

## BENEFICIOS DE LAS CAPAS DE RODADURA CON RIEGO DE SELLO SINCRONIZADO

Ing. Victor Cincire  
SemMaterials México  
[vcincire@semgroupcorp.com](mailto:vcincire@semgroupcorp.com)

### ANTECEDENTES

El riego de sello como técnica de preservación de pavimentos es el tratamiento superficial de mayor costo efectivo alrededor del mundo y se aplica desde finales del siglo XIX. No obstante, en México a finales del siglo pasado era una aplicación muy desacreditada, que las Dependencias aplicaban cada vez menos, por el pobre desempeño que presentaban (desprendimientos prematuros, alto riesgo de accidentes, parabrisas rotos, corta vida útil) debido principalmente a la carencia de diseños, condiciones de obra inapropiadas, equipos constructivos en condiciones deficientes y materiales de baja calidad (emulsión y agregados).

En la gráfica 1 se puede observar que entre 1997 y 1999 en la red de carreteras federales libre de peaje, únicamente se aplicaron un promedio de 500 km anuales de riegos de sello como parte de las actividades de conservación, lo que equivalía a sólo un 25% de lo aplicado en 1993.

Ante la problemática anterior, en México nos dimos a la tarea de desarrollar un sistema de riego de sello usando nuevas tecnologías que proporcionara todos los beneficios esperados de este tipo de aplicaciones.

La respuesta fue la transferencia, adecuación y desarrollo del concepto de riego de sello sincronizado, procedente de Europa.

El desarrollo se inició en nuestro país en el año 2000 por un periodo de tres años, al final del cual se implementó una metodología de diseño, aplicación, control de calidad y monitoreo, adecuada a nuestras condiciones, considerando las variables que más impactan en los riegos de sello, como diseño, tránsito, superficie, clima, materiales y equipo de construcción. Esta técnica de preservación de pavimentos se comenzó a utilizar en los programas de la Dirección General



de Conservación de Carreteras en el año 2003 y actualmente es usada en la gran mayoría de los Centros SCT, con resultados significativamente favorables, comparados con los riegos de sello convencionales. En la Gráfica 1, se observa que el uso de los riegos de sello en la DGCC se volvió a incrementar a partir del 2003, con un promedio anual de 2000km.

Los equipos usados actualmente en este sistema son del tipo dos en uno ó separados, que garantizan la correcta sincronización de la aplicación ligante-gravilla, con dosificación controlada y alta precisión, asistidos por computadora.



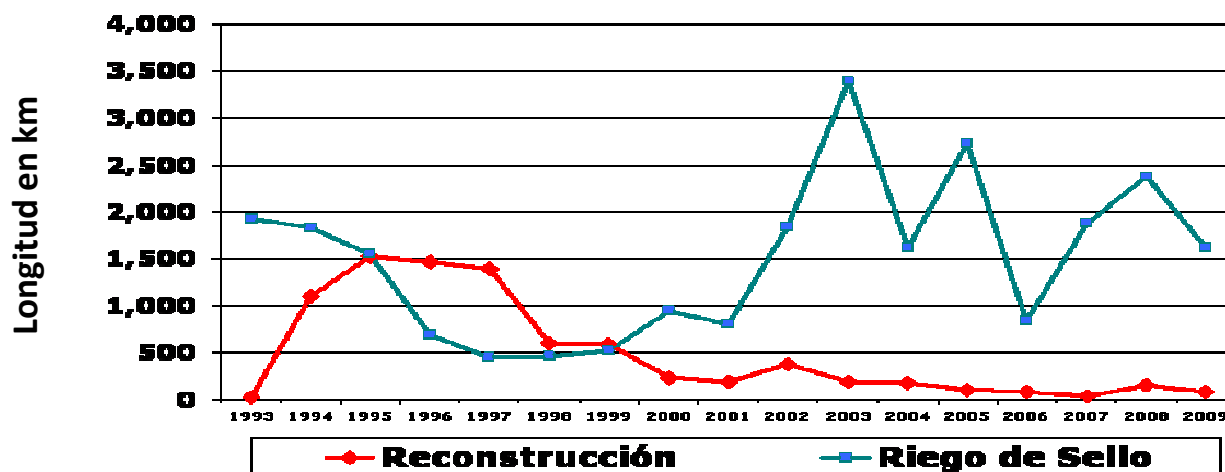
**RIEGO SINCRONIZADO**

En años recientes se ha observado el uso de algunos equipos de aplicación que no satisfacen los requerimientos de las Dependencias, así como la tendencia a utilizar dosificaciones de emulsión menores a las requeridas, suscitándose fallas prematuras del sistema como desprendimientos, desgranamientos prematuros y variaciones en la aplicación. Por lo anterior, es necesario reforzar el cumplimiento de los parámetros involucrados en el sistema. En la fotografía de al lado se observa el equipo de aplicación que no cuenta con sistemas automáticos y precisos de dosificación ni limpieza, y los ajustes se realizan de forma manual. Debido a esto se requiere que el personal vaya en el esparcidor de sello, propiciado una condición insegura y el mayor riesgo de sufrir accidentes.



**EQUIPOS DEFICIENTES**

GRAFICA 1.- Historia de los subprogramas de reconstrucción y riego de sello de la Dirección General de conservación de Carreteras, SCT.



Datos de la DGCC de SCT

## BENEFICIOS DEL RIEGO DE SELLO SINCRONIZADO.

Desde su origen el sistema de riego de sello sincronizado se sustentó en proporcionar beneficios como mayor seguridad para el usuario, aplicaciones consistentes, incremento de la vida útil y dosificaciones controladas y precisas de forma tal que se podían optimizar las dosificaciones de emulsión y gravilla, permitiendo un ahorro considerable por este concepto. Debido a la bondad del sistema en ocasiones se abusa de él, p.e. se llega a solicitar que se disminuya la dosificación óptima de emulsión, ocasionando que se reduzca la vida útil de la aplicación.

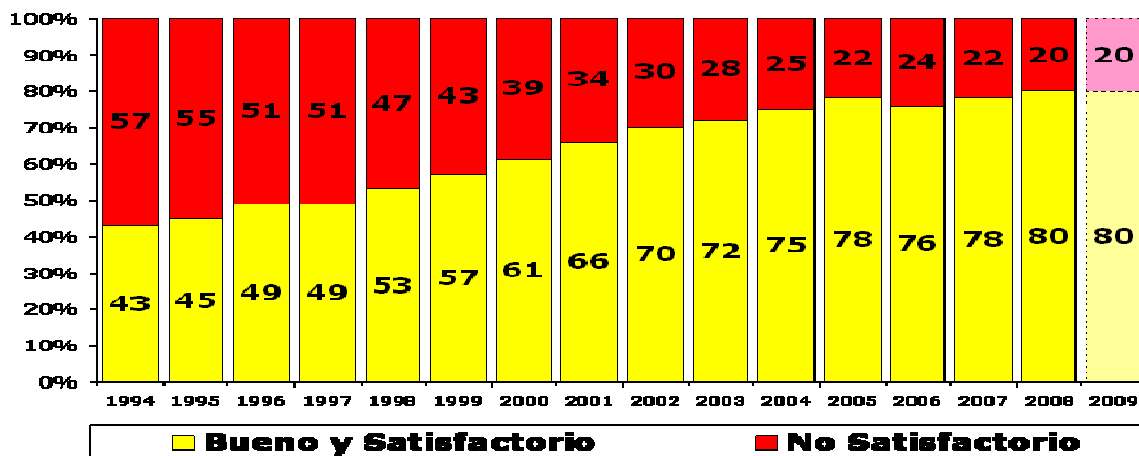
Las principales ventajas de los riegos de sello sincronizado están orientadas a:

- Durabilidad.- El uso de equipos sincronizados, emulsiones modificadas con polímero de alta viscosidad con residuos asfálticos mayores de 67% y agregados controlados, cumpliendo las especificaciones solicitadas por las Dependencias permiten una mayor vida útil del tratamiento.
- Seguridad y confort.- Las dosificaciones precisas de agregado, evitan exceso de gravilla suelta previniendo derrapes y rotura de cristales, así como menor cantidad de gravilla adherida a los neumáticos de los vehículos durante el proceso constructivo.
- Diseño.- El uso de diseños adecuados y la revisión previa al arranque del tramo para verificar las características y desempeño de los materiales, incrementa la certidumbre de obtener un buen resultado de la aplicación.
- Soporte Técnico.- El que el proveedor de los equipos y de la emulsión asfáltica cuente con personal altamente especializado en este tipo de aplicaciones y proporcione un soporte técnico oportuno, contribuye al logro de aplicaciones exitosas.
- Costos.- Se logra un ahorro significativo en las dosificaciones de sello (20 a 30%, respecto a sistemas convencionales) y de emulsiones, al optimizar dichas dosificaciones.
- Mayor Control de obra.- Se utiliza equipo computarizado con dosificaciones controladas, precisas y uniformes durante toda la aplicación, se requieren menos equipos sobre el tramo, facilitándose la supervisión de obra y control del tráfico.

Lo anterior ha posibilitado que en el caso de las Dependencias dedicadas a la conservación de carreteras en donde los recursos presupuestales normalmente son limitados, se privilegie la conservación periódica con innovaciones tecnológicas como las de este tipo de tratamientos que han contribuido a incrementar el porcentaje de carreteras en estado bueno y satisfactorio, como se aprecia en la gráfica 2 para el caso de la DGCC.



GRAFICA 2.- Evolución del estado físico de la red federal 1994-2009 en %.  
(Dirección General de conservación de Carreteras, SCT)



Datos de la DGCC de SCT

### FACTORES QUE IMPACTAN LA VIDA UTIL DE LA APLICACION

Los principales factores que influyen en el desempeño de las capas de rodadura con riego de sello son: Materiales (ligante y agregados) condiciones de obra (tránsito, superficie y clima) equipo y procedimiento constructivo. Cumplir con los requerimientos establecidos para cada uno de ellos marcará la diferencia entre una aplicación exitosa y una deficiente.

El sistema constructivo debe ser bien definido y controlar las variables que intervienen en su desarrollo considerando que la fase de construcción incide en gran medida en la calidad y desempeño del riego de sello.

Para evitar fallas prematuras del tratamiento superficial se requiere que la superficie de aplicación se encuentre estructuralmente sana y previamente reparados los deterioros existentes; así como cumplir con los requerimientos antes mencionados, incluyendo una dosificación adecuada de emulsión asfáltica.

Una parte fundamental para el éxito es utilizar las dosificaciones de emulsión asfáltica recomendadas de acuerdo al diseño. El utilizar dosificaciones menores a las mínimas recomendadas puede afectar considerablemente la durabilidad esperada de este tipo de aplicaciones que es de 4 a 7 años, presentándose desprendimiento ó desgranamientos de gravilla prematuros.

Se han monitoreado diferentes aplicaciones que presentan un buen comportamiento durante los primeros meses después de la aplicación, pero que empiezan a presentar fallas prematuras de desgranamiento del agregado debido a las bajas dosificaciones utilizadas. El desgranamiento consiste en la pérdida de gravilla del tratamiento, provocando que la superficie de la aplicación tenga una apariencia muy irregular.

La subdosificación se refleja en un bajo porcentaje de embebido del agregado en el asfalto, ocasionando que el desgranamiento se inicie principalmente en la superficie fuera de la zona de mayor rodamiento de las llantas de los vehículos, debido a que es el área con menor acción de los neumáticos y la que tiene menor porcentaje de agregado embebido dentro del asfalto. En la zona de mayor rodado se tiende a incrustar el agregado dando lugar a un mayor porcentaje de embebido y por consecuencia mayor adherencia.

### COEFICIENTE DE FRICCIÓN

Los riegos de sello sincronizados presentan un excelente coeficiente de fricción medido con el equipo Mu Meter, que cumple satisfactoriamente con los requisitos solicitados a las capas de rodadura en la normativa SCT actual.

En la siguiente fotografía se observa la medición del coeficiente de fricción con el equipo Mu Meter y en la gráfica los valores obtenidos de la medición.

