

ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS AGREGADOS FINOS (MÉTODO RIEDEL–WEBER)

INV E – 774 – 13

1 OBJETO

- 1.1 Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para determinar la adhesividad de los ligantes asfálticos a una arena natural o de trituración, cuando la mezcla agregado–ligante se somete a la acción de soluciones de carbonato de sodio de concentración molar creciente.
- 1.2 Este método se puede aplicar con cementos asfálticos y emulsiones asfálticas modificados y sin modificar.
- 1.3 Esta norma reemplaza la norma INV E–774–07.

2 RESUMEN DEL MÉTODO

- 2.1 Se reduce el agregado al tamaño 180 μm / 600 μm y se envuelve con el ligante en una proporción determinada. Se toman 0.5 g del aglomerado y se hierven en 6 ml de agua durante un minuto. Si el ligante se separa del agregado, la adherencia entre ellos es pobre. Si esto no ocurre, se repite el ensayo sustituyendo el agua por 6 ml de solución de carbonato de sodio en concentraciones crecientes, utilizando cada vez una nueva porción del aglomerado. La adhesión se califica de acuerdo con la concentración de carbonato de sodio que produce el desplazamiento total del ligante de la superficie del agregado.

3 IMPORTANCIA Y USO

- 3.1 Aunque las condiciones del ensayo no se parecen a las condiciones de obra, el ensayo es eficaz por su rigor, de forma que una buena adhesividad dada por el mismo se traduce, normalmente, en un margen de seguridad suficiente para el uso del agregado.
- 3.2 El ensayo es muy utilizado, por cuanto brinda una respuesta expresada numéricamente y es de muy fácil ejecución.

4 EQUIPO

- 4.1 *Tubos de ensayo* – Doce (12) tubos de ensayo de unos 20 mm de diámetro y 200 mm de altura.
- 4.2 *Tamices* – Con aberturas de 600 μm (No. 30) y 180 μm (No. 80).
- 4.3 *Balanza* – Suficiente para determinar masas de 200 g, con una sensibilidad de 0.01 g.
- 4.4 *Horno* – Termostáticamente controlado y con circulación forzada de aire, capaz de mantener una temperatura a $145 \pm 5^\circ \text{C}$ ($293 \pm 9^\circ \text{F}$).
- 4.5 *Material auxiliar* – Cuarteador de agregado fino, recipientes de porcelana, gradilla (soporte) para tubos de ensayo, vasos de vidrio de 50 ml, pinzas, espátula, varillas de vidrio, etc.

5 REACTIVOS

- 5.1 *Agua destilada.*
- 5.2 *Soluciones de carbonato de sodio* – Las soluciones de carbonato sódico necesarias para el ensayo serán de concentraciones molares crecientes, desde M/256 para la más diluida, hasta M/1 para la más concentrada.
 - 5.2.1 Las soluciones se prepararán a partir de carbonato de sodio (Na_2CO_3) puro, anhidro, y agua destilada.
 - 5.2.2 La concentración molar M/1, se obtiene disolviendo 106 g (masa molecular) de carbonato sódico anhidro en agua destilada hasta completar 1 litro de solución. Las soluciones de concentración molar M/2, M/4, M/8, etc., se obtienen disolviendo en agua destilada hasta completar 1 litro, la cantidad correspondiente de carbonato sódico que se indica en la Tabla 774 - 1.

Tabla 774 - 1. Cantidades para preparar un litro de solución de ensayo

MOLARIDAD	g DE Na_2CO_3 / LITRO DE SOLUCIÓN
M/256	0.414
M/128	0.828
M/64	1.656
M/32	3.312
M/16	6.625
M/8	13.23
M/4	26.5
M/2	53.0
M/1	106.0

Nota 1: Preferiblemente, las soluciones se prepararán de nuevo para cada ensayo o tandas de ensayos a realizar, y no se utilizarán aquellas que lleven más de 4 días de elaboradas.

6 PROCEDIMIENTO

6.1 Preparación del agregado:

- 6.1.1** Cuando la muestra de agregado recibida en el laboratorio proceda de piedra de cantera o grava sin clasificar, se procederá a su cuarteo y posterior trituración hasta obtener una arena de dicho material.
- 6.1.2** Si la muestra de agregado recibida en el laboratorio es una arena natural o de trituración, se separa por sucesivos cuarteos hasta obtener el material necesario para el ensayo.
- 6.1.3** La cantidad aproximada de agregado fino necesaria para el ensayo, independientemente de su naturaleza y origen, será de 200 g.
- 6.1.4** Se tamizan los 200 g de arena por los tamices de 600 μm (No. 30) y 180 μm (No. 80). El material comprendido entre estos tamaños constituirá la muestra de ensayo.
- 6.1.5** La fracción 180 μm /600 μm se lava con agua sobre el tamiz de 180 μm (No. 80), para eliminar totalmente el polvo que pueda estar adherido a las partículas de arena. Una vez lavada la muestra, se seca en horno a $145 \pm 5^\circ \text{C}$ ($293 \pm 9^\circ \text{F}$) durante una (1) hora, aproximadamente, o hasta masa constante.

6.2 Preparación de la mezcla arena-ligante:

- 6.2.1** Si el ligante asfáltico que se va a emplear en el ensayo es un cemento asfáltico, la mezcla se deberá preparar en la proporción de 71 volúmenes de arena seca con 29 volúmenes de ligante asfáltico (la relación correspondiente de masas se calcula a partir de las respectivas gravedades específicas). La mezcla de la arena con el cemento asfáltico se debe realizar a una temperatura en el rango de 140° a 175° C, dependiendo del tipo de ligante.

Nota 2: Es la viscosidad del cemento asfáltico la que en última instancia, determina la temperatura más adecuada para lograr un cubrimiento completo y uniforme del agregado por el ligante.

- 6.2.2** Si el ligante que se utiliza en el ensayo es una emulsión asfáltica, la mezcla se deberá preparar a temperatura ambiente, en la proporción de 71 volúmenes de arena seca con 95 volúmenes de emulsión concentrada al 50 %.
- 6.2.3** La mezcla se realiza en las cantidades prescritas y a la temperatura requerida, en un recipiente de porcelana previamente calentado a una temperatura similar a la requerida para la mezcla. Se mezclan ambos materiales con una varilla de vidrio hasta conseguir una masa perfectamente homogénea y, una vez preparada la mezcla, se deja enfriar durante una (1) hora a temperatura ambiente sin tapar el recipiente de porcelana. Si el ligante es una emulsión asfáltica, transcurrida esta hora se decanta el líquido en exceso que acompaña la mezcla y se deja en reposo durante otras 24 horas, sin tapar el recipiente de porcelana.

6.3 Ejecución del ensayo:

- 6.3.1** Se pesan en la balanza 11 porciones de la mezcla arena-ligante, cada una de 0.5 g, con una precisión de 0.01 g.
- 6.3.2** Cada una de las 11 porciones de mezcla se introduce en un tubo de ensayo. Los tubos se numeran consecutivamente de cero (0) a diez (10).
- 6.3.3** A continuación, en el tubo de ensayo marcado con el número cero (0) se vierten, sobre los 0.5 g de mezcla arena-ligante, 6 ml de agua destilada, y se marca en el tubo la altura que alcanza la superficie libre del agua. Se sujeta el tubo de ensayo con la pinza de madera y se

calienta cuidadosamente sobre la llama de un mechero de gas, hasta la ebullición suave del agua, ebullición que se mantendrá durante 1 min.

6.3.4 Terminado el período de ebullición, se repone el volumen del líquido perdido por evaporación, añadiendo la cantidad de agua destilada necesaria para alcanzar la línea previamente marcada en el tubo. Una vez realizado el ajuste de volumen, se agita vigorosamente el tubo con su contenido durante 10 s.

6.3.5 A continuación, se observa el aspecto que ofrece la mezcla arena-ligante en el tubo de ensayo (Figura 774 - 1), juzgándolo de acuerdo con los siguientes criterios:

6.3.5.1 El desprendimiento entre el ligante y el agregado se considerará total, cuando prácticamente todos los granos de la arena aparezcan limpios; en esta situación los granos estarán sueltos y si se hace rodar el tubo de ensayo entre los dedos, los granos de arena seguirán libremente la rotación dada al tubo (nota 3).

Nota 3: Para confirmación, se puede utilizar como prueba patrón, un tubo de ensayo con arena sin ligante y 5 o 6 ml de agua destilada y comparar su aspecto y el movimiento al rodar el tubo de ensayo entre los dedos.

6.3.5.2 El desprendimiento se considerará parcial, cuando en los granos de arena aparezcan zonas limpias, aunque se mantiene cierta cohesión entre ellos; en este caso, los granos de arena aun envueltos por el ligante permanecen aglomerados en el fondo del tubo de ensayo.

6.3.5.3 Si realizada la primera prueba se observa que la adhesividad es buena, es decir que no hay desplazamiento de ligante por el agua destilada, se procede como se indica en el numeral 6.3.6.



Figura 774 - 1. Evaluación de la adhesividad

- 6.3.6** Se repite todo el proceso, utilizando ahora el tubo de ensayo marcado con el número 1, pero añadiendo a la mezcla 6 ml de la solución de carbonato de sodio de concentración M/256. Se repiten las operaciones de ebullición y reemplazo de volumen evaporado (en este caso, el reemplazo del volumen evaporado se realiza con la solución de carbonato) y, finalmente, se comprueba si se ha producido o no desprendimiento total en la forma indicada en el numeral 6.3.5.1.

Nota 4: Para la apreciación de la adhesividad de una mezcla arena-ligante, después de actuar sobre ella cada solución de ensayo, no se tendrá en cuenta el ligante que aparezca en la superficie del líquido durante la ebullición; sólo se tendrá en cuenta el aspecto que ofrezca la masa de mezcla que queda en el fondo del tubo.

- 6.3.7** Si el desprendimiento es sólo parcial o nulo, se vuelve a repetir todo el proceso, tal como se indicó anteriormente, pero utilizando ahora el tubo de ensayo marcado con el número 2, utilizando la solución de carbonato de sodio de concentración M/128. Se continúa en esta forma, utilizando las soluciones de carbonato sódico de concentración creciente, M/64, M/32, etc., y los tubos de ensayo marcados con los números 3, 4, etc., hasta que se logre alcanzar el desprendimiento total del ligante de la superficie del agregado.

7 RESULTADOS

- 7.1** Se define como índice de adhesividad Riedel-Weber, el número correspondiente a la solución de menor concentración de las utilizadas que haya producido un desprendimiento total del ligante asfáltico de la superficie de la arena, de acuerdo con la relación que se presenta en la Tabla 774 - 2.

Tabla 774 - 2. Índice de Riedel-Weber

SOLUCIÓN DE ENSAYO	ÍNDICE DE ADHESIVIDAD RIEDEL-WEBER
Desplazamiento total con agua destilada	0
M/256	1
M/128	2
M/64	3
M/32	4
M/16	5
M/8	6
M/4	7
M/2	8
M/1	9
Si no hay desplazamiento total con la solución M/1	10

- 7.2** Si se produjera un desprendimiento parcial (no total) del ligante asfáltico con alguna de las soluciones referidas en la Tabla 774 - 2, el índice de adhesividad se podrá expresar con dos números: el correspondiente a la concentración menor con la que se produce algún desprendimiento y el que produce el desprendimiento total de acuerdo con la tabla.
- 7.3** Si el desplazamiento total del ligante se produce solamente con el agua destilada, el índice de adhesividad es 0.
- 7.4** Si la solución molar de carbonato sódico M/1 no produce el desprendimiento total del ligante asfáltico, el índice de adhesividad de la mezcla en estudio es 10.

8 NORMAS DE REFERENCIA

NLT 355/93