



## Mezclas asfálticas recicladas con emulsión (MARE)

### 12-80.01. Definición y alcance

Se entiende por Mezclas asfálticas recicladas con emulsión (MARE) al proceso mediante el cual un pavimento asfáltico existente sobre una calzada vial es desintegrado o triturado en sitio por medio de equipos de fresado y el material producto de esta trituración es posteriormente mezclado con emulsión asfáltica, con la finalidad de producir una mezcla adecuada para ser utilizada como una nueva base de un pavimento asfáltico.

### MATERIALES Y MEZCLA

12-80.05. Agregado: el agregado en una mezcla reciclada con emulsión es el material proveniente del proceso de desintegración o trituración del pavimento asfáltico mediante el empleo de una máquina de fresado en frío o de una recuperadora de caminos, este material se denomina "Mezcla Asfáltica Recuperada MAR". El MAR generalmente presenta una alta variabilidad en su granulometría, como consecuencia del tipo de mezcla a reciclar, agregados que conforma la mezcla triturada, método de recuperación empleado, etc., pero debe cumplir con las propiedades siguientes:

- el producto de multiplicar el Índice de Plasticidad (IP) del material recuperado por su porcentaje pasante el tamiz # 200, debe ser menor de 72.
- El Equivalente de Arena del material recuperado debe ser igual o mayor del 30%.
- La distribución granulométrica del material recuperado debe estar dentro de los siguientes límites:

Tamiz	38.1 mm (1.5")	25.4 mm (1")	4.75 mm (#4)	2.36 mm (# 8)	0.30 mm (# 50)	0.075 mm (#200)
% pasante	100	80/100	25/85	10-65	5-25	3/15

En el caso de que el material recuperado (MAR) no satisfaga los requisitos de la tabla anterior, puede ser mezclado con agregados vírgenes, en forma que la combinación resultante resulte dentro de dichos límites.

12-80.06 Material asfáltico: el material asfáltico a ser empleado debe ser una emulsión asfáltica de rotura lenta o media. También puede emplearse una emulsión del tipo super estable. Las emulsiones empleadas serán del tipo aniónico o catiónico, de acuerdo a lo indicado en el diseño de la mezcla recuperada.

### 12-80.07 Calidad del material asfáltico

Cada despacho de material asfáltico debe estar acompañado de su correspondiente certificado de calidad, expedido por la empresa suplidora de este



material, en el cual se indiquen los resultados de los ensayos exigidos en la Especificación COVENIN 12-0.08 (Materiales asfálticos). A cada despacho de material recibido se le debe tomar una muestra, la cual debe ser guardada en el laboratorio de obra, para el caso eventual en que sea requerida la ejecución de ensayos especiales, en un laboratorio debidamente autorizado por el Ente Contratante.

12-80.08 Agua: el agua debe ser potable y debe evaluarse en laboratorio la compatibilidad agua-emulsión.

#### 12-80-09. Combinación de diseño

Las proporciones de los materiales en la mezcla deben ser determinados en laboratorio mediante un procedimiento de diseño reconocido. Deben evaluarse diferentes tipos de emulsión y MAR para determinar la mejor combinación para la obra. En caso de que se requiera la incorporación de un agregado virgen para mejorar la estructura granulométrica de la combinación, su participación debe ser evaluada en el diseño de la mezcla.

#### 12-80-14 Mezcla asfáltica reciclada

La mezcla asfáltica debe ser diseñada siguiendo el procedimiento descrito en el Método Marshall Modificado.

La mezcla debe cumplir con los siguientes requisitos:

- ? Estabilidad Marshall a 22°C: > 700 lbs
- ? Porcentaje de pérdida de estabilidad luego de saturación e inmersión: < 25%
- ? Cobertura del agregado > 75%

## **EQUIPOS**

12-80.20 El equipo mínimo para la construcción debe estar constituido por:

#### (a) Opción I: Proceso sobre la vía

- ? Máquina recicladora capaz de cortar, mezclar y extender la mezcla en una sola pasada sobre la vía
- ? Motoniveladora
- ? Compactadora de Ruedas Neumáticas (Autopropulsada)
- ? Compactadora Vibratoria de Rodillo Liso
- ? Compactadora vibratoria de tambor con pisonos (*tipo pata de cabra, opcional*)
- ? Camión cisterna para agua
- ? Camión cisterna para emulsión
- ? Equipo menor de extendido
- ? Camiones volteo u otro equipo adecuado para el transporte de la mezcla
- ? Equipo de laboratorio

- (b) Opción II: Proceso en planta estacionaria o mezcladora sobre la vía
- ? Máquina fresadora
  - ? Planta mezcladora dotada de tolvas y alimentadores en frío (una para el MAR y otra para cada agregado virgen, en el caso de que éstos sean empleados), tanques de almacenamiento de emulsión, correas transportadoras, cámara de mezclado y cámara de almacenamiento temporal y descarga de la mezcla
  - ? También puede emplearse un equipo mezclador sobre la vía
  - ? Extendedora de asfalto (finisher)
  - ? Compactadora de Ruedas Neumáticas (Autopropulsada)
  - ? Compactadora Vibratoria de Rodillo Liso
  - ? Compactadora vibratoria de tambor con pisones (*tipo pata de cabra*), *opcional*
  - ? Camión cisterna para agua
  - ? Camión cisterna para emulsión (*en caso de mezclado sobre la vía*)
  - ? Equipo menor de extendido
  - ? Camiones volteo u otro equipo adecuado para el transporte de la mezcla
  - ? Equipo de laboratorio

El equipo debe estar en buenas condiciones mecánicas y satisfacer los requisitos establecidos en la Especificación General 12-0. Los equipos deben ser operados y mantenidos de acuerdo a lo indicado en los manuales del fabricante.

12-80.21 El Ente Contratante podrá exigir, de considerarlo conveniente, la ejecución de pruebas de campo para la aprobación del equipo.

12-80.22 En el sitio de instalación de la obra debe proveerse un local para la instalación del Laboratorio de Control de Calidad, el cual debe ser dotado —por El Contratista— de los equipos necesarios.

12-80.23 La máquina recicladora y/o la Planta Mezcladora, y/o el equipo mezclador sobre la vía deben estar calibradas antes del inicio de los trabajos de pavimentación. Dicha calibración está sujeta a la aprobación del Ingeniero Inspector. Se debe ejercer estricto control sobre el correcto funcionamiento de la máquina recicladora y/o la Planta Mezcladora y/o el equipo mezclador sobre la vía. Cualquier falla o defecto que afecte la calidad de la mezcla es razón suficiente para suspender la producción de mezcla, hasta tanto ésta sea corregida. La suspensión de la producción debe hacerla el Ingeniero Inspector, por escrito, justificando la razón de la paralización



12-80.24 Para la construcción de pavimentos de mezclas recicladas debe disponerse en obra de la cantidad de máquinas pavimentadoras, compactadoras, equipos complementarios y accesorios que permita la colocación y compactación de la mezcla asfáltica reciclada sin demoras perjudiciales para la calidad de la obra.

12-80.25 La máquina recicladora y/o la Planta Mezcladora y/o el equipo mezclador sobre la vía, los equipos de extendido y compactación, los camiones o equipos de transporte de mezcla, así como sus accesorios y equipos complementarios, deberán cumplir con todas las Normas de Protección Ambiental y Seguridad Industrial que sean aplicables.

## **PERSONAL**

### 12-80.35. Personal

El personal que se emplee para la construcción de pavimentos de mezcla asfáltica reciclada con emulsión (MARE) debe ser suficiente y debe estar debidamente calificado para ejecutar el trabajo requerido, en un todo de acuerdo con lo establecido en esta especificación y en el Programa de Obra que apruebe el Ente Contratante.

## **PROCEDIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN**

12.80-40 El Ingeniero Inspector debe autorizar, por escrito, el inicio de los trabajos de construcción de pavimentos de MARE luego de constatar que han sido satisfechos todos los requisitos establecidos en esta Especificación, en la Especificación General (12-0) y en el Contrato de Obra y sus Especificaciones particulares, si las hubiere.

12-80.41 El reciclado de mezcla asfáltica con emulsión (MARE) involucra los siguientes procesos:

- ? desintegración (trituration) y reducción del tamaño máximo, en frío: este proceso se logra mediante el paso de la máquina recicladora (Opción I) o de la máquina de fresado (Opción II)
- ? Dosificación de la emulsión y del agua en sitio: Opción I y Opción II, cuando se emplea equipo mezclador sobre la vía
- ? Mezclado en sitio y extendido de la mezcla preparada mediante la máquina recicladora (Opción I) y Opción II, cuando se emplea equipo mezclador sobre la vía
- ? Conformación de la mezcla mediante motoniveladora (Opción I) y Opción II, cuando se emplea equipo mezclador sobre la vía
- ? Transporte del MAR a la planta de mezclado (Opción II), en el caso de emplear Planta estacionaria
- ? Dosificación del(los) agregado(s), la emulsión y del agua en planta (Opción II), en caso de emplear planta estacionaria



- ? Preparación de la mezcla en planta (Opción II), en caso de emplear planta estacionaria
- ? Transporte de la MARE de la planta al sitio (Opción II), en caso de emplear planta estacionaria
- ? Extendido de la mezcla mediante máquina extendedora (Opción II), en caso de emplear planta estacionaria
- ? Compactación de la mezcla (Opciones I y II).

La compactación debe iniciarse inmediatamente antes –o en el momento– en que la emulsión comienza a romper.

Tiempo de rotura: independientemente del proceso de mezclado, extendido y compactación del MARE debe transcurrir un lapso mínimo de tres (3) semanas desde el momento en que se concluye la compactación y la colocación de cualquiera capa de mezcla asfáltica sobre el MARE. Este lapso de espera es requerido para permitir el proceso de rotura de la emulsión dentro de la mezcla asfáltica reciclada.

### **Compactación y acabado**

12-80.55 Patrón de compactación y densidad de la mezcla en campo

Previo al inicio de los trabajos de campo se debe determinar el Patrón de Compactación a utilizar en obra, a fin de asegurar que la MARE satisfaga los requisitos de densidad que se indican mas adelante. El Patrón de Compactación deberá indicar: (a) tipo de mezcla; (b) el espesor de la capa; (c) características de los equipos de compactación (peso, presión de inflado, vibraciones por minuto y amplitud); (d) el número de pases de cada compactadora y su secuencia de aplicación; (e) velocidad de operación de las compactadoras.

En caso que se produzcan cambios o modificaciones en los parámetros indicados —o cualquier otra variable— que alteren las condiciones de obra, deberá determinarse un nuevo Patrón de Compactación.

12-80.59 Después de compactada la mezcla se debe tomar muestras del pavimento. El promedio de las densidades de las muestras debe ser mayor al 95% de la densidad promedio de laboratorio, para la mezcla compactada con 50 golpes por cara, de acuerdo al Método de Diseño Marshall modificado.

La mezcla empleada para el ensayo de control de densidades debe ser la misma mezcla colocada en el tramo o lote evaluado. Si el promedio de las densidades de las muestras está por debajo del valor mínimo, según sea el caso, se aplicarán los Factores de Pago siguientes:



Densidad promedio en obra, referida a la densidad de laboratorio (%)	Número de muestras con compactación menor al 95%	FACTOR DE PAGO (FPC)
$\geq 95,0$	ninguna	1,00
$\geq 95,0$	Una ó mas	0,98
95,0 — 92,9	Una ó mas	0,90
90,0 — 92,9	Una ó mas	0,80
$< 90$	Una ó mas	0,50 o remoción a criterio del Ente Contratante

12-80.62 El espesor final de la capa se debe comprobar periódicamente. Las muestras tomadas para comprobar el espesor pueden ser utilizadas también para el control de compactación. Los huecos producidos por la toma de muestras, deben ser llenados con MARE y compactados por El Contratista inmediatamente después de ser tomada la muestra. No se reconocerá ninguna compensación por el relleno de los huecos.

12-80.63 La distribución del Agregado y la textura superficial de la capa asfáltica debe ser uniforme en toda la extensión del pavimento terminado, de lo contrario, el Ingeniero Inspector podrá —previa evaluación del sector defectuoso— rechazar el trabajo y exigir su corrección, a expensas de “El Contratista”.

12-80.64 Durante y después de la compactación, la superficie del pavimento —especialmente en las juntas de construcción— se debe probar con una regla de canto recto de tres metros de longitud. La diferencia de la superficie con el borde de la regla, colocada en cualquier dirección, no debe exceder de diez (10) mm. en ningún sitio. Todas las deformaciones que sobrepasen la tolerancia indicada se deben corregir, a expensas de El Contratista, según sea indicado por el Ingeniero Inspector.

## MEDICIÓN

12-80.80 Para la medición de los pavimentos de mezcla asfáltica reciclada con emulsión, se deben considerar las partidas siguientes: (a) **Mezcla asfáltica reciclada**, (b) **emulsión asfáltica** y (c) **transporte de la emulsión**.

12-80.81 **mezcla asfáltica reciclada**: Esta partida se mide por volumen, en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de pavimento satisfactoriamente terminado. El volumen se obtiene multiplicando la longitud efectiva (12-80.82) por el ancho del tramo (12-80.83) y por el espesor promedio (12-80.84) del pavimento colocado.



12-80.82 La longitud efectiva es la longitud del pavimento colocado, medida en metros a lo largo del eje de la vía. A efectos de medición, la vía se divide en tramos de 2 km. de longitud máxima, para cada uno de esos tramos, se aplican las mediciones de ancho (12-80.83) y espesor promedio (12-80.84).

12-80.83 El ancho del tramo es el ancho del pavimento colocado, medido en metros, establecido en los planos, o en su defecto, el fijado por el Ingeniero Inspector.

12-80.84 El espesor promedio es el promedio aritmético de los espesores de pavimento colocado en cada lote, luego de efectuada su compactación. Los espesores de pavimento se determinan mediante uno de los siguientes métodos:

1. Por toma de muestras del pavimento. En este caso, se deben tomar al menos seis (6) muestras de pavimento en cada lote, pudiendo estar incluidas para esa determinación, las muestras tomadas según se especifica en los Parágrafos 12-80.59 y 12-80.62.
2. Por secciones de topografía. En este caso se deben tomar secciones transversales en un tramo de longitud máxima de 2 km. Para cada sección se debe determinar un espesor promedio. El número de las secciones y la distancia entre cada una de ellas, debe ser aprobada por el Ing. Inspector El espesor promedio del pavimento es el promedio aritmético de los espesores colocados en el tramo luego de efectuada la compactación.

Para el cálculo del espesor promedio, los valores individuales de las muestras están sujetas a las siguientes condiciones:

- ? los espesores individuales comprendidos entre el 88% y el 112% del espesor de proyecto se deben considerar en su valor real
- ? los espesores individuales mayores al 112% del espesor de proyecto se deben considerar equivalentes al 100% del espesor de proyecto
- ? los espesores individuales menores al 88% del espesor de proyecto se deben considerar defectuosos. "El Contratante" debe ordenar la corrección o la remoción y reposición del sector con espesor defectuoso, o excluirá todo el sector del cómputo de las cantidades de obra.

#### 12-80.86 Emulsión asfáltica

La emulsión asfáltica utilizada en la mezcla de pavimento de MARE, se debe medir en kilogramos (kg). La cantidad de emulsión asfáltica residual empleada en cada tramo se debe determinar multiplicando el peso de la mezcla asfáltica



colocada en el tramo por el porcentaje de material asfáltico de la mezcla asfáltica, determinado según se indica en el Parágrafo (12-80.87).

12-80.87 El porcentaje de emulsión asfáltica residual se debe determinar mediante el ensayo de extracción por centrifuga, o a través de equipos nucleares o de hornos de ignición. La muestra ensayada debe corresponder a la del tramo que se está midiendo.

12-80.88 Una vez determinado el porcentaje de emulsión asfáltica residual, se determinará la cantidad de Emulsión asfáltica al dividir el porcentaje de emulsión asfáltica residual entre el porcentaje de residuo señalado en el Certificado de Calidad emitido por el suplidor de la emulsión.

#### **12-80.89 Transporte de la emulsión asfáltica**

El transporte de la emulsión asfáltica se medirá en kilogramos (kg) puestos en el sitio de la obra. La cantidad de material transportado se determinará de acuerdo a lo indicado en los parágrafos 12-80.86 a 12-80.88.

### **FORMA DE PAGO**

#### **12-80.90 Mezcla asfáltica reciclada**

Las partidas de mezcla asfáltica reciclada se pagan al precio unitario establecido en el presupuesto, por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de pavimento construido satisfactoriamente, medido según se indica en los Parágrafos 12-80.80 y siguientes.

El precio unitario de la partida para presupuesto correspondiente debe incluir:

- ? El suministro y transporte del agregado virgen empleado para la construcción del pavimento de MARE, en caso de ser requerido.
- ? El suministro, transporte y dosificación del agua requerida en el proceso.
- ? La disgregación (triturado), el mezclado y la compactación de la Mezcla reciclada, sea empleada la Opción I o la Opción II.
- ? Cualquier transporte de materiales vírgenes, mezcla asfáltica recuperada (MAR) y/o mezcla reciclada (MARE) hacia y desde la planta al sitio de disgregación en caso de que se empleen los equipos indicados en la Opción II con planta estacionaria
- ? La ejecución e interpretación de los ensayos de control de calidad.
- ? La provisión de todo el Equipo y Personal necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

**12-80.92 Emulsión asfáltica**

La emulsión asfáltica se debe pagar al precio unitario establecido en el Presupuesto, por kilogramo (Kg.) de emulsión asfáltica utilizada, determinado según se indica en el Parágrafo 12-80.86 a 12-80.88.

El precio unitario de la Partida para de Presupuesto correspondiente debe incluir: el suministro, almacenamiento en obra y dosificación de la emulsión asfáltica, así como la provisión de todo el Equipo y Personal necesario para la correcta ejecución de esta partida.

**12-80.93 Transporte de la emulsión asfáltica**

El transporte de la emulsión asfáltica se debe pagar al precio unitario establecido en el Presupuesto, por kilogramo de emulsión asfáltica utilizada y transportada al sitio de la obra, determinado según se indica en el Parágrafo 12-80.89. El precio unitario de la Partida para de Presupuesto correspondiente debe incluir la provisión de todo el Equipo y Personal necesario para la correcta ejecución de esta partida.

**PARTIDAS PARA PRESUPUESTO**

12-80.99 Las partidas contempladas en esta Especificación son las siguientes:

**C-12-80-001-01**

Pavimento de mezcla asfáltica reciclada en frío, de \_\_\_\_ cm de espesor.

Unidad: metro cúbico (m<sup>3</sup>)

**C-12-80-002.01**

Emulsión asfáltica para mezcla asfáltica reciclada, sin incluir su transporte.

Unidad: kilogramo (kg).

**C-12-80-003-01**

Transporte de emulsión asfáltica para pavimentos de mezcla asfáltica reciclada.

Unidad: kilogramo (kg)