

RIEGOS SUPERFICIALES CON BETUN FLUIDO

Por OLEGARIO LLAMAZARES GOMEZ

Ingeniero de Caminos

Como resultado de su experiencia personal en una campaña de ocho años, el autor propone unas fórmulas tipo para riegos superficiales. En el presente trabajo se detallan las características y dotaciones de los materiales, así como la práctica de la ejecución, acompañándose fotografías que muestran la estructura de los revestimientos aplicados en diversos años de la campaña. Consideramos muy interesante la divulgación de estas fórmulas, con las que se conseguirán unos tipos de riegos resistentes, baratos y antideslizantes, muy apropiados para la urgente mejora del firme de nuestra red de carreteras.

Un análisis de las inversiones del Estado en la conservación de nuestra red de carreteras, pondría de manifiesto que la mayor parte de las consignaciones anuales para esta atención se dedica a riegos asfálticos. La elección viene forzada, de un lado, por la necesidad de acabar con los firmes de macadam, inadecuados para el intenso tráfico de hoy, y de otro, por la imposibilidad económica de proyectar revestimientos de mejor calidad, aunque quizá en algunos casos fueran aconsejables, sobre todo pensando en su duración a través de un período en que se vislumbra un gran desarrollo del transporte mecánico por carretera.

Pero, por ahora, los riegos asfálticos siguen manteniendo su importancia y es preciso proyectarlos y ejecutarlos con el mayor esmero, cuidando todos los detalles y observando todas las precauciones que aconseja la buena técnica, para que sea rentable el dinero que en ellos se invierte, por conseguir el fin pretendido: dotar al firme de una capa de rodadura uniforme, resistente y antideslizante.

Felizmente se ven cada día menos aquellos riegos clásicos, espejos negros sobre la carretera, con la gravilla sumergida en el ligante, y van apareciendo los riegos claros, en que la gravilla ocupa la superficie, constituyendo un auténtico microadoquinado que, por su rugosidad, da seguridad al automovilista en los días de lluvia y además mejora considerablemente la visibilidad de noche al ofrecer un fondo claro sobre el que destacan, por contraste, los obstáculos fijos y móviles.

A este tipo de riego es al que vamos a referirnos en el presente trabajo, donde trataremos de fijar algunas normas y fórmulas de dosificación, para cuya obtención se han conjugado la información y la experiencia.

Nuestras fórmulas de riego se basan, principalmente, en la técnica francesa, ya dada a conocer en las páginas de esta REVISTA por nuestros compañeros Caballero de Rodas y Sáenz de Miera en los trabajos que más adelante se reseñan.

Nuestra experiencia se debe a una campaña de ocho años en la Jefatura de Obras Públicas de León, durante la que se ha aumentado notablemente el número de kilómetros de firme asfáltico, como muestran los siguientes datos:

Longitud total de carreteras de la provincia con riego asfáltico en 1952	481 Km.
Idem íd. íd. en 1960	917 »
Aumento	436 »

Con ello, el porcentaje de firmes de macadam se redujo del 75 al 54 por 100. La longitud de la red de carreteras a cargo del Estado en la provincia es de 2 124 Km., incluyendo 64 de firmes especiales, 30 de aglomerado y 34 de pavimento rígido.

En la citada campaña se han aplicado primeros y segundos riegos, o sea:

- riegos para revestimiento asfáltico de un firme de macadam;
- riegos de conservación sobre otro riego desgastado.

Todos son riegos superficiales y hemos aclarado su definición, principalmente porque no deben considerarse como capas consecutivas de un doble riego, sino que fueron aplicadas independientemente, por la escasez de las consignaciones. Los primeros se fueron dedicando a los tramos de macadam de las carreteras comarcáles y locales de mayor tráfico, y muchos de ellos se han mantenido varios años sin que les haya llegado aún el segundo riego.

Los segundos riegos se fueron aplicando a los kilómetros con revestimiento más desgastado, sucediendo que, a lo largo de estos últimos ocho años, cada vez había más kilómetros regados que con el paso del tiempo exigían una nueva capa y a los que no se podía abandonar. Por bien fundado criterio de nuestra Dirección General, se considera preferente en los planes anuales de reparación la conservación de los firmes asfálticos; con ello han ido decreciendo los primeros riegos y aumentando los segundos; así hemos llegado en el año 1959 a no proyectar ningún primer riego.

Para ordenar la exposición del presente trabajo, pasaremos revista a los materiales, empleados y condiciones de ejecución.

Ligantes.

En los años 1952 y 1953, y tratando de utilizar un ligante bastante fluido, condición esencial en los pri-

meros riegos para la impregnación del macadam, se empleó alquitrán; pero la falta de uniformidad en la calidad de los envíos, en general sin la adhesividad suficiente para fijar la gravilla, lo que condujo a algunos fracasos, nos obligó a renunciar a este ligante. A partir de entonces, nos decidimos al empleo de betún fluido, que sólo fué sustituido en muy pocos casos por emulsión asfáltica, a la que se recurrió para no suspender el riego en épocas avanzadas de la estación, en que hubo retrasos en el suministro de *cut-back*. Se empleó emulsión de betún del 60 al 65 por 100, aplicada en caliente; quedaron así tramos alternados en la carretera, de uno y otro ligante. La gravilla en calidad, forma y dotación, era la misma, como las condiciones de aplicación del riego, pero con el paso del primer invierno se pudo apreciar claramente el mejor comportamiento del revestimiento con betún fluido, lo que nos definió aún más la elección.

También para los segundos riegos hemos adoptado el mismo ligante, convencidos de la dificultad del empleo de betún de penetración en esta provincia de clima frío, en que son pocos los días del año en que puede emplearse, sin el riesgo de que por una prematura solidificación no sujete la gravilla y sea desplazada por el tráfico. Y estos pocos días secos y de altas temperaturas muchas veces no son aprovechados por falta de organización en las contratas que generalmente padecemos.

En consecuencia, desde el año 1954 proyectamos todos los riegos con betún fluido y con este ligante se han ejecutado, empleando los *cut-back* RC-2 y RC-3, según las circunstancias del mercado. Los betunes de penetración sólo se han autorizado en algunos casos a la hora de la ejecución de la obra, cuando se contaba con un tiempo asegurado, en días calurosos de julio o agosto.

Así, pues, en todo lo que sigue nos referiremos a riegos superficiales con los dos tipos de *cut-back* citados, que son de cura rápida, con 67 y 73 por 100 de betún y solvente de gasolina. Se empleó el tipo RC-2 en los años 1953 a 1956 y RC-3 en el resto. Los productos empleados han sido de buena calidad, salvo algunas remesas en 1955 y 1959. En los de este último año se comprobó que era debido a un exceso de agua. Para prevenir estos casos es muy interesante la toma de muestras en los acopios, para su análisis en el Laboratorio de que ahora felizmente disponen las Jefaturas.

Gravillas.

Se utiliza en proporción dominante la gravilla silicea; una gran parte de las calizas que se encuentran en la provincia no son apropiadas para el riego por falta de dureza. Pertenecen a la llamada geológicamente *caliza de montaña*, del Dinantiense, que abunda en grandes macizos en la extensa mancha carbonífera leonesa; son calizas blandas — *caliza hembra*

la llaman los naturales del país — y *polyorientas*; por tanto, poco recomendables. Hay algunas canteras de caliza cámbrica dura, pero lo más corriente es recurrir a las graveras silíceas de los lechos fluviales, que desde luego son el único recurso en toda la zona llana de la provincia.

Se emplea exclusivamente gravilla artificial, y respecto a su forma, exigimos que sea aproximadamente cúbica, que es la menos frágil y la más resistente al desgaste, al mismo tiempo que se adapta mucho mejor a la formación del microadoquinado aludido. También así se evita la superposición de elementos y con ello que se suelten muchos. Para aproximarse a esta forma geométrica ideal, se exigen unas limitaciones en la granulometría, con una diferencia de 4 a 6 mm. entre la máxima y mínima dimensión, que viene a corresponder al $d > 0,6$ ó $0,7 D$ de las recomendaciones francesas. No obstante, se tiene en cuenta la inevitable tolerancia de un 10 por 100 por encima o por debajo de las dimensiones límites.

Las gravillas más empleadas han sido las de 8/12 y 12/16 mm. En los últimos años se introdujo con éxito el empleo de gravilla de dos dimensiones por separado: después de extendida y cilindrada la gravilla gruesa, se extiende la fina y se vuelve a cilindrada. Con esto se acuña la gravilla gruesa, evitando que la desplace el tráfico; además se colmatan huecos, consiguiéndose un revestimiento más cerrado, y se disminuyen las posibilidades de resudación.

Fórmulas de dosificación.

Para la fijación de dosificaciones de ligante y árido se ha partido de las normas preconizadas en Francia, que corresponden aproximadamente a las siguientes reglas prácticas:

- El número de litros de gravilla que debe extenderse por metro cuadrado de firme será igual a la dimensión máxima en centímetros (excluidos los granos gruesos que se admiten en el 10 por 100 de tolerancia).
- Cada kilogramo de ligante puro se supone puede sujetar 10 ó 12 litros de gravilla.

De acuerdo con estas reglas están las dosificaciones del cuadro que incluye Sáenz de Miera (*), y en el que se consideran diferentes dimensiones de gravilla y diversos tipos de ligante.

En la proporción de gravilla que define la segunda regla no consideramos la de acuñamiento extendida en la segunda fase. La dosificación de ligante se refiere al caso de un riego sobre firme asfáltico. Para primeros riegos es preciso contar con un suplemento necesario por la mayor rugosidad del firme y la conveniente impregnación que favorezca una buena ligadura. Se estima este suplemento en 400 ó 500 gr. de

(*) Daniel Sáenz de Miera Delgado: "Dosificaciones de gravilla y aglomerantes hidrocarbonados en riegos superficiales monocapa". REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, abril 1955.

betún puro, lo que para los *cut-backs* empleados, habida cuenta de los porcentajes respectivos, resulta:

0,600 a 0,750 Kg. de RC-2.

0,550 a 0,700 Kg. de RC-3.

Nuestras fórmulas de dosificación fueron evolucionando, como consecuencia de la experiencia, del modo que puede verse a continuación:

Año 1953	{	1. ^{er} riego: 2,500 Kg. de RC-2 y 20 litros de gravilla de 10/20 mm.
		2. ^o riego: 2,000 Kg. de RC-2 y 16 litros de gravilla de 8/16 mm.
Año 1955	{	1. ^{er} riego: 2,225 Kg. de RC-2 y 10 litros de gravilla de 8/12 mm.
		2. ^o riego: 1,600 Kg. de RC-2 y 11 litros de gravilla de 10/16 mm.
Año 1956	{	1. ^{er} riego: 2,500 Kg. de RC-2 y 15 litros de gravilla de 8/12 mm.
		2. ^o riego: 1,700 Kg. de RC-2 y 13 litros de gravilla de 12/16 mm.
Año 1957	{	1. ^{er} riego: 2,300 Kg. de RC-3 y 14 litros de gravilla de 8/12 mm.
		2. ^o riego: 1,600 Kg. de RC-3 y 13 litros de gravilla de 12/16 mm.
Año 1958	{	1. ^{er} riego: 3,000 Kg. de RC-3 y 18 litros de gravilla (13 litros de 14/18 milímetros y 5 litros de 8/12 mm.).
		2. ^o riego: 1,600 Kg. de RC-3 y 16 litros de gravilla de 8/12 mm.
Año 1959	{	2. ^o riego: 1,600 Kg. de RC-3 y 17 litros de gravilla (13 litros de 12/16 milímetros y 4 litros de 8/12 mm.).

En las fotografías que ilustran el presente artículo pueden verse muestras de riegos de las diferentes campañas, y en cuyo pie consignamos la dosificación, tiempo en servicio, tráfico que soportan y otras particularidades.

Ejecución del riego.

Casi la totalidad de los riegos a que nos referimos se ejecutaron a mano, pues únicamente se emplearon equipos mecánicos en los años 1954 y 1955 para 16 y 12 Km., respectivamente. El resultado fué muy satisfactorio, pues claramente se ha apreciado la mayor uniformidad y resistencia al desgaste respecto de otros tramos contiguos que se regaron a mano con los mismos materiales y dosificaciones y en tiempo más propicio.

El resto se regó a mano, caldeando el betún en viejas calderas que sería preciso proscribir por el peligro de que se queme el material, ya que por ser mal conductor del calor se corre el riesgo de quemar lo que está en la parte inferior para conseguir en la parte superior la temperatura de aplicación.

Las temperaturas exigidas son de 50 a 70° C., para el RC-2, y de 70 a 90° C., para el RC-3; es muy importante la existencia de un buen termómetro en obra — de lo que suelen olvidarse algunos contratistas — para control continuo de la temperatura. Para evitar el caldeo irregular a que antes se aludió, conviene agitar el líquido con una paleta mientras se calienta. Pero lo más conveniente, y hay que tender a ello en nuestras obras, es el empleo de calderas modernas, en que se calienta el ligante con un fluido auxiliar que circula regularmente por un haz de

tubos, con una gran superficie de contacto que asegura la distribución uniforme del calor.

La aplicación del ligante a la temperatura óptima es fundamental para la buena ejecución del riego: por una parte, que no se queme y pierda todo su poder ligante, y por otra, que no esté frío y produzca obstrucciones en los pulverizadores, saliendo a emboladas, sin regularidad y resultando, por tanto, una distribución poco uniforme sobre el firme. En esta uniformidad influye también notablemente la pericia del regador.

La extensión de la gravilla debe seguir inmediatamente a la del ligante y a continuación, sin pérdida de tiempo, el cilindrado, que es cuando resulta más eficaz, bastando entonces con pocas pasadas.

También la extensión de la gravilla requiere su pericia; hay que tirarla alta y de modo que caigan separados y verticalmente los granos. De no hacerse así, puede acumularse ésta y arrastrar ligante que se envuelve con ella, produciéndose desigualdades en el revestimiento, que dan lugar a un firme irregular que se deteriora rápidamente. Hay que conseguir la total cobertura del ligante, volviendo a tirar gravilla en todas las zonas que sea preciso, hasta lograrla.

Es buena práctica el lanzamiento de la gravilla con criba de mano, con lo que se elimina el polvo, enemigo de la adhesividad y que suele haberlo casi siempre, de origen o incorporado durante los acopios.

El cilindrado se hace con apisonadora de 8 a 10 toneladas; no convienen las máquinas de más peso porque fragmentan la gravilla. Basta con dos o tres pasadas, según la menor o mayor dureza de ésta.



Campaña de 1953. Segundo riego: Carretera R-VI de Madrid a La Coruña, Km. 338. 2 Kg. de betún fluido RC-2, 16 litros de gravilla de 8/16 mm.

Tráfico: 700 vehículos/día, con un 50 por 100 de camiones; tiempo en servicio, seis años. Corresponde a un tramo ensanchado, en que se aplicó este riego sobre un riego de imprimación. Después de seis años se conserva en muy buen estado. Sin embargo, fué excesiva la dotación de ligante y hubo que recebar con gravilla por resudaciones en los primeros veranos.

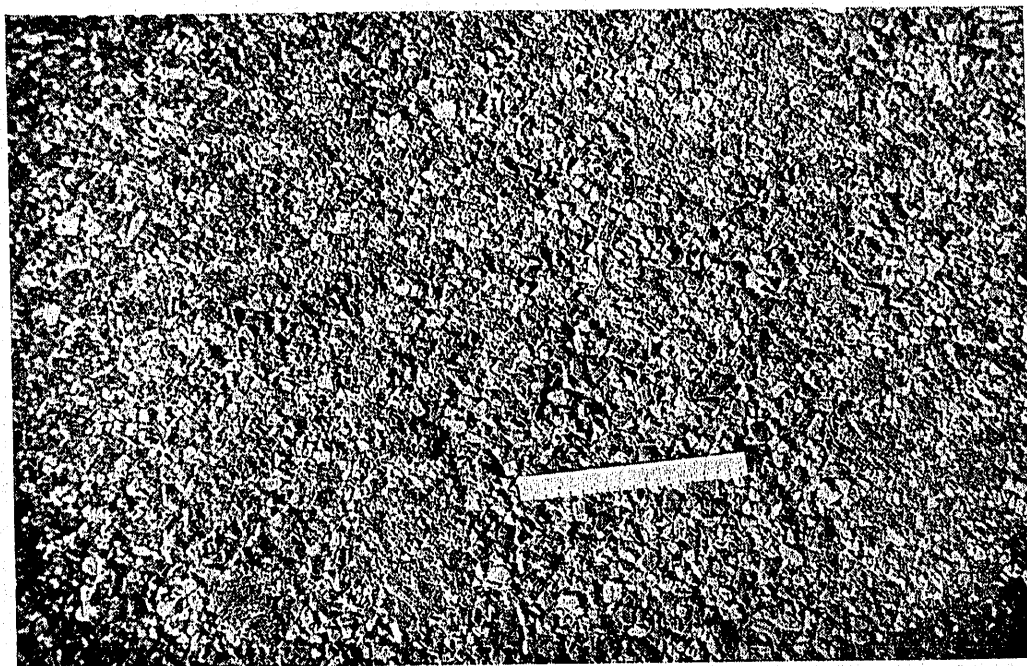


Campaña de 1955. Segundo riego: Carretera R-VI de Madrid a La Coruña, Km. 327. 1,600 Kg. de betún fluido RC-2 y 14 litros de gravilla de 10/16 mm.

Tráfico: 700 vehículos/día, con un 50 por 100 de camiones; tiempo en servicio, cuatro años.



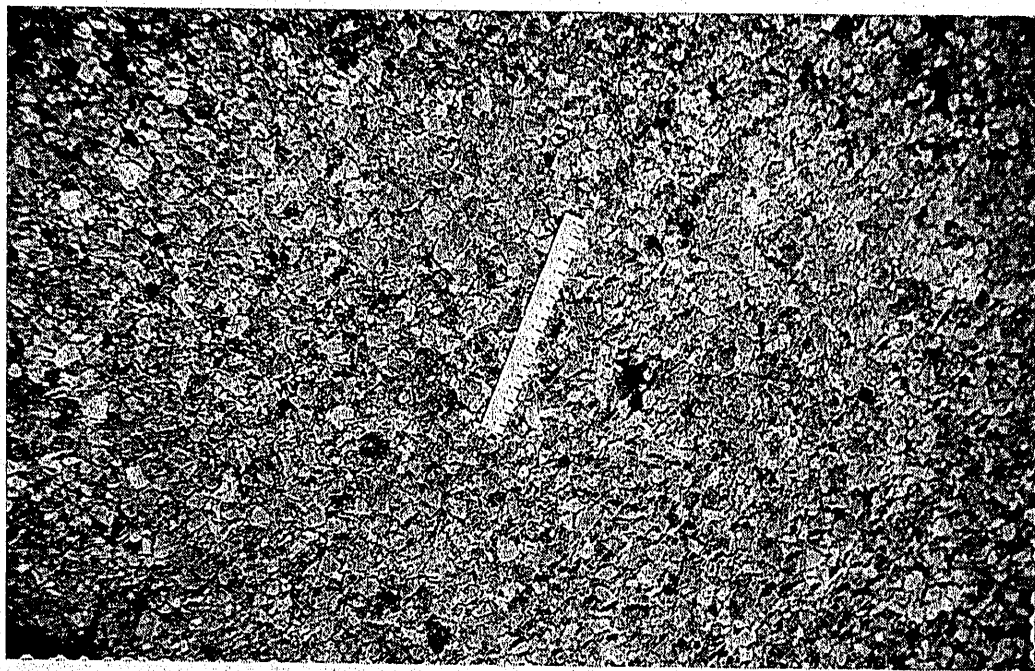
Campaña de 1956. Primer riego: Carretera C-623 de León a Villablino, Km. 9 de la de La Magdalena a Belmonte. 2,500 Kg. de betún fluido RC-2 y 15 litros de gravilla de 8/12, mm.
Tráfico: 120 vehículos/día, con un 60 por 100 de camiones; tiempo en servicio, tres años.



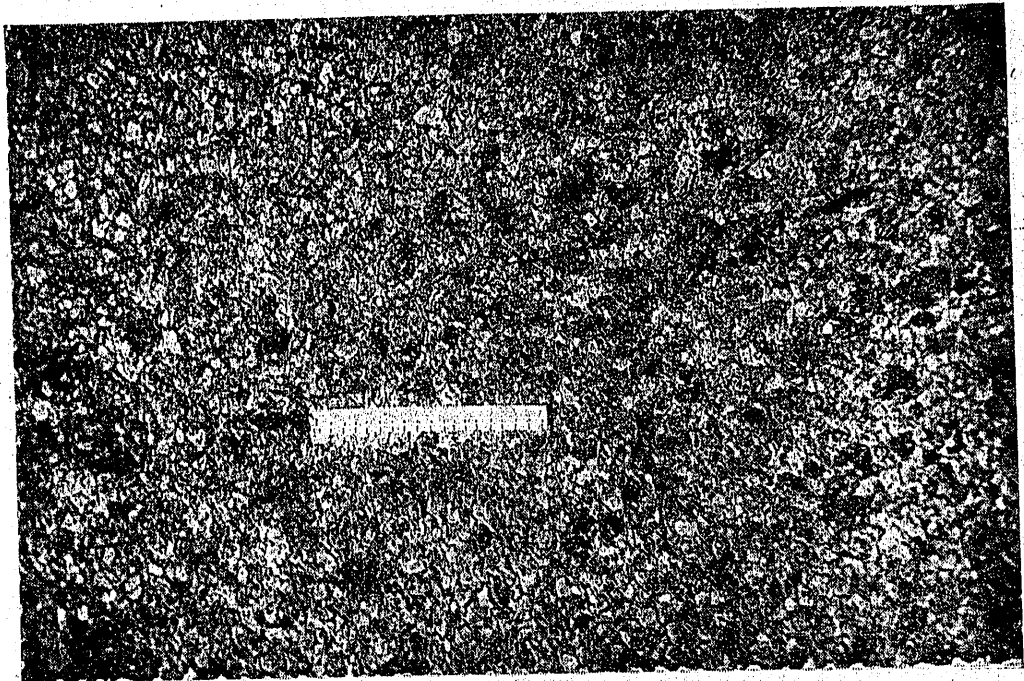
Campaña de 1956. Primer riego: Carretera C-623 de León a Villablino, Km. 10 de la de La Magdalena a Belmonte. Tráfico: 120 vehículos/día, con un 60 por 100 de camiones; tiempo en servicio, tres años. Este riego se ejecutó a fines de septiembre, en una zona que está a más de 1 000 m. de altitud.



Campaña de 1958. Primer riego: Carretera de León a Caboalles, Km. 39. 3,000 Kg. de betún fluido RC-3 y 18 litros de gravilla extendida en dos fases: 13 litros de 14/18 mm. y 5 litros de 8/14 mm.
 Tráfico: 100 vehículos/día, con un 50 por 100 de camiones. Tiempo en servicio, un año. El macadam de base estaba en muy mal estado y hubo que hacer un intenso bacheo previo; con el riego se consiguió la regularización del firme. Se hizo en muy buen tiempo.

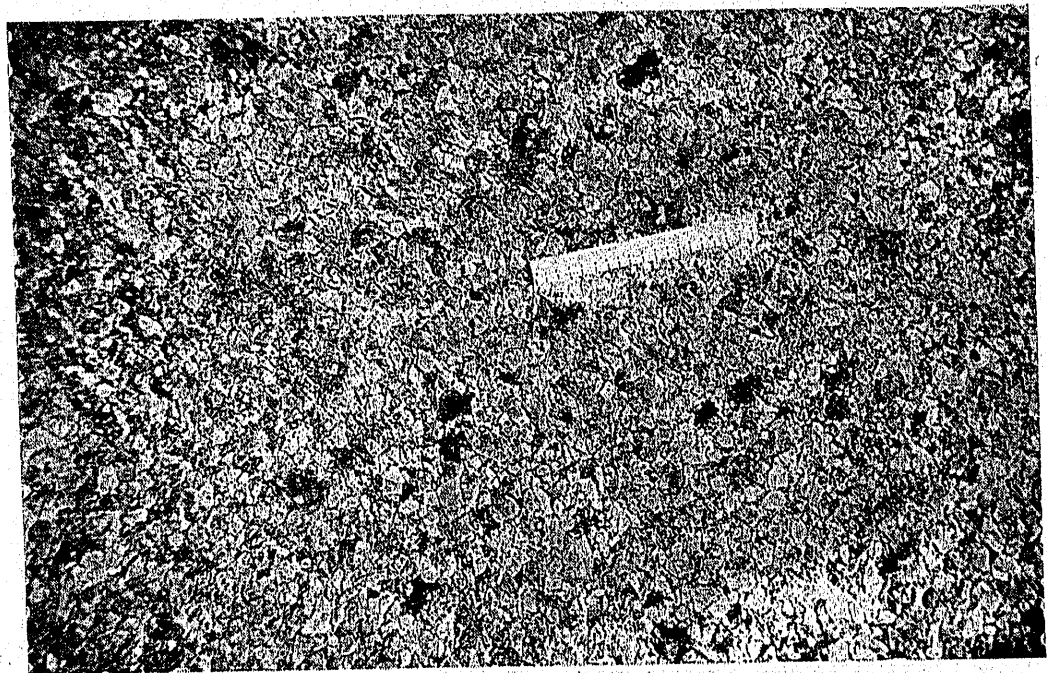


Campaña de 1959. Segundo riego: Carretera C-631 de Ponferrada a La Espina, Km. 9. 1,600 Kg. de betún fluido RC-3 y 17 litros de gravilla extendida en dos fases: 13 litros de 12/16 mm. y 4 litros de 8/12 mm.
 Tráfico: 130 vehículos/día, con un 70 por 100 de camiones. Tiempo en servicio, tres meses. Se aplicó sobre un riego ejecutado hace nueve años y muy desgastado. Se hizo en el mes de junio con buena temperatura, pero con una fuerte tormenta al final de la ejecución que, como puede verse por el aspecto de la fotografía, no le afectó.



Campaña de 1959. Segundo riego: Carretera R-VI de Madrid a La Coruña, Km. 368. 1,600 Kg. de betún fluido RC-3 y 14 litros de gravilla de 12/16 mm.

Tráfico: 1 100 vehículos/día, con un 50 por 100 de camiones. Tiempo en servicio, dos meses. Se aplicó sobre un tramo de variante construido hace siete años y con revestimiento muy desgastado. Se observa falta de gravilla; debía haberse aumentado la dotación en 4 ó 5 litros, que le hubiera admitido por haberse realizado en el mes de julio con muy buen tiempo, y en una carretera de intenso tráfico, lo que contribuye a que refluya el ligante.



Campaña de 1959. Segundo riego: Carretera C-631 de Ponferrada a La Espina, Km. 8. 1,600 Kg. de betún fluido RC-3 y 17 litros de gravilla extendida en dos fases: 13 litros de 12/16 mm. y 4 litros de 8/12 mm.

Tráfico: 130 vehículos/día, con un 70 por 100 de camiones. Tiempo en servicio, tres meses. Se hizo en muy buen tiempo y podía haber admitido más gravilla en las bandas del firme afectadas por la rodada.

Cuando se extiende la gravilla menuda en una segunda fase para acuíñamiento y colmatación, se cilindra ésta con un pase. Previamente se han dado otro u otros dos a la gravilla gruesa.

En general no puede evitarse la circulación sobre los tramos en riego, ya que las carreteras son estrechas. La aplicación por semianchos en los casos que es posible, constituye un perjuicio para el tráfico, al mismo tiempo que presenta el inconveniente de la junta longitudinal. Así, pues, hay que trabajar sin desviar la circulación; pero para la buena ejecución del riego, es imprescindible exigir inflexiblemente una limitación de velocidad: que no pase de 35 kilómetros por hora durante las treinta y seis horas siguientes al extendido, y que en el trozo recién regado circulen los vehículos a paso de hombre.

De todos modos es inevitable algún desplazamiento de la gravilla, acumulándose la sobrante en el mordiente. En los días de calor, ésta puede aprovecharse para recibir las resudaciones que suelen presentarse, aunque se hayan estudiado minuciosamente las dotaciones unitarias de ligante y árido. El ligante refluye en las roderas o bandas por donde insiste el tráfico y especialmente en los tramos de curvas y pendientes, por lo que puede pensarse en un suplemento de gravilla para acopios, con vistas al recibado de estos tramos.

Al cabo de veinticuatro horas del riego debe volverse a extender la gravilla sobrante, con ayuda de un cepillo, sobre las zonas de resudación, pasando de nuevo la apisonadora si hay posibilidad. Esta práctica no es aconsejable cuando se vea por la temperatura ambiente que el ligante no tiene la plasticidad necesaria para fijar más árido, pues entonces la gravilla suelta que quede sobre el firme puede arrancar, al ser movida por el tráfico, otra que estaba ya adherida. En este caso debe recogerse toda la gravilla desplazada que hay en los mordientes y acopiarla en

montones, que tendrán aplicación para recibado en días calurosos del próximo verano.

En los Pliegos de Condiciones fijamos como temperatura mínima admisible para la aplicación del riego la de 8° C. Es muy interesante para el buen resultado del riego fijar el plazo de ejecución de acuerdo con las características meteorológicas de la región y no admitir prórrogas. Para el riego es fundamental tanto una buena temperatura durante la extensión como un período cálido después de ésta, que mantenga al betún en un estado ligeramente plástico, con el que, por la acción del tráfico, se va consiguiendo una mejor unión ligante-árido, pudiendo admitir mayor cantidad de éste en sucesivos recibados durante horas propicias, aumentando con ello la resistencia del revestimiento.

Con los riegos tardíos no sólo no puede conseguirse esto, sino que, además, el curado es muy lento; los días son cortos, las temperaturas bajas y el *cut-back* tarda en endurecer. Si en este estado sobrevienen las lluvias, como es muy frecuente en otoño, el agua reblandece y plastifica el ligante, que se adhiere a las ruedas, y el tráfico puede llevarse la totalidad del revestimiento, como por desgracia nos ha sucedido en algunos casos. Por ello, la experiencia nos ha aconsejado fijar como fecha límite de la campaña de riegos el 30 de septiembre, la cual creemos debe ser rígidamente respetada, sin hacer caso de accidentales promesas del tiempo.

Riegos tipo.

Como resumen de lo anteriormente expuesto, condensaremos en los siguientes cuadros las características de dosificación y fases de ejecución de los dos tipos de riego considerados:

PRIMER RIEGO (SOBRE FIRME DE MACADAM)

1. Aplicación de 2,500 Kg. de *cut-back* RC-3, entre 70 y 90° C., sobre firme barrido, bien limpio de arcilla y seco.
2. Extensión inmediata de 13 litros de gravilla artificial, limpia y seca, de 12 a 16 mm.
3. Cilindrado inmediato con una o dos pasadas (según la dureza de la gravilla) de apisonadora de 8 a 10 toneladas.
4. Extensión seguidamente de 5 litros de gravilla artificial, limpia y seca, de 8 a 12 mm.
5. Nuevo cilindrado con una pasada de la misma apisonadora.

El riego no debe ejecutarse con temperaturas inferiores a 8° C.

Las dosificaciones de gravilla y ligante se refieren a un metro cuadrado de firme.

SEGUNDO RIEGO (SOBRE FIRME ASFALTICO)

1. Aplicación de 1,600 Kg. de *cut-back* RC-3, entre 70 y 90° C., sobre firme barrido y seco.
2. Extensión inmediata de 13 litros de gravilla artificial, limpia y seca, de 12 a 16 mm.
3. Cilindrado inmediato con una o dos pasadas (según la dureza de la gravilla) de apisonadora de 8 a 10 toneladas.
4. Extensión seguidamente de 5 litros de gravilla artificial, limpia y seca, de 8 a 12 mm.
5. Nuevo cilindrado con una pasada de la misma apisonadora.

El riego no debe ejecutarse con temperaturas inferiores a 8° C.
Las dosificaciones de gravilla y ligante se refieren a un metro cuadrado de firme.

Se refieren estas fórmulas, naturalmente, a riegos monocapas aplicados independientemente. En el caso de un doble riego, por ejemplo, para un firme de nueva construcción, en que no hay que temer efectos de desplazamiento de la gravilla por el tráfico, se podía emplear en el primer riego árido de mayor tamaño, de 20/25 mm. En este caso hay que aumentar la dotación de ligante en el segundo riego para asegurar la primera capa y su unión con la segunda. En estos casos hemos empleado de 2 a 2,500 Kg. de *cut-back*, correspondiendo 20 litros de gravilla del tamaño citado al primer riego.

Las dotaciones de ligante que figuran en el cuadro deberán modificarse si se emplea otro tipo de *cut-back*. Como lo que interesa es el peso de betún puro que debe quedar en la carretera, tendrán que aplicarse:

2,450 y 1,750 Kg. de RC-2; y
2,100 y 1,500 Kg. de RC-4.

También debe tenerse en cuenta una ligera corrección de las dotaciones de ligante previstas, dependiendo de las condiciones especiales que concurren en cada obra. Esta debe ser estimada a la hora de su ejecución por el Ingeniero encargado, considerando el estado del firme, la intensidad de tráfico y la temperatura ambiente. Sobre los porcentajes a aplicar para esta corrección, puede consultarse el trabajo de Caballero de Rodas (*).

Precios unitarios.

Quedaría incompleta nuestra información si no hiciéramos referencia al coste de los tipos de riego recomendados. Por ello, vamos a dar unos precios

(*) Luis Caballero de Rodas y Colmeiro: "Macadam, riegos asfálticos superficiales y pavimentos rígidos (riegos monocapa)". REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, julio 1959.

medios deducidos de los propuestos para el Plan de Reparaciones del año en curso, que fueron aceptados sin bajas apreciables en una reciente licitación.

Metro cuadrado de primer riego:

	Pesetas
2,500 Kg. de betún fluido, <i>cut-back</i> RC-3, a 3 200 pesetas	8,00
18 litros de gravilla ($d_m = 8$ Km.), a 190 pesetas.	3,42
Barrido	0,90
Caldeo y extensión del ligante	1,20
Extensión de la gravilla	0,60
Cilindrado y demás gastos	0,88
<i>Total</i>	15,00

Metro cuadrado de segundo riego:

1,600 Kg. de betún fluido, <i>cut-back</i> RC-3, a 3 200 pesetas	5,12
18 litros de gravilla ($d_m = 8$ Km.), a 190 pesetas.	3,42
Barrido	0,40
Caldeo y extensión del ligante	0,80
Extensión de la gravilla	0,60
Cilindrado y demás gastos	0,66
<i>Total</i>	11,00

* * *

El firme sobre el que va a aplicarse el riego debe regularizarse con un buen bacheo previo. Como los tramos para riego se eligen por su mal estado, todos necesitan este bacheo, para el que empleamos emulsión de betún al 55 por 100 y gravilla con dimensiones dependientes de la profundidad de los baches. Así se ha hecho también en los firmes de macadam,

que por tener sólo baches aislados y conservar bastante piedra no se hizo recargo.

No queremos terminar sin insistir en las ventajas del riego mecánico con tanque regador y extendedora de gravilla, con lo que, además de trabajarse con mayor rapidez, se consigue un riego más uniforme y de mayor duración, como bien ha podido comprobarse en esta provincia. Nunca se repetirá lo suficiente cuán necesaria es la mecanización en la construcción y conservación de las modernas carreteras, y el caso de los riegos asfálticos es, en esto, quizá el más concreto, dada la situación actual de la red nacional y el tráfico a que sirve. Hay que estimular a la Contrata a que se equipe para el riego mecánico mediante la concentración de programas — bastante hay donde elegir — y la exigencia en los concursos, con fase eliminatoria previa para los licitadores que no estén debidamente preparados. Y quédese el riego manual

para los únicos casos en que pueda tener ventajas, como son los tramos de difícil perfilado previo, en los que haya que ir cargando más o menos de ligante para quitar depresiones o ir cogiendo mordientes deteriorados, en una verdadera labor de artesanía.

* * *

A nuestros compañeros consagrados a la conservación de carreteras, que con esfuerzo defienden los viejos firmes españoles contra el gran tráfico, los agentes atmosféricos y la escasez de consignaciones, brindamos estos *riegos tipo* para la comprobación de su comportamiento o la mejora de sus fórmulas.

Con la colaboración de todos podremos llegar a unas Normas concretas de ejecución de riegos asfálticos, para su general aplicación con garantías de buen resultado.