante la acción del agua.

Para algunas mezclas destinadas a capa de rodadura e intermedias se deberá verificar, también, su resistencia al ahuellamiento, con los ensayos y valores límites indicados en los Artículos correspondientes del Capítulo 4 de estas especificaciones. Esta verificación también se realizará a las mezclas de alto módulo.

Cuando se trate de tratamientos superficiales, el Constructor deberá informar al Interventor las dosificaciones de ligante asfáltico y de agregados pétreos para los distintos riegos, incluyendo la posible incorporación de aditivos.

Si se trata de lechadas asfálticas, tratamientos superficiales y mezclas en frío y en caliente destinadas a capa de rodadura, la respectiva fórmula de trabajo deberá asegurar el cumplimiento de las características de macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento de la obra terminada, según lo establecido en cada uno de los Artículos correspondientes a dichas partidas de trabajo.

La fabricación de las mezclas asfálticas y la puesta en obra de ellas y de los tratamientos superficiales y lechadas asfálticas no se podrá iniciar hasta contar con la aprobación de la correspondiente fórmula de trabajo por parte del Interventor. La aprobación definitiva de la fórmula de trabajo por parte del Interventor no exime al Constructor de su plena responsabilidad de alcanzar, con base en ella, la calidad exigida por la respectiva especificación. La fórmula aprobada sólo se podrá modificar durante la ejecución de los trabajos, si las circunstancias lo aconsejan y previo el visto bueno del Interventor.

400.4.3 Fase de experimentación en mezclas nuevas o recicladas, tratamientos y lechadas asfálticas

Antes de iniciar los trabajos, el Constructor emprenderá una fase de experimentación para verificar el estado de los equipos y determinar, en secciones de ensayo de ancho y longitud definidas en acuerdo con el Interventor, los métodos definitivos de preparación, transporte,

colocación, compactación y eventual curado de la mezcla, lechada o tratamiento, así como las tasas de aplicación en obra, de manera que se cumplan los requisitos de la respectiva especificación. En el caso de la construcción de lechadas asfálticas, el proceso no incluirá la etapa de compactación.

El Interventor tomará muestras del tratamiento, lechada o mezcla, para determinar su conformidad con las condiciones especificadas que correspondan en cuanto a granulometría, dosificación, densidad y demás requisitos.

En caso de que el trabajo elaborado no se ajuste a dichas condiciones, el Constructor deberá efectuar inmediatamente las correcciones requeridas en los equipos y sistemas o, si llega a ser necesario, en la fórmula de trabajo, repitiendo las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

El Interventor determinará si es aceptable la ejecución de los tramos de prueba como parte integrante de la obra en construcción.

En el caso de mezclas nuevas o recicladas, el Interventor establecerá, durante la fase de experimentación, correlaciones entre los métodos corrientes de control de la dosificación del ligante y de la densidad en el terreno y otros métodos rápidos de control.

En el caso de tratamientos superficiales, lechadas asfálticas y mezclas en frío, se definirán en esta fase sus tiempos de rotura y curado, con el fin de que se puedan tomar las previsiones necesarias en el control del tránsito público.

400.4.4 Muestreo y ensayos

El Constructor deberá tomar todas las muestras que exigen estas especificaciones, para verificar su conformidad con los requisitos impuestos en ellas; así mismo, deberá permitir al Interventor la toma de todas las muestras que le corresponda.

Siempre que los ensayos den resultados no satisfactorios, el Constructor será el responsable de las consecuencias que se deriven de ello, y todas las correcciones o reparaciones a que haya lugar correrán a su exclusivo costo.

400.4.5 Transporte de materiales

En aquellos casos en que, a juicio del Interventor, el transporte de materiales pueda perjudicar la obra en ejecución, el Constructor deberá construir los desvíos necesarios. La construcción de estos desvíos no tendrá pago por separado y su costo debe estar incluido como parte del suministro de materiales en los precios unitarios de los ítems correspondientes.

400.4.6 Desvíos

Los desvíos que sea necesario construir durante la ejecución de las obras deberán permitir la circulación de los equipos al servicio de la obra y el tránsito público en forma segura y sin inconvenientes. Cuando a juicio del Interventor su construcción no resulte práctica, podrá autorizar las operaciones constructivas por medias calzadas.

En todos los casos, el Constructor está obligado a colocar y mantener el personal y las señales necesarias para guiar el tránsito, de conformidad con lo que establece el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte. En caso de que no se cumplan estas condiciones, el Interventor prohibirá la ejecución de trabajos en las zonas afectadas.

400.4.7 Manejo ambiental

Todas las labores referentes a las actividades que son objeto de los Artículos del Capítulo 4 de estas Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras se deberán realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

Estas actividades implican el manejo de ligantes asfálticos, agregados pétreos y los tratamientos o mezclas elaboradas con ellos. En adición a los aspectos generales mencionados en el Artículo 106, se describen a continuación algunos de los cuidados relevantes en relación con la protección ambiental, sin perjuicio de los que exijan los documentos de cada proyecto particular o la legislación ambiental vigente.

En caso de contradicciones con lo indicado en el presente numeral prevalecerán, en su orden, la legislación ambiental y lo indicado en los documentos del proyecto.

400.4.7.1 Ligante

- Sus depósitos se deberán localizar en lugares apartados de cursos o láminas de agua.
- Alrededor de los depósitos se deberán construir diques de contención para evitar la propagación de derrames accidentales.
- Los residuos de los carrotanques no podrán ser vertidos en la zona de derecho de vía, en estructuras de drenaje o en cauces o láminas de agua.
- En caso de vertimiento accidental del asfalto empleado en la ejecución de algún riego, dicho material deberá ser recogido, incluyendo el suelo contaminado, y dispuestos en sitios de vertimiento construidos para tal fin y aprobados ambientalmente.
- Se deberá evitar el sobrecalentamiento del producto en las plantas de mezcla en caliente.
- Los obreros que laboren en el transporte y disposición del asfalto deberán ser dotados de los equipos apropiados de seguridad industrial.

400.4.7.2 Explotación y procesamiento de agregados pétreos

- No se permitirá la explotación de fuentes de materiales en áreas de preservación ambiental.
- Se preferirá la extracción de fuentes explotadas para el abastecimiento de obras anteriores, siempre que la calidad de sus materiales sea adecuada.
- Se deberá planear adecuadamente la explotación de la fuente, de manera de minimizar los impactos resultantes del proceso y facilitar la recuperación ambiental al término de la explotación.
- Si los agregados se obtienen de fuentes comerciales, el Interventor sólo aceptará su uso después de que el

Constructor le haga entrega de una copia auténtica de la respectiva licencia ambiental de operación.

- Antes de iniciar la explotación de las fuentes, el Constructor presentará al Interventor, para su evaluación y eventual aprobación, un plan de explotación.
- No está permitida la quema como forma de desmonte del área por explotar.
- Se deberá retirar cuidadosamente la capa vegetal de las zonas de explotación y mantenerla en buenas condiciones, para recuperarlas al término de la explotación.
- Se deberán limitar al mínimo el desmonte, la limpieza y el descapote durante la construcción de las instalaciones de trituración y clasificación y la planta asfáltica.
- Si se deben interceptar drenajes naturales, ellos deberán ser adecuadamente canalizados.
- La planta de trituración deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.
- Siempre que se requiera lavado durante el proceso de producción de agregados, los residuos que genera esta operación deberán ser conducidos a piscinas de sedimentación.
- Tanto en las plantas de trituración como en las asfálticas, se deberá realizar un seguimiento permanente al componente atmosférico durante su operación.
- El manejo de explosivos deberá ser realizado por un experto.
- Los niveles de ruido y polvo causados por los procesos de explotación y procesamiento de los agregados deberán ser mantenidos dentro de los límites admitidos por las disposiciones oficiales vigentes.

- Se deberá procurar que las instalaciones de trituración y la planta asfáltica queden ubicadas en el mismo lote. Dichas instalaciones no se podrán situar en sitios ecológicamente sensibles, áreas con presencia de especies bióticas protegidas o en peligro de extinción, lugares con nivel freático cercano a la superficie o zonas con riesgo alto de inestabilidad geotécnica. El área deberá ser aislada con malla o lonas para reducir la dispersión de materiales.
- El vertimiento de cualquier desperdicio sólido a cauces o láminas de agua está prohibido.
- El horario nocturno de trabajo deberá ser limitado para no alterar la tranquilidad de la zona, en particular si las instalaciones están ubicadas cerca de zonas habitadas. Esta exigencia es también válida para la planta asfáltica y los trabajos mismos de construcción en la vía.
- Junto a las instalaciones de trituración se deberán construir piscinas de sedimentación para la retención del polvo mineral que se pueda producir en exceso.
- Al concluir la fase de explotación de las fuentes, el Constructor deberá readecuar los relieves del área, dejando los taludes con inclinaciones similares a las del entorno y con sus bordes superiores redondeados y realizará la recuperación del sistema de drenaje del lugar.
- Al desocupar las áreas de explotación y procesamiento, el Constructor deberá retirar todos los vestigios de ocupación del lugar, tales como estructuras, pisos, caminos internos, estacionamientos, escombros, etc. Así mismo, deberá descompactar los suelos y restaurar la vegetación y el paisaje.

400.4.7.3 Plantas de mezcla en general

- Ninguna planta de mezcla se podrá instalar a menos de doscientos metros (200 m), medidos desde el mezclador, de residencias, clínicas, colegios, y otras construcciones comunitarias.

- Las plantas productoras de mezcla asfáltica deberán cumplir con lo establecido en la reglamentación vigente sobre protección y control de calidad del aire y para su funcionamiento en la obra se deberá presentar al Instituto Nacional de Vías la correspondiente autorización, expedida por la entidad nacional o regional encargada de otorgar tales permisos.
- Las plantas no se podrán operar sin las licencias requeridas y, durante el desarrollo de los trabajos, se deberán mantener en condiciones de operación dentro de lo prescrito en dichas licencias y en estas especificaciones.
- La planta deberá contar con un sistema apropiado de control de polución de aire, conforme con los patrones establecidos en la legislación vigente.
- Los sitios de acopio de los agregados fríos deberán disponer de cobertura y de protecciones laterales para evitar la generación de emisiones fugitivas durante las operaciones de carga y descarga.
- La banda transportadora de los agregados fríos deberá ser protegida contra la acción del viento.
- Se deberán implementar procedimientos que permitan que la alimentación al mezclador (mezclas en frío) o al secador (mezclas en caliente) se realice sin emisiones visibles a la atmósfera.
- Se deberán mantener limpias las vías internas de acceso a la planta.
- Se deberán mantener en buenas condiciones todos los equipos de proceso y de control.
- Las instalaciones deberán contar con una señalización adecuada para el tránsito que circule dentro de ellas.

400.4.7.4 Plantas de mezcla en caliente

- Se deberán operar con un combustible ambientalmente autorizado.
- Se deberá mantener la presión negativa en el tambor secador cuando la planta esté en operación, para evitar emisiones de partículas a la entrada y a la salida de ésta.
- En las plantas discontinuas, se deberán dotar al sistema de clasificación en caliente y al mezclador, de sistemas de escape hacia los dispositivos de control de polución de aire, para evitar la emisión de vapores y partículas a la atmósfera.
- Los silos de almacenamiento del llenante mineral deberán disponer de un sistema propio de filtración en seco.
- Se deberán adoptar procedimientos operacionales que eviten la emisión de partículas provenientes de los sistemas de limpieza de los filtros de mangas y de reciclado del polvo mineral.

400.4.7.5 Transporte de agregados y mezclas

- El Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio de Transporte y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Cuando viajen cargados, los vehículos deberán tener un cobertor adecuado, debidamente asegurado, que impida el vertido de la carga sobre las vías por las que circulan.
- Antes de entrar a vías pavimentadas, se deberán limpiar cuidadosamente las llantas de los vehículos. Los materiales resultantes de dicha limpieza no podrán ser arrojados a la zona de derecho de vía, ni a cursos de agua, ni a estructuras de drenaje superficial.

400.4.7.6 Transporte de materiales contaminantes o peligrosos

- Los materiales tales como combustibles, lubricantes, explosivos, asfaltos, aguas servidas no tratadas, desechos y basuras se deberán transportar y almacenar adoptando las medidas necesarias para evitar derrames, pérdidas o daños por lluvias, hurtos o incendios.
- El Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio de Transporte y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

400.4.7.7 Ejecución de riegos

- Se deberá vigilar la viscosidad del ligante, para impedir que el riego fluya hacia las cunetas y zonas ajenas a la superficie por tratar.
- Los tratamientos superficiales terminados deberán ser barridos adecuadamente para eliminar partículas sueltas, las cuales pueden ser proyectadas peligrosamente por las llantas hacia otros vehículos o hacia las zonas aledañas a la vía.
- Tanto cuando se construyan riegos como capas de mezcla, las operaciones de limpieza inherentes a cada actividad sólo se podrán efectuar con escobas o sopladores mecánicos, cuando ello esté permitido por la autoridad ambiental competente.

400.4.7.8 Extensión y compactación de mezclas

- Se deberán implementar medidas de seguridad industrial para proteger al personal durante las operaciones de extensión y compactación de mezclas en caliente.
- Se deberá implementar un plan de control del tránsito, si las operaciones se desarrollan con la vía abierta al tránsito público.
- No se permitirá la disposición de residuos en las zonas aledañas a la superficie pavimentada.

400.4.7.9 Fresado de pavimentos asfálticos

- Se deberá implementar un plan para el control y ordenamiento del tránsito automotor durante el desarrollo de los trabajos.
- La superficie fresada deberá ser cubierta a la mayor brevedad, para corregir el impacto por generación de ruido.
- Los materiales fresados deberán ser transportados hasta vertederos que tengan debida licencia para su funcionamiento, donde serán depositados atendiendo las indicaciones de los documentos técnicos y ambientales del proyecto, y las instrucciones del Interventor.
- Se deberá evitar la contaminación del material fresado con suelos u otros materiales extraños.
- La operación de barrido de la superficie fresada no podrá causar molestias por producción de polvo, a las personas y bienes vecinos a la vía.

400.4.7.10 Reciclado de pavimentos asfálticos

- Se deberá implementar un plan de control y ordenamiento del tránsito automotor durante el desarrollo de los trabajos de reciclado en el lugar.
- Los materiales que resulten descartados del proceso deberán ser conducidos a vertederos apropiados.
- Si en el proceso de reciclado en el lugar se incorporan estabilizantes en polvo, se deberán tomar medidas para evitar las molestias que pueda causar su dispersión por la acción del viento.
- Para los reciclados en planta en caliente resultan aplicables los cuidados indicados en el numeral 400.4.7.4.

400.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

400.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad correspondientes a la partida de trabajo respectiva.
- Verificar el acatamiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y medio ambiente.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado de la fase de experimentación, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de los tratamientos y mezclas asfálticas.
- Ejecutar ensayos de control de mezcla, de densidad de las probetas y de las mezclas de referencia, de densidad de la mezcla asfáltica compactada in situ, de extracción de asfalto y granulometría; así como controlar las temperaturas de mezclado, descarga, extendido y compactación de las mezclas (los requisitos de temperatura son aplicables sólo a las mezclas elaboradas en caliente).
- Efectuar ensayos de control de mezcla, tasa de aplicación, extracción de asfalto y granulometría en lechadas asfálticas.
- Ejecutar ensayos para verificar las dosificaciones de agregados y ligante en tratamientos superficiales, así como la granulometría de aquellos.
- Efectuar ensayos para verificar las dosificaciones del ligante en riegos de liga y curado e imprimaciones.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y de las mezclas o lechadas asfálticas, durante el período de ejecución de las obras.

- Efectuar pruebas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- Realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir la textura superficial y la resistencia al deslizamiento y comprobar la uniformidad de la superficie, siempre que ello corresponda.

El Interventor evaluará las fórmulas de trabajo presentadas por el Constructor y las aprobará cuando corresponda.

La toma de muestras para la ejecución de los diferentes ensayos de control, se adelantará de acuerdo con las siguientes normas de ensayo INV: E-201 para agregados pétreos y llenantes minerales, E-701 para materiales bituminosos y E-731 para mezclas asfálticas.

El Constructor rellenará con mezcla asfáltica, de la misma calidad de la extraída, y sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, todos los orificios realizados con el fin de medir densidades en el terreno y compactará el material de manera que su densidad cumpla con los requisitos indicados en la respectiva especificación.

También cubrirá, sin costo para el Instituto Nacional de Vías, las áreas en las que el Interventor efectúe verificaciones de la dosificación de riegos de imprimación, liga y curado, tratamientos superficiales y lechadas asfálticas.

400.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Tanto las condiciones específicas de recibo como las tolerancias para las obras ejecutadas, se indican en los Artículos correspondientes a las respectivas partidas de trabajo. Todos los ensayos y mediciones requeridos para el recibo de los trabajos especificados, estarán a cargo del Interventor (opción 1 del numeral 107.2.2, Artículo 107), salvo que el Pliego de Condiciones del contrato establezca otra cosa (opciones 2 o 3 del citado numeral).

Para los fines de determinar la conformidad con estas especificaciones, un valor calculado u observado se deberá redondear “a la unidad más cercana” en el último dígito de la derecha usado para expresar el límite de

la especificación, en acuerdo con el método del redondeo de la norma INV E-823.

Aquellas áreas donde los defectos de calidad y las irregularidades excedan las tolerancias, deberán ser corregidas por el Constructor, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a satisfacción de éste, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

400.6 MEDIDA

400.6.1 Ejecución de riegos de imprimación y liga, tratamientos superficiales, sellos de arena- asfalto y lechadas asfálticas.

La unidad de medida será el metro cuadrado (m^2), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido por la especificación respectiva. El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho especificado en los planos u ordenado por el Interventor. No se medirá ningún área por fuera de tales límites.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No habrá lugar a medida, para efecto de pago separado, del riego de curado que se aplique sobre una capa tratada con un conglomerante hidráulico, con el fin de brindar impermeabilidad a toda su superficie.

400.6.2 Ejecución de mezclas en frío y en caliente y reciclado de pavimentos

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3) aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla elaborada, suministrada y compactada en obra a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido en la especificación respectiva.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho y espesor especificados en los planos u ordenados por el Interventor. No se medirá ningún volumen por fuera de tales límites.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

400.6.3 Ejecución de bacheos con mezcla asfáltica

La unidad de medida será el metro cúbico (m³) aproximado al décimo de metro cúbico, de bacheo con mezcla asfáltica ejecutado a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido en la especificación respectiva.

El volumen se determinará multiplicando la superficie en donde el Interventor haya autorizado el trabajo, por el espesor compacto promedio en que se haya colocado la mezcla, de acuerdo con la especificación respectiva. No se medirá ningún volumen por fuera de tales límites.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

400.7 FORMA DE PAGO

400.7.1 Aspectos generales

Los siguientes aspectos generales aplican para todos los ítems de pago correspondientes a los diferentes Artículos del Capítulo 4 y, por lo tanto, forman parte conjunta con los numerales 400.7.2, 400.7.3 y 400.7.4, el que corresponda en cada caso particular.

En los casos en que el trabajo incluya el empleo de agregados pétreos vírgenes, el precio unitario deberá cubrir todos los costos de su adquisición, obtención de todos los permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; la obtención de licencias ambientales, las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos relacionados con la explotación, selección, trituración, eventual lavado, suministro de los materiales pétreos y llenante mineral, desperdicios, cargues, transportes, descargues, clasificación, colocación, mezcla, extensión y compactación de los materiales utilizados, en los casos en que ello corresponda.

También, deberá incluir los costos de adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales al terminar su explotación y demás requisitos establecidos en el Artículo 106 “Aspectos Ambientales” de las presentes especificaciones y en la normativa ambiental vigente; así como los costos de la definición de la

fórmula de trabajo cuando se requiera; los de la fase de experimentación; los costos de los desvíos que fuese necesario construir con motivo de la ejecución de las obras; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento de todo tipo de tránsito durante la ejecución de los trabajos y el período posterior en que se deba impedir o controlar, de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

En relación con los explosivos, el Constructor deberá considerar dentro del respectivo precio unitario todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control hasta el sitio e instante de utilización.

Los agregados empleados para el reciclado de pavimentos en frío o en caliente que provengan del fresado o de la recuperación de capas de pavimentos de carreteras a cargo del Instituto Nacional de Vías son de propiedad de éste y, por lo tanto, su suministro para la elaboración de mezclas recicladas no será objeto de pago alguno al Constructor.

En todos los casos, el precio unitario deberá incluir el barrido y soplado de la superficie existente; la preparación de la superficie existente se considera incluida en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por este concepto, a no ser que dicho ítem no haga parte del mismo contrato, caso en el cual el Constructor deberá considerar el costo de la preparación de la superficie existente dentro del ítem objeto del pago.

400.7.2 Ejecución de riegos de imprimación y liga, tratamientos superficiales, sellos de arena-asfalto y lechadas asfálticas.

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado (m²), para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

En el caso de riegos de liga que se deban colocar sobre una capa cubierta por un riego de curado, el precio unitario del riego de liga deberá incluir el costo de todas las operaciones necesarias para la eliminación del riego de curado.

En todos los casos, el precio unitario deberá incluir el suministro en el sitio, almacenamiento, desperdicios y aplicación de los materiales bituminosos, modificadores, agua y aditivos mejoradores de adherencia y de control de rotura que se requieran; la protección de todos los elementos aledaños a la zona de los trabajos y que sean susceptibles de

ser manchados por los riegos de asfalto, así como toda labor, mano de obra, equipo o material necesarios para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

En el caso de las lechadas asfálticas, el precio unitario deberá incluir la elaboración de la mezcla en el equipo de fabricación y extensión.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

Se exceptúa el costo de suministro, almacenamiento, desperdicios y aplicación de materiales bituminosos en las paredes de la excavación y la superficie sobre la que ha de colocarse mezcla asfáltica en operaciones de bacheo, el cual se deberá incluir dentro del precio unitario de dicha mezcla.

400.7.3 Ejecución de mezclas en frío y en caliente y bacheos con mezcla asfáltica

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico (m³), para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir todos los costos de la elaboración, colocación, nivelación y compactación de las mezclas elaboradas.

En el caso de mezclas en frío, el precio unitario deberá incluir, también, los costos de extracción, bombeo, transporte, suministro y aplicación del agua requerida, así como el curado de las mezclas compactadas.

El precio unitario también deberá incluir el suministro y aplicación del asfalto para la pintura de adherencia en las juntas del pavimento y en las caras verticales y la superficie sobre la cual se colocará mezcla asfáltica durante el relleno de las excavaciones para reparación del pavimento existente (bacheo) y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de la capa respectiva, así como los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

En las mezclas asfálticas que se elaboren en caliente, salvo las contempladas en el Artículo 451, el precio unitario deberá incluir, también, los costos por el registro fotográfico infrarrojo para establecer las temperaturas de colocación y compactación de las mezclas en obra.

Se excluyen del precio unitario el suministro y el almacenamiento del producto asfáltico para la mezcla, los cuales se pagarán de acuerdo con la especificación referente a dicho producto. En caso de que se requieran aditivos mejoradores de adherencia, su costo deberá estar incluido dentro del precio unitario de la mezcla.

Las excavaciones para la reparación de un pavimento asfáltico existente se pagarán de acuerdo con el Artículo 465 de las presentes especificaciones, excepto las que queden taxativamente cubiertas por el Artículo 460.

400.7.4 Ejecución de reciclado de pavimentos asfálticos

El pago se hará al precio unitario del contrato, por metro cúbico (m³), por toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

En los casos en que el trabajo requiera la incorporación de agregados pétreos nuevos, el precio unitario deberá incluir todos los costos de suministro, de acuerdo con el numeral 400.7.1.

En el caso de reciclado de pavimentos en frío, el precio unitario deberá incluir todos los costos por concepto de cortar y disgregar las capas asfálticas y granulares. También, deberá incluir todos los costos de la extracción, bombeo, transporte, suministro, aplicación y mezcla del agua requerida, según se haya definido en la fórmula de trabajo, o la eventual aireación de la mezcla preparada; así como los del suministro e incorporación de los mejoradores de adherencia y de los controladores de rotura de la emulsión asfáltica; los de la aplicación y mezcla del agente de reciclado y de los demás elementos de aporte, incluyendo el calentamiento del cemento asfáltico en el caso de reciclados del tipo asfalto espumado; la extensión de la mezcla elaborada, su nivelación, compactación y perfilado y el suministro y aplicación de la emulsión y arena requeridas para los riegos de curado y su barrido; el retiro y disposición final de sobretamaños y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del reciclado en frío del pavimento.

Se excluyen del precio unitario del reciclado de pavimentos en frío en el lugar, los costos referentes a la demolición parcial y posterior reconstrucción de las estructuras de servicios públicos que requieran este tratamiento, según lo indicado en el numeral 461.4.4 del Artículo 461. La

ejecución de estos trabajos se pagará de acuerdo con la especificación particular respectiva.

En el caso de reciclado de pavimentos en planta y en caliente, el precio unitario deberá incluir los costos de acopio, tratamiento y caracterización de los materiales fresados por reciclar; los de fabricación de la mezcla reciclada en caliente; los de almacenamientos eventuales de la mezcla elaborada y los de su transporte, descarga, extensión, nivelación y compactación en obra, así como los que implique el registro fotográfico infrarrojo para dejar constancia de las temperaturas de colocación y compactación de la mezcla.

El precio unitario del reciclado de pavimentos en planta y en caliente deberá incluir, también, todos los costos de suministro e incorporación en la mezcla del llenante mineral y de los mejoradores de adherencia que se requieran de acuerdo con lo que establezca la fórmula de trabajo y los de incorporación del cemento asfáltico nuevo y de los agentes rejuvenecedores de reciclado que sean necesarios para recuperar las propiedades del asfalto incluido en la mezcla disgregada; así como los correspondientes a cargues, almacenamiento, transportes, descargues, desperdicios, extensión y compactación de la mezcla reciclada; y el suministro y aplicación del asfalto para la pintura de adherencia en las juntas del pavimento y en las caras verticales y la superficie sobre la cual se colocará mezcla asfáltica reciclada en caliente durante el relleno de las excavaciones para reparación del pavimento existente (bacheo) y, en general, todo costo relacionado con la correcta y completa ejecución del trabajo especificado en el Artículo 462.

Se excluyen del precio unitario del reciclado de pavimentos asfálticos en planta y en caliente todos los costos por concepto de disgregar las capas asfálticas en el espesor indicado en los documentos del proyecto u ordenado por el Interventor, así como su cargue, transporte y disposición en los sitios de acopio aprobados, los cuales se pagarán con cargo al Artículo 460, “Fresado de Pavimentos Asfálticos”.

Formarán parte del precio unitario, tanto de los reciclados en frío como en caliente, los costos de la definición de la fórmula de trabajo, los de la fase de experimentación y los de la adecuación paisajística de las fuentes que se hayan explotado para la obtención de los agregados nuevos, de manera de recuperar las características hidrológicas superficiales al terminar su explotación y demás requisitos establecidos en el Artículo 106 “Aspectos Ambientales” de las presentes especificaciones y en la

normativa ambiental vigente; también, todos los costos relacionados con la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos y el período adicional que fije el Interventor; los costos de los desvíos que fuese necesario construir con motivo de la ejecución de las obras; así como los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

En los reciclados con productos bituminosos, se excluye del precio unitario el suministro del cemento asfáltico o la emulsión asfáltica, el cual se pagará de acuerdo con lo que establecen los Artículos 410 y 411, respectivamente. También, se excluyen el costo del suministro de los elementos de aporte (puzolanas) citados en el numeral 461.2.3 del Artículo 461 para el reciclado en frío y el del rejuvenecedor del asfalto para el reciclado de mezclas en caliente, cuando éste se requiera, los cuales se pagarán de acuerdo con las especificaciones particulares respectivas.

En los reciclados que empleen ligantes hidráulicos, se excluye del precio unitario el suministro del agente de reciclado, el cual se pagará de acuerdo con lo que establezca la especificación particular que corresponda.

Las excavaciones requeridas para la reparación del pavimento existente, se pagarán de acuerdo con el Artículo 465 de las presentes especificaciones, salvo lo previsto en el numeral 465.1 de dicho Artículo.