

MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL POR LA RETEXTURIZACIÓN DE PAVIMENTOS MEDIANTE TÉCNICAS DE HIDRODESABASTE

Fco. Javier López Delgado
Presidente de la Asociación de Auditores de Seguridad Vial (ASEVI)
Experto Senior de Seguridad Vial de la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS)



INTRODUCCION

La reducción en el número de accidentes de tráfico, o al menos las fatales consecuencias de éstos, es el objetivo común de los profesionales que trabajamos en el campo de la Seguridad Vial y no es ninguna novedad el tratar de mejorar ésta a través de los tres Agentes Fundamentales: El factor humano, el vehículo y la carretera.

Es en **La Carretera** donde a nuestro juicio queda más trabajo por hacer, o si lo prefieren en una forma positiva de decirlo, “se tiene más margen de actuación” para poder mejorar el estado de la Seguridad Vial.

Para la mejora del estado de la seguridad vial en las vías de tránsito, calles, carreteras, autovías o autopistas, los técnicos en Seguridad Vial, Auditores e Inspectores de Seguridad Vial, detectamos las posibles deficiencias y proponemos soluciones de bajo coste para su solución. Dichas medidas las distinguimos entre:

- **Medidas Preventivas:** Aquellas que están destinadas a evitar el accidente de tráfico, como la señalización vertical y horizontal, el balizamiento, la iluminación, *la textura del pavimento, etc.*
- **Medidas Paliativas:** Aquellas que una vez que ocurre el accidente, tratan de disminuir o aminorar las consecuencias del mismo, como barreras, terminales de absorción de energía, amortiguadores de impacto, lechos de frenado, etc..

En este artículo me centraré en el estado del firme en su capa de rodadura, y más concretamente en su textura.



Detalle de firme en su capa de rodadura

IMPORTANCIA DEL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO TRANSVERSAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LAS CARRETERAS EN LA SEGURIDAD VIAL

Tenemos claro que la acción o por el contrario la inacción entre los tres Agentes Fundamentales que confluyen en la Seguridad Vial, el factor humano, el vehículo y la carretera son determinantes a la hora de mejorar los índices de Accidentalidad y tratar de llegar al objetivo que todos buscamos: CERO VÍCTIMAS por accidentes de tránsito.

Para llegar a este objetivo, es fundamental acometer acciones de mejora que integren a los tres agentes, y contemplar no sólo las medidas paliativas para reducción de las consecuencias de los accidentes, sino eminentemente las MEDIDAS PREVENTIVAS, donde encontramos los mayores índices de mejora en valor humano y económico.

Ningún accidente de tránsito es achacable a una sola razón, éste es consecuencia de una acumulación de probabilidades que superan la línea roja que produce el accidente, y es por ello que para poder reducir el Índice de Siniestralidad debemos trabajar sobre todos los campos posibles, y sobre todo en aquellos donde se reduzca significativamente la probabilidad del accidente: EL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO O TEXTURA es una de las razones más influyentes en la Seguridad Vial en lo que se refiere a la Seguridad Vial en la Infraestructura.

¿Por qué es tan influyente la textura superficial del firme? Porque casi todos los accidentes de tránsito están condicionados en mayor o menor medida en el rozamiento entre la rueda y el pavimento, pero no sólo esto, sino que el mayor número de accidentes y el mayor número de víctimas producidas por éstos, los encontramos en los casos donde influye más el rozamiento entre neumático y firme:

- Accidentes por salida de vía.
- Choques frontales, fronto-laterales, traseras y múltiples.
- Atropellos a usuarios vulnerables.

En España, durante el año 2018 se produjeron en España 102.299 accidentes de tráfico con víctimas, en los que perdieron la vida 1.806 personas y otras 138.609 resultaron heridas, de las cuales 8.935 requirieron ingreso hospitalario.

De los Accidentes con Víctimas ocurridos, **el 32% correspondió a SALIDAS DE VÍA (506 fallecidos) , y el 21% a ATROPELLOS (146 fallecidos), siendo las DOS PRINCIPALES CAUSAS de accidentes con víctimas.** Asimismo, en los datos provisionales recabados del año 2019, siguen ocupando los accidentes por salida de la vía y atropellos los primeros puestos en las estadísticas del tipo de accidente.

Es evidente la relación directa entre estos tipos de accidente y la textura superficial del firme, pero es que además, existen estudios realizados que demuestran la mejora de la accidentalidad mediante la mejora de la textura del firme:

- En el País Vasco, por ejemplo, en siete tramos de la A-8 que, un año antes, habían registrado un total de 137 accidentes de tráfico, se pasó a 17 un año después. En dos tramos de la BI-604 se pasó de 32 a 4 accidentes tras la actuación sobre el rayado del firme. En otros dos tramos de la BI-631, de 41 a solo 1 accidente de tráfico. Y en un tramo de la BI-637, de 31 accidentes a 7. En total 12 tramos en los que se produjeron 241 siniestros viales y, un año después de aplicar las medidas de retexturización, solo se registró 29 accidentes de tráfico.
- En Estados Unidos, el U.S. Department of Transportation establece una serie de medidas de reducción de siniestralidad, y en lo que respecta a la mejora de la fricción del firme ha registrado hasta un 40% en la reducción de accidentes. Un estudio realizado en el Estado de Nueva York sobre la incidencia de la mejora de la resistencia al deslizamiento del firme en intersecciones demostró una reducción de siniestros en éstas de hasta un 78%.

La medida más usualmente utilizada en Europa para evaluar dicha textura y su incidencia en la Seguridad Vial es el Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT) y es con este dato con el que se suele medir la adherencia entre el neumático y el firme.

Según la Dirección General de Carreteras, en su nota de servicio 1/2017 sobre el VALOR UMBRAL DEL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO TRANSVERSAL (CRT) MEDIDO CON EQUIPO SCRIM, establece que en unas condiciones de ensayo de superficie mojada con un espesor teórico de película de agua de 0,5 mm, velocidad de circulación del equipo de 50 km/h y longitud de promedio del CRT de 20 m, **SE ESTABLECE COMO VALOR UMBRAL DEL CRT EL DE 35, expresado en tanto por ciento.**

Por tanto se considera **INADECUADO un firme con un CRT por debajo de 35**, y en el intervalo $35 < \text{CRT} < 50$ hay que hacer un seguimiento especial, y desde el punto de vista de este Auditor de Seguridad Vial, desaconsejable por debajo de un CRT de 50.

Así que cualquier carretera con un CRT por debajo de 35 estaría fuera de normativa y sus gestores responsables de los accidentes que pudiesen ocurrir achacables a esta deficiencia.

Un firme nuevo, según las especificaciones del PG-3 debe cumplir con un CRT mínimo de 65 en caso de una Mezcla Bituminosa en Caliente en su capa de rodadura:

TABLA 542.15 VALORES MÍNIMOS DE LA MACROTEXTURA SUPERFICIAL (MTD) Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO TRANSVERSAL (CRTS) DE LAS MEZCLAS PARA CAPAS DE RODADURA

CARACTERÍSTICA	VALOR
Macrotextura superficial (norma UNE-EN 13036-1) (*) (mm)	0,7
Resistencia al deslizamiento (norma UNE 41201 IN) (**) (%)	65

(*) Medida inmediatamente después de la puesta en obra.

(**) Medida una vez transcurrido un mes de la puesta en servicio de la capa.

Tabla 542.15 del PG-3

Durante la vida útil de la carretera, la capa de rodadura se va degradando, como es lógico y reduce su CRT, sobre todo en aquellas vías con alta intensidad de vehículos (por bruscas variaciones de velocidad o trayectoria), en las carreteras o carriles con un alto número de tráfico pesado (mayor fatiga del firme), corriendo el riesgo de bajar del umbral de CRT 35 lo que supone un riesgo real de seguridad vial, y *no olvidemos, un riesgo LEGAL para las autoridades responsables de la vía en servicio.*

Además con el envejecimiento del firme, la superficie se contamina y pierde su capacidad de drenaje superficial, lo que incrementa el riesgo de aquaplaning.



Aquaplaning

¿CÓMO MEJORAR EL CRT EN ESTOS PAVIMENTOS ENVEJECIDOS?

La primera respuesta obvia a esta pregunta sería una **reposición de firme** (recapado), aunque el coste del mismo es ciertamente elevado, y además como normalmente por desgracia se suele hacer sin fresado y retirada de la capa antigua, **no se suele tener en cuenta el cambio de la altura relativa de los elementos de contención adyacentes a la vía (barreras, pretilas, etc) lo que altera sustancialmente las características del elemento de contención afectado.**

En una Auditoría de Seguridad Vial, el equipo auditor debe proponer soluciones a los problemas detectados, procurando que éstas sean económicamente rentables, por ello sugiero el estudio de otras formas de mejora del pavimento existente mediante la **RETEXTURIZACIÓN DEL FIRME:**

1. **MICROFRESADO:** Técnica que consiste en el escarificado superficial del pavimento cuyo objetivo es conseguir un producir una nueva textura de la capa de rodadura mediante una fresadora equipada con un tambor de microfresado que realiza un fresado en el pavimento con una distancia media entre surcos de 8 a 10 mm y una profundidad máxima de corte de 4 mm, produciendo una nueva textura transitable en una sola pasada.
2. **GRANALLADO METÁLICO:** Técnica basada en la proyección de esferas de acero de diámetros comprendidos entre 0,5 y 1,5 mm a gran velocidad; al golpear estas microesferas el árido superficial restituyen su microtextura y además remueven la parte superficial del ligante bituminoso, liberando el material no ligante, por lo que se crea macrotextura. Las esferas de acero se recuperan para ser utilizadas nuevamente y el polvo producido es aspirado y almacenado para evitar la contaminación ambiental.
3. **HIDRODESABASTE:** Técnica que consiste en un equipo de muy alta presión (de 2700 a 3000 bares) instalado sobre un camión, que equipa un cabezal con inyectoros de agua giratorios. El resultado es una mejora de las características superficiales relacionadas con la adherencia y con ello una mejora en el valor del CRT a la mejor relación coste-beneficio.

El equilibrio conseguido entre el coste y el beneficio técnico y de seguridad vial del Hidrodesbaste, es lo que me ha llevado a hacer un artículo centrado en este tipo de técnica de Retexturización de capas no agotadas del firme.

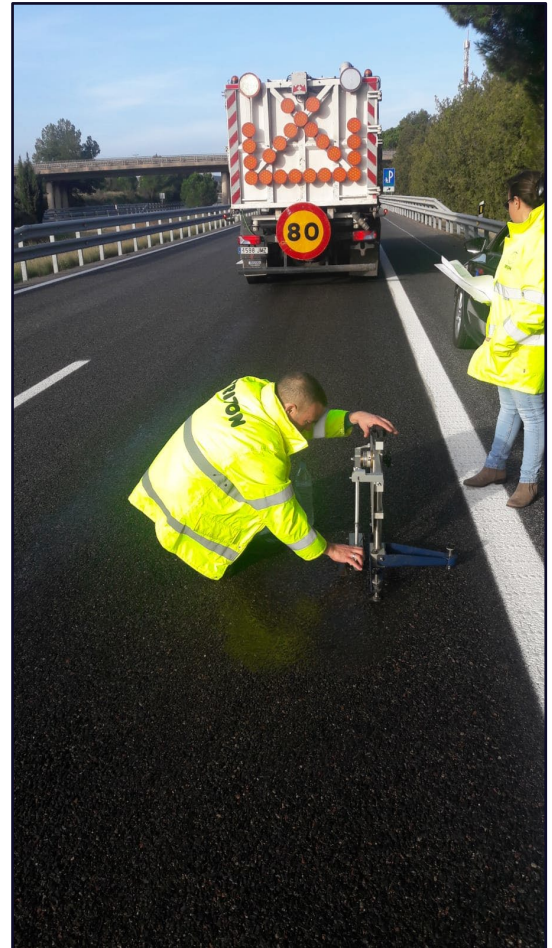
VENTAJAS DEL HIDRODESBASTE COMO TÉCNICA DE RETEXTURIZACIÓN DE FIRMES

Para el estudio de la mejora del CRT por HIDRODESBASTE, se ha elegido una maquinaria con sistema “Stripe Hog” cuyas características técnicas son las siguientes:

- PRESIÓN OPERATIVA: Hasta 2.750 bar.
- TASA DE FLUJO: 44,6 lpm.
- CAPACIDAD DE AGUA LIMPIA: 11.924 l.
- CAPACIDAD TANQUE DESPERDICIO: 6.435 l.
- SIN QUÍMICOS: Usa exclusivamente agua con lo que es una ventaja adicional desde el punto de vista medio-ambiental.
- ANCHO DE TRABAJO: 1,75 m, permite terminar un carril de 3,50 m. en dos pasadas sin solapado.
- RENDIMIENTO MÍNIMO: 750 m²/h.
- RECOGIDA CONTINUA, recogiendo en el propio vehículo el residuo de limpieza.
- CLIMATOLOGÍA: Puede trabajar en cualquier condición climatológica por lo que reduce los plazos de ejecución y la afcción al tráfico.



Maquinas de hidrodesebaste de firme con sistema “Stripe Hog”



Detalles de flujo de agua a muy alta presión (imagen superior izda.) y toma de datos de CRT con péndulo TRRL (imagen superior dcha.)



Maquinaria de hidrodesebaste en plena operación

Se revisaron varias actuaciones del Sistema “Stripe Hog” de Hidrodesbastado, con los siguientes resultados (lectura del CRT con péndulo TRRL in situ tras la operación):

1. Autopista A-3, P.K. 29 sentido creciente.
 - CRT antes: 42-47
 - CRT después: 84-87
 - **Media de aumento del CRT: 39,5**
2. Autopista A-2, P.K. 42 (toma de datos en 3 puntos diferentes)
 - CRT antes: 42-55
 - CRT después: 77-86
 - **Media de aumento del CRT: 31**
3. Carretera A-7059, entre P.K. 1 y P.K. 2 (toma de datos en 2 puntos diferentes)
 - CRT antes: 43 y 45
 - CRT después: 75 y 81
 - **Media de aumento del CRT: 34**



Detalle del firme antes/después

Se observaban por tanto en estos tres ejemplos el incremento significativo del Coeficiente de Rozamiento del firme CRT desde un nivel bajo, a un nivel muy satisfactorio, pero pretendimos comprobar el resultado de lo respecto al posible cambio de Accidentalidad, es decir, su Influencia CLARA en Seguridad Vial, con los siguientes resultados:

1. M-300, en el P.K. 30+500 . Problema de salida de calzada en curva. Resultados:

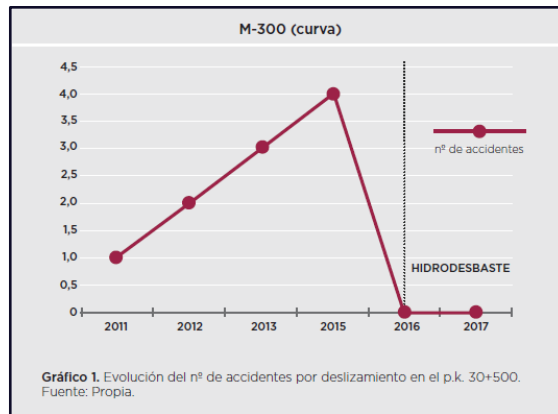


Gráfico 1

2. Autovía A-7 (Valencia), entre los pp.kk. 354+000 y 354+200 . Problema de deslizamiento en curva. Resultados:

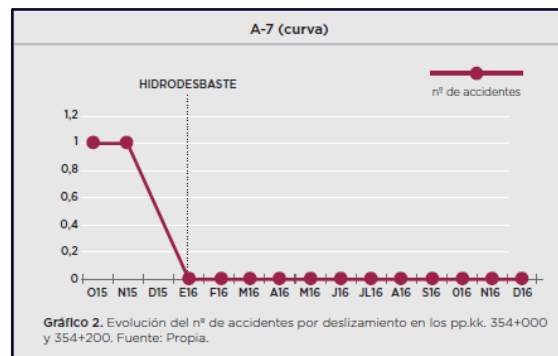


Gráfico 2

3. N-651 (A Coruña), entre los pp.kk.28+000 y 29+000 . Problema de salida de calzada en curva. Resultados:

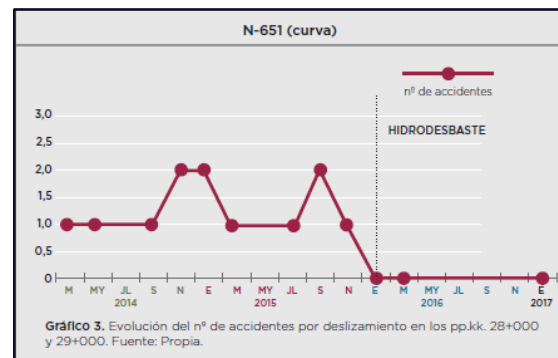


Gráfico 3

Podemos asegurar además con estos tres ejemplos que la reducción de siniestralidad en estos tres puntos conflictivos son de completo éxito.

Además se revisaron otros dos ejemplos para ver el índice de aumento del CRT (medido también con péndulo TRRL) junto con la incidencia en el drenaje superficial, realizando ensayos de drenaje superficial in situ con permeámetro LCS antes y después de la operación de Hidrodesbaste, con los siguientes resultados:

1. C-37, Túnel de Bracons, medición de 4 puntos en carril sentido norte). Resultados:

- CRT antes: 43-48
- CRT después: 65-70
- **Media de aumento del CRT: 22**
- Ensayo LCS antes: 89 seg.
- Ensayo LCS después: 33,8 seg.
- **Después del tratamiento con agua a presión se observa una disminución de casi un minuto (55,2 segundos), lo que supone una mejora destacable de la permeabilidad de la capa de rodadura.**

2. AG-41, Autovía del Salnés, Enlace Sanxenxo Ramal Entrada MI. Resultados:

LOCALIZACIÓN Enlace Sanxenxo, ramal entrada MI	ENSAYO LCS (s) inicial	ENSAYO LCS (s) después de limpieza a 500 bar	ENSAYO LCS (s) después de limpieza a 800 bar	ENSAYO LCS (s) después de limpieza a 1000 bar
Punto 1	112	78	56	42
Punto 2	252	-	-	40
Punto 3	208	-	130	-
Punto 4	113	96	-	-

LOCALIZACIÓN Enlace Sanxenxo, ramal entrada MI	CRD inicial	CRD después de limpieza a 500 bar.	CRD después de limpieza a 800 bar.	CRD después de limpieza a 1000 bar.
Punto 1	68	73	68	74
Punto 2	74	-	-	79

Cuadro de datos de resultados del Coeficiente de Rozamiento al Deslizamiento (CRD) en % y ensayos LCS en segundos, a diferentes presiones de agua en la operación de Hidrodesbaste.

Se observa también que las mediciones realizadas en esta zona, después de realizar la limpieza con agua a presión, muestran una reducción de tiempo muy considerable y por tanto una mejora sustancial de la permeabilidad del firme.

CONCLUSIONES

En estos dos ejemplos podemos constatar con Respercto a la Mejora de la Seguridad Vial que no solamente se mejora el Coeficiente de Rozamiento Transversal, elemento esencial para la disminución de la Accidentalidad, sino que también se consigue una mejora del drenaje superficial con lo que aumenta además esta mejora los índices de Seguridad Vial en el firme tratado por Hidrodesbaste.

A estas ventajas técnicas, podríamos añadirle ventajas económicas, suponiendo un coste de hasta tres veces menos que otros sistemas de retexturizado del firme. Ventajas medioambientales, **reduciendo la contaminación acústica** y muy significativamente las emisiones de CO2 en el desarrollo de los trabajos **disminuyendo considerablemente la HUELLA DE CARBONO**.

Debido a la velocidad de avance de este tipo de maquinaria, las operaciones de trabajo de Hidrodesbaste se pueden realizar mediante señalización móvil.

Por todas las razones y ejemplos expuestos se deduce que la Retexturización de Pavimentos envejecidos mediante Hidrodesbaste es una Técnica totalmente recomendable para la mejora no sólo técnica y económica en el mantenimiento del firme sino para la MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL.