

# DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE COMPACTABILIDAD DE UNA MEZCLA DE CONCRETO ASFÁLTICO

INV E – 807 – 13

## 1 OBJETO

---

- 1.1** Esta norma describe el procedimiento para determinar una propiedad intrínseca de las mezclas asfálticas, denominada índice de compactabilidad.

*Nota 1: El procedimiento descrito en esta norma proviene de un trabajo presentado por Celestino Ruiz y Boris Dorfman en la Decimoquinta Reunión Anual del Asfalto, titulado "Sobre la medida de la compactación y de la compactabilidad de las mezclas asfálticas de tipo superior" y de otro presentado por Roberto Santángelo en la Vigésima Reunión Anual del Asfalto, titulado "Síntesis de una experiencia sobre compactación de mezclas asfálticas en general. Fundamentos para actualizar las especificaciones".*

## 2 RESUMEN DEL MÉTODO

---

- 2.1** Empleando los elementos requeridos para la elaboración de muestras de ensayo con el equipo Marshall, se compactan probetas con el porcentaje óptimo de asfalto empleando dos energías diferentes, probetas a las cuales se les determinan sus respectivas densidades. Con los resultados obtenidos se calcula el "índice de compactabilidad" de la mezcla, definido como el coeficiente angular de la recta que relaciona el aumento de densidad con el incremento del trabajo de compactación.

## 3 IMPORTANCIA Y USO

---

- 3.1** El índice de compactabilidad es una característica propia de una mezcla asfáltica que depende de su composición. Como la densidad lograda por un proceso de compactación depende tanto de la compactabilidad de la mezcla como de la eficiencia del proceso aplicado, ello impone expresar y medir ambos de manera separada.

## 4 EQUIPO

---

- 4.1** *Equipo para la elaboración de las probetas:*

- 4.1.1** Se debe disponer de los elementos descritos en los numerales 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y 4.13 de la norma INV E-748 (Estabilidad y flujo de mezclas asfálticas en caliente empleando el equipo Marshall).

*Nota 1: Si se requiere preparar probetas de 152.4 mm (6") de diámetro, se necesitarán los elementos mencionados en los numerales 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.11, 3.12, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18 y 3.19 de la norma INV E-800 [Resistencia de mezclas asfálticas en caliente empleando el aparato Marshall sobre probetas de 152.4 milímetros (6") de diámetro].*

**4.2** *Equipo para la determinación de la densidad de las probetas:*

- 4.2.1** Según el procedimiento que se elija para determinar la densidad de las probetas, se requerirá el equipo indicado en las Secciones 7 o 10 de la norma INV E-733, en las Secciones 6 o 9 de la norma INV E-734, o en la Sección 3 de la norma INV E-802.

## **5 PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS**

- 5.1** *Número de probetas* – Se deberán preparar seis (6) probetas con la fórmula de trabajo determinada en el diseño de la mezcla.
- 5.2** *Cantidad de materiales* – Si las probetas van a ser de 101.6 mm (4") de diámetro, la elaboración de cada una requiere aproximadamente 1200 g de ingredientes; por lo tanto, será necesario disponer de unos 7.5 kg (16.5 lb) de agregados y alrededor de 500 ml de cemento asfáltico. Si las probetas van a ser de 152.4 mm (6") de diámetro, la cantidad necesaria de ingredientes para la elaboración de cada probeta es de unos 4050 g, por lo que habrá que disponer del orden de 25 kg (55 lb) de agregados y de, aproximadamente, 1 ½ litros de cemento asfáltico.
- 5.3** *Preparación de los agregados* – Los agregados se deberán preparar según se describe en el numeral 5.3 de la norma INV E-748 o en el numeral 4.3 de la norma INV E-800, según corresponda.
- 5.4** *Determinación de las temperaturas de mezcla y compactación* – La temperatura a la cual se debe calentar el cemento asfáltico para las mezclas, será la requerida para producir una viscosidad de  $0.17 \pm 0.02$  Pa·s. La temperatura a la cual se debe calentar el cemento asfáltico para que tenga una viscosidad de  $0.28 \pm 0.03$  Pa·s, será la temperatura de compactación.
- 5.5** *Preparación de las mezclas* – Las mezclas se deberán preparar como se indica en el numeral 5.5 de la norma INV E-748 o en el numeral 4.5 de la norma INV E-800, según el tamaño de las probetas por elaborar.

## 5.6 Compactación de las probetas:

**5.6.1** *Probetas de 101.6 mm (4") de diámetro* – Simultáneamente con la preparación de la mezcla, el conjunto de molde, collar, placa de base y la base del martillo de compactación, se limpian y calientan en un baño de agua o en el horno a una temperatura comprendida entre 93.3 y 148.9° C (200 y 300° F). Se arma el conjunto del dispositivo para moldear las probetas y se coloca un papel de filtro en el fondo del molde antes de colocar la mezcla. A continuación, se coloca toda la mezcla recién fabricada en el molde y se la golpea vigorosamente con una espátula o palustre caliente, 15 veces alrededor del perímetro y 10 sobre el interior. Se quita el collar y se alisa la superficie hasta obtener una forma ligeramente redondeada. La temperatura de la mezcla inmediatamente antes de la compactación se deberá hallar dentro de los límites de temperatura de compactación establecidos en el numeral

5.4. Se vuelve a poner el collar y se coloca el conjunto en el sujetador sobre el pedestal de compactación. Se coloca otro papel filtro sobre la superficie de la mezcla y se aplica el número de golpes especificado para el diseño de la mezcla, de acuerdo con el tránsito de diseño, empleando para ello el martillo de compactación con una caída libre de

457.2 mm (18"), manteniendo el eje del martillo perpendicular a la base del molde durante la compactación. Se retiran la placa de base y el collar, se colocan en los extremos opuestos del molde; se vuelve a montar éste en el pedestal y se aplica el mismo número de golpes a la cara invertida de la muestra.

**5.6.2** *Probetas de 152.4mm (6") de diámetro* – Simultáneamente con la preparación de la mezcla, el conjunto de molde, collar, placa de base y la base del martillo de compactación, se limpian y calientan en un baño de agua o en el horno a una temperatura comprendida entre 93.3 y 148.9° C (200 y 300° F). Se arma el conjunto del dispositivo para moldear las probetas y se coloca un papel de filtro en el fondo del molde antes de colocar la mezcla. A continuación, se coloca dentro del molde aproximadamente la mitad de la mezcla recién fabricada y se la golpea vigorosamente con una espátula o palustre caliente, 15 veces alrededor del perímetro y 10 sobre el interior. En seguida, se coloca la otra mitad de la mezcla en el molde y se repite el procedimiento recién descrito. Se quita el collar y se alisa la superficie hasta obtener una forma ligeramente redondeada. La temperatura de la mezcla inmediatamente antes de la compactación deberá hallarse dentro de los límites de temperatura de compactación establecidos en el numeral

5.4. Se vuelve a poner el collar y se coloca el conjunto en el sujetador

sobre el pedestal de compactación. Se coloca otro papel filtro sobre la superficie de la mezcla y se aplica el número de golpes especificado para el diseño de la mezcla, de acuerdo con el tránsito de diseño, empleando para ello el martillo de compactación con una caída libre de 457.2 mm (18"), manteniendo el eje del martillo perpendicular a la base del molde durante la compactación. Se retiran la placa de base y el collar, se colocan en los extremos opuestos del molde; se vuelve a montar éste en el pedestal y se aplica el mismo número de golpes a la cara invertida de la muestra.

- 5.6.3** El procedimiento de compactación descrito en el numeral 5.6.1 o en el numeral 5.6.2 se aplica para la elaboración de tres (3) probetas. Las tres (3) restantes se elaboran de manera similar, salvo que la energía aplicada para su compactación deberá ser del orden del 10 % de la empleada para compactar las probetas del primer grupo.
- 5.6.4** Después de la compactación de cada muestra, se deja enfriar al aire el molde con sus demás aditamentos y la muestra compactada, antes de que ésta sea extraída del molde para prevenir que sufra alguna deformación. Se pueden utilizar ventiladores de mesa cuando se desee un enfriamiento más rápido, pero en ningún caso agua. Luego del enfriamiento, se retira la placa de base y se saca cuidadosamente cada probeta del molde con ayuda del extractor, se identifica con la crayola y se coloca sobre una superficie plana y lisa, donde se deja en reposo durante una noche, lapso después del cual se pesa.

## 6 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

---

- 6.1** La densidad de las seis (6) probetas debe ser determinada de acuerdo con el procedimiento descrito en cualquiera de las normas INV E-733, INV E-734 o INV E-802.

## 7 CÁLCULOS

---

- 7.1** Se determina el valor promedio de la densidad de las 3 probetas compactadas con la energía de compactación especificada para el diseño de la mezcla ( $D_M$ ). Si alguna de las densidades individuales se aleja manifiestamente de las otras, su valor será descartado para el cálculo del promedio.

**7.2** Se determina el valor promedio de la densidad de las 3 probetas compactadas con la menor energía de compactación ( $D_m$ ). Si alguna de las densidades individuales se aleja manifiestamente de las otras 2, su valor será descartado para el cálculo del promedio.

**7.3** Se calcula el Índice de Compactabilidad de la mezcla ( $I_c$ ), con la fórmula:

$$I_c = \frac{\log \frac{n_M}{n_m}}{D_M - D_m} \quad [807.1]$$

Donde:  $n_M$ : Número de golpes por cara aplicado al compactar las probetas de densidad promedio  $D_M$ ;

$n_m$ : Número de golpes por cara aplicado al compactar las probetas de densidad promedio  $D_m$ ;

**7.4** Se calcula el Índice de Compactabilidad Generalizado de la mezcla ( $I_{cg}$ ), con la fórmula:

$$I_{cg} = I_c \times D_M \quad [807.2]$$

## 8 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

CELESTINO RUIZ & BORIS DORFMAN, "Sobre la medida de la compactación y de la compactabilidad de las mezclas asfálticas de tipo superior", Memorias de la Decimoquinta Reunión Anual del Asfalto, páginas 189-208, Buenos Aires, 1968

ROBERTO SANTÁNGELO, "Síntesis de una experiencia sobre compactación de mezclas asfálticas en general. Fundamentos para actualizar las especificaciones", Memorias de la Vigésima Reunión Anual del Asfalto, Buenos Aires, 1977