

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO AL AHUELLAMIENTO DE DIFERENTES MEZCLAS EN LOS ENSAYOS DE RUEDA CARGADA SEGÚN NORMAS BS 598-110 Y CEN 12697-22

ANALYSIS OF RUTTING BEHAVIOUR OF DIFFERENT MIXTURES IN WHEEL TRACKING TESTS ACCORDING TO BS 598-110 AND CEN 12697-22 STANDARDS

F. Morea¹

1.- Investigador Asistente CONICET-LEMIT. tecnologiavial@lemit.gov.ar

7

RESUMEN

El ensayo de rueda cargada ha sido reconocido como una herramienta importante para definir el desempeño de las mezclas asfálticas respecto a su resistencia al ahuellamiento. En Argentina existe mucha experiencia con este ensayo siguiendo la norma BS 598 part 110 y actualmente también con la norma CEN 12697-22. No existe en Argentina normativa que especifique el ensayo de rueda cargada y los parámetros de evaluación para el ensayo, solo existe recomendaciones para su realización según alguna de las normas mencionadas con el propósito de obtener una base de datos. Anteriormente a nivel nacional e internacional se han comparado ambos métodos de ensayo los que servirán de referencia para este estudio que tiene por objetivo comparar el comportamiento al ahuellamiento en los ensayo de rueda cargada según las normativas mencionadas sobre las diferentes tipos de mezclas asfálticas. Se estudiaron diferentes condiciones como ser distintas temperaturas de ensayo y variando condiciones volumétricas de diseño de las mezclas Se profundiza y discute aquí estudios realizados anteriormente en relación a parámetros obtenidos de ambos métodos (BS 598 y CEN 12697-22). De esta manera se brinda una herramienta para comparar resultados y de ser posible permitir definir a futuro una especificación y parámetros de análisis.

Palabras clave: *mezclas asfálticas, ensayo de rueda cargada, ahuellamiento, temperaturas.*

ABSTRACT

The Wheel Tracking test has been recognized as an important tool to define the performance of asphalt mixtures for rutting resistance. In Argentina this test is typically performed, according to BS 598 part 110 and recently also with the CEN standard 12697-22. There are in Argentina no rules specifying the Wheel Tracking test and its assessment parameters, but only recommendations for its implementation by any of the above standards in order to obtain a database. In the past, at national and international level, both test methods have been compared; this serves as a reference for this study aimed at comparing the rutting behavior in the Wheel Tracking test on different types of asphalt mixtures, according to the mentioned regulations. Different test conditions are tested in this work, such as temperatures and volumetric conditions of mix design. Here are deepened and discussed some previous studies above parameters obtained from both methods (BS 598 and CEN 12697-22). In this way it is provided a tool to compare results and if possible allow to define a future specification and analysis parameters.

Keywords: *asphalt mixtures, Wheel Tracking Test, rutting, temperatures.*

INTRODUCCIÓN

El ahuellamiento es una deformación permanente de la mezcla asfáltica en la huella de circulación de los vehículos. La acumulación de deformaciones trae aparejada una falta de seguridad y confort de los usuarios que transitan el pavimento y son uno de los tipos de falla que se presentan en los pavimentos asfálticos cuando son expuestos ya sea por separado o en forma combinada a altas temperaturas, tránsito pesado y bajas velocidades de carga.

Las deformaciones permanentes en las capas de mezcla asfáltica son ocasionadas por las cargas del tránsito. El tránsito da lugar a cargas cíclicas, en cada ciclo se realiza cierto trabajo para deformar la superficie del pavimento como una combinación de densificación y deformación por corte. La densificación implica una disminución de volumen del material mientras la deformación por corte involucra un flujo plástico del material con o sin cambios de volumen.

La deformación causada por densificación del material se relaciona con una depresión en la huella de circulación sin levantamiento lateral a los lados de la misma. Esta densificación es causada principalmente por que la mezcla tiene un porcentaje de vacíos excesivo o una

inadecuada compactación durante el tendido siendo compactada bajo la acción de las cargas del tránsito. Esta densificación usualmente resulta en ahuellamientos de leves a moderados.

La deformación causada por corte está relacionada con una depresión en la huella de circulación con levantamientos laterales, se produce un flujo lateral de la mezcla. Este tipo de deformaciones resultan en ahuellamientos de moderados a severos y ocurre generalmente en mezclas con una inadecuada resistencia al corte para las condiciones de temperatura y carga a las que se ve sometida o debido a un porcentaje de vacíos insuficiente. El ahuellamiento de deformación por corte es dominante en aquellas mezclas asfálticas adecuadamente construidas (bien diseñadas y compactadas) si se ven sometidas a grandes tensiones de corte.

El comportamiento al ahuellamiento es modelado normalmente en tres etapas. En la Figura 1 se observa cómo se desarrollan las deformaciones permanentes en función de las repeticiones de carga en cada una de esas etapas.

En la primera etapa se produce un rápido incremento del ahuellamiento por densificación

con cambios de volumen. La velocidad de deformación en el tiempo en esta etapa va disminuyendo paulatinamente. Las deformaciones son principalmente por densificación.

En la segunda etapa las deformaciones se producen con menores incrementos, la velocidad de deformación tiende a ser constante. En esta etapa las deformaciones predominantes son las de corte que se incrementan paulatinamente. También están asociadas con cambios volumétricos pero de menor magnitud y tiene preponderancia la resistencia al corte de la mezcla. Esta etapa es la de mayor importancia en la resistencia al ahuellamiento en donde se concentra la mayor acumulación de repeticiones de carga.

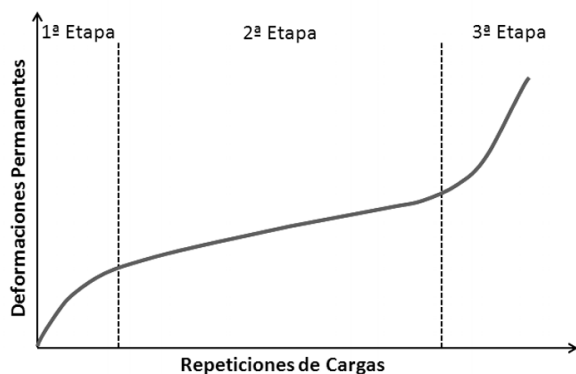


Figura 1. Desarrollo de las deformaciones permanentes en función del número de cargas.

En la tercera etapa las deformaciones por corte alcanzan su límite y se produce el flujo de la mezcla, la velocidad de deformación y por tanto el ahuellamiento aumenta rápidamente hasta el colapso. Las deformaciones en esta etapa se producen sin cambios de volumen.

De estas etapas la segunda resulta la más importante desde el punto de vista del diseño de una mezcla asfáltica que resista las deformaciones permanentes. El comportamiento de la mezcla

en esta etapa definirá la aptitud de la misma para afrontar condiciones climáticas y de carga extremas con deformaciones permanentes aceptables que no afecten el desempeño y seguridad de los vehículos.

La primera etapa es un acomodamiento natural de la mezcla, si las deformaciones producidas en esta etapa son excesivas es producto de un mal diseño o falta de compactación (excesivo porcentaje de vacíos). La tercera etapa representa el colapso de la mezcla por falta de resistencia al corte.

Una de los ensayos para el estudio y caracterización de las deformaciones permanentes en laboratorio es el ensayo de rueda cargada, Wheel Tracking Test (WTT) en inglés, y es uno de los más difundidos a nivel mundial. La configuración del ensayo consta básicamente de una rueda, rígida o neumática en algunos casos, la cual aplica una carga sobre la mezcla asfáltica a la vez que circula sobre ésta. Existen diferentes equipos que tienen configuraciones similares pero con variaciones de uno a otro. Dentro de los más conocidos se encuentran los equipos británico (BS 596 parte 110 1996), el español (NLT 173), el francés y el Asphalt Pavement Analyzer (APA) en Estados Unidos. Actualmente los tres equipos europeos están contemplados dentro de la norma CEN 12697-22 (2006). El equipo francés está identificado con la configuración de ensayo "large size device" y los equipos inglés y español dentro de la configuración de la norma "small size device". En la adecuación a la normativa el equipo francés no ha sufrido cambios en sus configuraciones de ensayo sin embargo los otros dos equipos han cambiado de su forma original.

Se han realizados diversos estudios comparativos entre los equipos de WTT a nivel internacional como en Argentina. En Europa Nikolaidis y Manthos [1] estudiaron comparativamente las metodologías BS 598 y CEN 12697-22 para observar la sensibilidad de cada metodología variando diferentes aspectos que afectan el ahuellamiento como son la temperatura, el nivel de compactación y otras propiedades volumétricas

de las mezclas. García Travé et al [2] compararon los resultados de las normativas NLT 173 y CEN 12697-22. Perraton et al [3] estudiaron comparativamente los resultados de los equipos de WTT “large size device” y “small size device” de la norma CEN 12697-22 para tener una mejor caracterización del ahuellamiento bajo la nueva normativa en un interlaboratorio de la comunidad europea.

En Argentina, Angelone et al [4] estudiaron comparativamente las metodologías de las normas BS 598-110 y CEN 12697-22 observando principalmente la influencia de la temperatura de ensayo, el nivel de carga y la frecuencia de carga sobre los parámetros de ensayo de cada uno. Allí concluyen que las variaciones de menor significancia planteadas en las dimensiones de los diferentes equipos no sería un obstáculo para comparar resultados obtenidos mediante los diferentes dispositivos.

Por su parte Daguerre y Cubillas [5] estudiaron comparativamente los resultados de WTT de acuerdo a la metodología small size device de la norma CEN 12697-22 variando la frecuencia de aplicación y el nivel de carga. Ellos concluyen que la metodología posee buena sensibilidad y permite evidenciar diferentes capacidades estructurales de las mezclas al ahuellamiento.

En trabajos anteriores se ha volcado la vasta experiencia y resultados obtenidos en el laboratorio LEMIT con el equipo de Wheel tracking bajo norma BS 598-110 [6-8]

Con base en esta experiencia con el WTT (BS 598-110) se han propuestos límites del parámetro de ensayo Velocidad de deformación (Vd) que sirven de guía en el diseño de las mezclas asfálticas en cuanto a la resistencia al ahuellamiento [9]. Se ha encontrado que las mezclas que presentan una $Vd < 5,2 \mu\text{m}/\text{min}$ representan bajos niveles de ahuellamiento en caminos de Argentina.

Paralelamente se ha verificado este límite con

estudios que toman en cuenta las propiedades reológicas de los ligantes como la Low Shear Viscosity (LSV) [10]. Allí se encontró que con valores de LSV del ligante en la mezcla a la temperatura de ensayo menor a 500 Pa.s se produjeron ahuellamientos excesivos en las mezclas estudiadas. Este límite de LSV se relacionó con un valor de Vd de aproximadamente $5 \mu\text{m}/\text{min}$ del ensayo de WTT (según BS 598-110). Más recientemente, se estudiaron variaciones a la metodología BS 598-110 cambiando el nivel de carga y relacionando estos desempeños con la LSV obteniéndose que independientemente del nivel de carga involucrado el límite de Vd para el cual se producen ahuellamientos excesivos se mantiene en el mismo valor de $5 \mu\text{m}/\text{min}$ [11].

Recientemente se ha dado a conocer el pliego de especificaciones técnicas para mezclas asfálticas de la Comisión Permanente del Asfalto (Pliego CPA 2005) [12]. En él se especifica la realización del ensayo de WTT como de carácter obligatorio, pudiendo hacer el mismo de acuerdo a la norma BS 598-110 ó CEN 12697-22. Sin embargo no existen parámetros de medición y menos aún límites para el mismo siendo el carácter de esta plantear la necesidad de su normalización a nivel nacional y recabar datos para ello.

Considerando la experiencia y los resultados obtenidos a partir de la metodología BS 598-110 y con la norma CEN 12697-22 y la necesidad de una futura especificación nacional en este trabajo se estudió el desempeño en WTT de diferentes tipos de mezclas de distintas características bajo ambas configuraciones de ensayo. Los ensayos se llevaron a diferentes temperaturas con el fin de ampliar los resultados a diferentes condiciones. Adicionalmente se produjeron variaciones en el porcentaje de vacíos de diseño de algunas de las mezclas a fin de estudiar si existe modificación y como en el desempeño. Se caracterizó el comportamiento observado en los diferentes casos de estudio y se relacionó los parámetros obtenidos del ensayo según la norma BS 598-110 y CEN 12697-22.

EXPERIMENTAL

Mezclas estudiadas

Para el estudio se utilizaron tres mezclas densas, un microaglomerado discontinuo y una stone mastic asphalt (SMA) diseñadas en el laboratorio. Para la elaboración de las mezclas se utilizaron diferentes proporciones de dos agregados gruesos (6-20 y 6-12 mm), dos arenas de trituración (0-6 y 0-3 mm), cal, filler y fibras de celulosa para la SMA. Adicionalmente se estudiaron nueve mezclas de diversos orígenes que se mezclaron y compactaron en laboratorio entre las que se encuentran seis mezclas de las denominadas tibias que responde a un mismo diseño granulométrico pero elaborado con distintos asfaltos tibios. En la Tabla 1 se vuelcan las principales características de las mezclas diseñadas en laboratorio (M1 a M5) y de las obtenidas de otro origen (M6 a M9).

Diferentes asfaltos comerciales de uso común en Argentina (dos asfaltos convencionales, CA-10 y CA-30, y dos modificados con polímero, un AM2 y dos AM3) fueron usados en las mezclas diseñadas en laboratorio.

La combinación de las distintas gradaciones y asfalto dio lugar a una variedad de mezclas que cubren un amplio rango de las utilizadas normalmente en el medio vial. Además las

diferentes gradaciones permiten tener en cuenta características como distintos porcentajes óptimos de asfalto, densidades y porcentajes de vacíos diferentes permitiendo tener en cuenta la influencia de estas variables en el estudio.

Programa de ensayos

Para cada mezcla se moldearon probetas (300x300x50 mm) para los ensayos de desempeño. Las mismas se compactaron por medio de un equipo compactador de rodillo (de acuerdo a la norma EN 12697-33) a densidad prefijada, las cuales fueron controladas previo a ser ensayadas.

Se moldearon varias probetas de las mezclas diseñadas en laboratorio (M1 a M5) para evaluar el desempeño a diferentes temperaturas cubriendo un rango de temperaturas de 50 a 70°C en donde el ahuellamiento se manifiesta. Dependiendo de la mezcla y el asfalto utilizado se evaluó el desempeño para 50, 60 y 70°C, a 50 y 60°C ó 60 y 70°C.

Adicionalmente de las mezclas M2 con CA10, M2 con CA30 y M4 con AM3 se compactaron probetas con mayores y menores porcentajes de vacíos de los de diseño a fin de evaluar el comportamiento en estos casos. Los ensayos de desempeño se realizaron a 60°C.

Tabla 1. Principales características de las mezclas estudiadas.

Mezcla	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Tipo	Densa Gruesa	Densa Gruesa	Densa Fina	Micro	SMA	Densa	Tibia	Densa	Densa
Asfalto	CA10 CA30	CA10 CA30	CA10 CA30	AM2 AM3	AM3	AM3	Tibio	CA30	CA30
D _{Rice}	2,487	2,480	2,516	2,501	2,482	2,424	2,497	2,518	2,500
D _{diseño}	2,437	2,380	2,41	2,380	2,4	2,318	2,422	2,468	2,473
% V	2,0	4,1	4,2	4,9	3,3	4,3	3,0	2,0	1,1
% Asfalto	5,0	5,0	4,5	5,3	6,0	5,4	5,0	4,5	5,0

Las mezclas M6 a M7 (proveniente de distintos orígenes) se mezclaron y compactaron en el laboratorio para evaluación del desempeño a 60°C.

Las diferentes variables (diferentes mezclas, temperaturas y variaciones volumétricas) dieron como resultado un total de 31 variantes cuyo desempeño fue evaluado en el WTT de acuerdo a las normas BS 598-110 y CEN 12697-22.

Métodos de ensayo

Wheel Tracking test (WTT)

El WTT se utilizó para caracterizar el desempeño frente a las deformaciones permanentes de las mezclas asfálticas en condiciones controladas de laboratorio. Él mismo cuenta con una cámara termostatazada que permite variar la temperatura y mantenerla estable durante la realización del ensayo. El equipo permite ser configurado de manera de realizar los ensayos de acuerdo con las normativas BS 598-110 y CEN 12697-22 (Figura 2). Ambas configuraciones de ensayo presentan características en común. La rueda de ensayo, de goma maciza de 207 mm de diámetro y 47 mm de ancho, se desplaza sobre una muestra de concreto asfáltica con movimiento alternativo dentro de

un recorrido de 230 mm. En lo que respecta a la carga aplicada, tiempo de ensayo, frecuencia de aplicación de la carga y parámetros calculados los mismos se vuelcan a manera de resumen en la Tabla 2.

La temperatura del ensayo responde a las temperaturas altas del pavimento. Anteriormente se especificaba esta temperatura en 60°C. Actualmente en Europa la EN13108-20 contempla que cada país puede elegir entre diferentes temperaturas de ensayo dependiendo de las condiciones climáticas (de altas temperaturas) de la zona de ubicación del pavimento.

Durante el ensayo se miden las deformaciones permanentes producidas en la mezcla asfáltica en intervalos de 1 min por medio de adquisición electrónica a través de un LVDT. Cada dato de deformación permanente es resultado de un promedio de 25 mediciones realizadas en la huella de circulación en los 100 mm centrales de la probeta. La norma BS 598 especifica la toma de un único valor central, sin embargo a fines de obtener una medida más confiable de la deformación se optó por el promedio de 25 mediciones de la norma CEN 12697-22.



Figura 2. Equipo de Wheel Tracking Test y detalles de la configuración para cada metodología.

Tabla 2. Principales características de las metodologías de ensayo de WTT utilizadas.

	BS 598-110	CEN 12697-22
Carga aplicada	520 N	700 N
Tiempo de ensayo	2 horas	6,5 horas
Frecuencia de carga	21 ciclos/min	26,5 ciclos/min
Parámetros calculados	-Velocidad de deformación $Vd = \frac{D_{120} - D_{105}}{15 \text{ min.}} \left[\frac{\mu m}{\text{min}} \right]$ D_{120} y D_{105} : deformaciones para 120 y 105 minutos.	-Wheel Tracking Slope $WTS = \frac{D_{10000} - D_{5000}}{5} \left[\frac{mm}{10^3 \text{ ciclos}} \right]$ D_{10000} y D_{5000} : deformaciones para 10000 y 5000 ciclos de carga. - Proportional Ruth Depth $PRD = \frac{D_{10000}}{\text{Espesor}} [\%]$

A partir de las mediciones de deformaciones en la mezcla se gráfica la curva de deformaciones permanentes (ε_p) en función del número de pasadas en escala doble logarítmica. Los datos se ajustaron al modelo potencial que indica la ecuación 1 para el análisis de datos.

$$\varepsilon_p = a.N^b \quad (1)$$

Donde ε_p son las deformaciones permanentes; N es el número de pasadas; a y b las constantes de ajuste al modelo.

Es importante destacar que tanto la Vd como la WTS definen la tasa de crecimiento de la profundidad de huella a lo largo del tiempo. Estos parámetros se relacionan con la resistencia al ahuellamiento en mezcla y debieran ser comparables entre sí.

En Europa se toma la PRD como parámetro de medición del ensayo en la CEN 12697-22. Sin embargo este parámetro se ve afectado por las deformaciones de la mezcla al inicio del ensayo. Este periodo inicial se caracteriza por cambios de volumen del material que no dependen de la resistencia al corte de la mezcla. Además la PRD es un solo valor al final del ensayo. Por el contrario tanto la Vd como la WTS se calculan en base a un periodo de tiempo que no involucran este periodo

inicial y representan el comportamiento resistente al corte de la mezcla. En consecuencia son mejores parámetros de la caracterización de la resistencia al ahuellamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La finalidad del Wheel Tracking Test (WTT) en primera instancia es obtener una medida de las deformaciones permanentes a lo largo del tiempo independientemente de la metodología empleada (BS 598-110 o CEN 12697-22). Las diferentes configuraciones (carga, tiempo de ensayo y parámetros de cálculo) manifiestan un mismo comportamiento de maneras diferentes. Es por ello que resulta necesario un análisis comparativo de los resultados para unificar los criterios o poder cotejar los resultados a fines de generar una futura especificación Argentina de WTT.

Las distintas mezclas en estudio fueron ensayadas en el WTT bajo las dos normativas de ensayo. En la tabla pirulo se observan los datos recabados del ajuste al modelo potencial, la vd para la norma BS y WTS para la norma CEN12697.

En la Figura 3 se muestran los resultados de los ensayos sobre la mezcla M2 con CA10 ensayada a 60°C bajo las metodologías BS 598-110 y

CEN 12697-22. En la figura se observa que el comportamiento de la mezcla es similar en ambas configuraciones de ensayo. La pendiente de deformación en el ajuste de los datos al modelo potencial arroja valores similares para ambas modalidades (0,433 y 0,434 según BS 598 y CEN 12697-22 respectivamente). Es claro como independientemente de las diferentes configuraciones de ensayo el comportamiento resistente de la mezcla (la pendiente de deformación) es la misma.

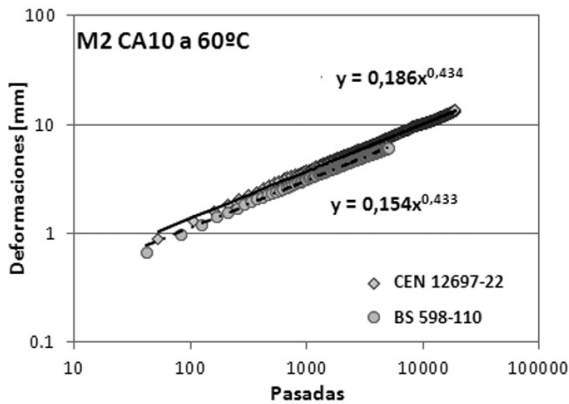


Figura 3. Curvas de deformación versus pasadas con las dos normas estudiadas para la M2.

En un análisis similar sobre los resultados de la mezcla M1 con CA30 ensayada a una temperatura de 50°C, ver Figura 4, se observa que las pendiente de deformación de los datos para ambas metodologías tienden a ser similares hacia el final del ensayo. Nuevamente independientemente de las características del ensayo la resistencia de la mezcla es similar en ambos casos. Sin embargo las pendientes del modelo potencial son muy diferentes entre sí (0,272 y 0,208). Esta diferencia se debe al ajuste del modelo a todos los datos que se encuentra muy influenciado por las primeras deformaciones. Como se dijera anteriormente en esta primera parte se produce un acomodamiento del material con cambios de volumen que no responden a la resistencia al corte de la mezcla. Este acomodamiento inicial de la mezcla depende y mucho de las condiciones de ensayo (temperatura, frecuencia y carga aplicada).

En las demás mezclas estudiadas se observó que las pendientes de deformación para ambas metodologías se volvían similares hacia la parte final del ensayo respectivo. Sin embargo en algunas mezclas las pendientes del modelo de ajuste eran similares mientras en otros casos no.

La finalidad del WTT es definir la resistencia al ahuellamiento y el objetivo aquí planteado es comparar ambas metodologías de ensayo. La pendiente de deformación del modelo de ajuste es el parámetro que representa esta resistencia y es completamente análoga por definición a los parámetros de Vd y WTS. Por otro lado, es importante y no implica mayores complicaciones realizar el ajuste de los datos. De esta manera se tiene una mejor interpretación del resultado y se minimizan errores de la adquisición de los mismos.

En función de lo observado en la Figura 4 para poder comparar los resultados es necesario acotar el ajuste eliminando los datos de deformación de la primera parte que no hacen a la resistencia al corte de la mezcla. Además, afectan el ajuste del modelo dando la falsa impresión de que ambas metodologías brindan resultados diferentes en algunos casos.

En la Figura 5 se observa nuevamente los resultados de la misma mezcla M1 en la cual se eliminaron

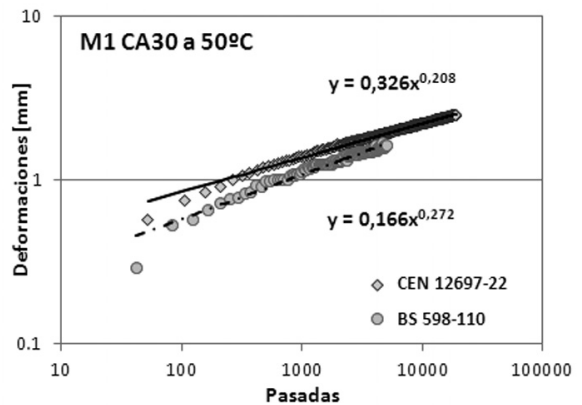


Figura 4. Curvas de deformación versus pasadas con las dos normas estudiadas para la M3.

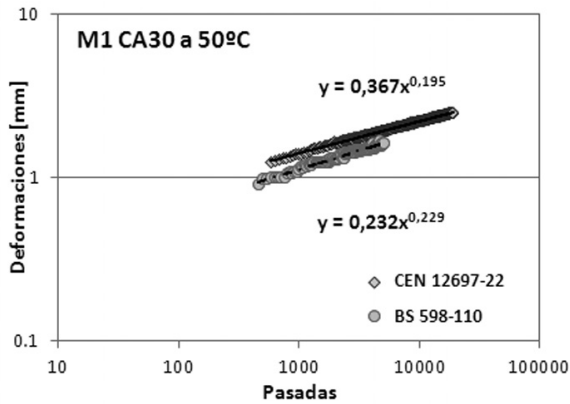


Figura 5. Curvas de deformación versus pasadas de la mezcla M1 sin los primeros 10 datos.

los primeros 10 datos. Se observa de manera más evidente que el comportamiento es similar y como las pendientes del modelo potencial son ahora similares también (0,229 y 0,195).

Se realizó un análisis de los resultados obtenidos de las pendientes de ajuste eliminando los 10 primeros datos de ensayo para la metodología BS 598-110 y CEN 12697-22 en las distintas mezclas estudiadas en sus diferentes variantes. Se observó, al igual que para la mezcla M1 de la Figura 5, que las pendientes de deformación para ambas metodologías eran similares hacia la parte final del ensayo respectivo. Un análisis de los resultados obtenidos del parámetro b del modelo de ajuste utilizado para los datos obtenidos de las metodologías BS 598-110 y CEN 12697-22 se muestran en la Figura 6. Se observa allí como los valores de b son similares independientemente del tipo de ensayo (BS 5989 110 o CEN 1269 22). Es importante remarcar que el parámetro b representa la pendiente de deformación del modelo de ajuste a los datos.

La finalidad del WTT es definir la resistencia al ahuellamiento y el objetivo aquí planteado es comparar ambas metodologías de ensayo. La pendiente de deformación del modelo de ajuste es el parámetro que representa esta resistencia y es completamente análoga por definición a los

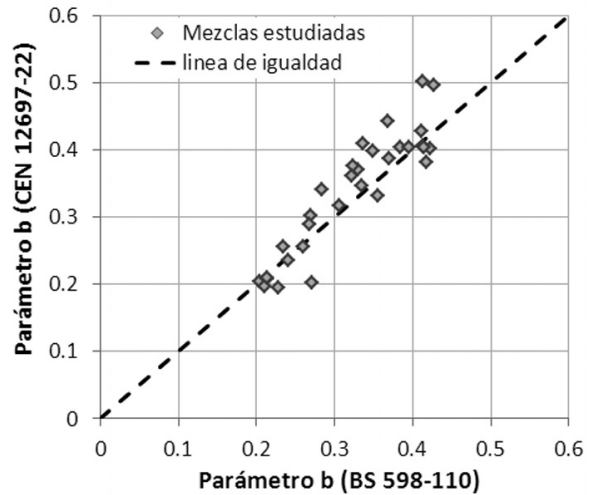


Figura 6. Comparación del parámetro b de ajuste al modelo potencial para las mezclas estudiadas bajo las dos metodologías.

parámetros de Velocidad de deformación (Vd) y Wheel Tracking Slope (WTS) de las normas en estudio. Por otro lado resulta importante y no implica mayores complicaciones efectuar el ajuste de los datos para obtener una mejor interpretación del comportamiento y minimizar errores de adquisición de los mismos. Es necesario acotar el ajuste eliminando los datos de deformación de la primera parte que no hacen a la resistencia al corte de la mezcla. Además, afectan el ajuste del modelo dando la falsa impresión de que ambas metodologías brindan resultados diferentes en algunos casos.

Se comprueba que el comportamiento de la mezcla es caracterizado de la misma forma indistintamente de las configuraciones de ensayo. Sin embargo los datos obtenidos bajo cada normativa son interpretados con distintos parámetros, la Vd y la WTS. Además se han determinado valores límites relacionados con estos parámetros como es el caso de la Vd. En consecuencia resulta necesario relacionar estos parámetros entre sí para permitir una interpretación del comportamiento de la mezcla. Considerando lo mencionado se ha calculado en los diferentes ensayos de Wheel

tracking con la BS 598-110 y CEN 12697-22 los parámetros Vd o WTS cuando corresponda. En la Figura 7 se correlacionan dichos valores para las diferentes mezclas estudiadas. Se observa, como se esperaba, una buena relación entre estos parámetros que son análogos y caracterizan el mismo comportamiento.

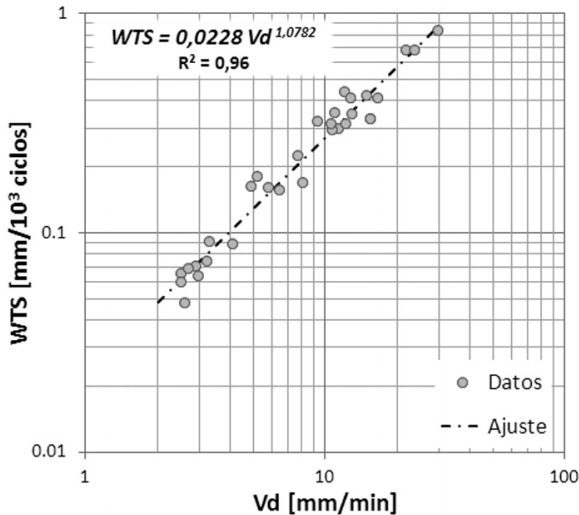


Figura 7. Relación entre la Vd (BS 598-110) y la WTS (CEN 12697-22).

En trabajos del LEMIT [8, 9, 11] se ha encontrado que una Vd de aproximadamente 5 $\mu\text{m}/\text{min}$ es un límite en el comportamiento al ahuellamiento en mezclas. A partir de la correlación de la Figura 7 una WTS = 0,13 mm/10³ciclos es equivalente a la Vd = 5 $\mu\text{m}/\text{min}$. Estos dos valores representan el mismo límite y las mismas características cada uno en su respectiva metodología de ensayo.

CONCLUSIONES

En este trabajo se estudio comparativamente las metodologías de Wheel Tracking Test (WTT) según las normas BS 598-110 y CEN 12697-22. Con ese objetivo se evaluó el desempeño de varias mezclas en diferentes condiciones a través del WTT con estas dos metodologías. Las principales conclusiones se vuelcan a continuación.

Se encontró que el comportamiento resistente al ahuellamiento de las mezclas estudiadas es caracterizado de manera similar por ambas metodologías (BS 598-110 y CE 12697-22) cuando se analiza la pendiente de deformación en el tiempo de los ensayos resultantes.

Una mejor caracterización de los resultados se obtiene realizando el ajuste de los datos medidos de deformaciones. En cuanto a los ensayos de WTT el modelo potencial ajusta eficientemente los datos.

Se vio que el ajuste de los datos al modelo potencial se ve influenciado de manera importante por las primeras deformaciones que se asocian a un acomodamiento de la mezcla y no la resistencia al corte de la misma que es lo que se buscaba representar. Por lo tanto, se propone como metodología de análisis de resultados la eliminación de los 10 min iniciales de datos de ensayo para el ajuste a fin de obtener una mejor caracterización de la pendiente de deformación ya sea un ensayo según BS 598-110 o CEN 12697-22. Se correlacionaron los resultados de los parámetros de ensayo Velocidad de deformación (Vd) de la norma BS 598-110 y Wheel Tracking Slope (WTS) de la norma CEN 12697-22. Esta correlación permite comparar los resultados de las diferentes metodologías y sirve de herramienta para futuros estudios que se refieran a la obtención de la norma nacional de WTT.

REFERENCIAS

- 1.- Nikolaides A., Manthos E. (2009). The effect of volumetric properties of asphalt concrete mixture to wheel track rutting with respect to EN and BS rutting test method. Proc. 7th International RILEM symposium ATCBM09 on Advance testing and characterization of bituminous materials. Vol II: 1019-1028.
- 2.- García-Travé G., Martínez-Echevarria M. J., Rubio Gámez M (2012). Bituminous mix response to plastic deformations: comparison of the spanish nlt-173 and une-en 12697-22 wheel-tracking tests. Revista Dyna 174: 51-57. ISSN 0012-7353.
- 3.- Perraton D., Di Benedetto H., Sauzéat C., De La Roche C., Bankowski W., Parlt M., Grefell J. (2011). Rutting of bituminous mixtures: wheel tracking test campaign analysis. Revista Materials and Structure 44:969-986.
- 4.- Angelone S., Martínez F., Cauhape Casaux M., Andreoni R. (2008). Influencia de los factores de carga y de servicio en el ensayo de rueda cargada. XXXV Reunión del Asfalto. Comisión Permanente del Asfalto.
- 5.- Daguerre L., Cubillas J. (2008). Influencia de la carga y su tiempo de aplicación en concretos asfálticos, medido a través del ensayo de pista. XXXV Reunión del Asfalto. Comisión Permanente del Asfalto.
- 6.- Agnusdei, J., Iosco, O., Jair, M. y Morea, F. (2005). Correlación entre Ensayos que Miden Deformaciones Permanentes. XIV Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito ISBN N° 987-98988-1-8, Trabajo 031.
- 7.- Agnusdei, J. Iosco, O. Jair, M. Morea F. (2006). Correlación entre medidas de Ahuellamineto in situ y ensayos de laboratorio. XXXIV Reunión del Asfalto, Comisión Permanente del Asfalto.
- 8.- Morea F. (2010) Predicción del desempeño de mezclas asfálticas frente a las deformaciones permanentes conociendo la Low Shear Viscosity del asfalto. XXXVI Reunión del Asfalto, Comisión Permanente del Asfalto.
- 9.- Agnusdei, J. Iosco, O. Jair, M. Morea F. (2007). Correlación entre medidas de Ahuellamineto in situ y ensayos de laboratorio 2ª parte. XIV Congreso Ibero Americano del Asfalto.
- 10.- Morea F. (2011) Deformaciones permanentes en mezclas asfálticas. Efecto de la reología de los asfaltos, la temperatura y los niveles de carga. Tesis Doctoral Facultad de Ingeniería UNLP.
- 11.- Morea F., Zerbino R., Agnusdei J. (2013). Improvements on asphalt mixtures rutting performance characterization by the use of Low Shear Viscosity. Revista Materials and Structure 46:267-276.
- 12.- Pliego especificaciones técnicas particulares para mezclas asfálticas (2005) Comisión Permanente del Asfalto.