

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

Conservación de carreteras.

Habiéndose discutido recientemente en la reunión de los Ingenieros jefes de Obras públicas, que presidió el Excmo. Sr. Ministro de Fomento, este importantísimo problema, parecemos de actualidad publicar los siguientes trabajos de nuestros distinguidos compañeros Sres. Terán y Albacete, porque si bien es cierto que se refieren muy particularmente á la provincia de Madrid, contiéndense en ellos algunos datos y noticias de carácter general, que acaso convenga conocer á algunos de nuestros compañeros, dedicados por razón de su cargo al estudio de tan trascendentes cuestiones.

Memoria redactada por el Ingeniero de Caminos D. Francisco Albacete.

CONSIDERACIONES GENERALES

No es de hoy, ni siquiera de ayer, la necesidad sentida de atender á los primeros kilómetros de las carreteras que parten de esta capital de manera diversa á como la conservación se hace en general, siguiendo sistemas y procedimientos imperfectos, más por la tradición y la costumbre que por las reglas técnicas que hoy se deducen de los notables estudios que, desde poco tiempo acá, publican eminentes Ingenieros, que á las carreteras y caminos ordinarios dedican su preferente trabajo; el 17 de Febrero de 1897 la Dirección general de Obras públicas autorizaba á la Jefatura de Madrid para que anualmente se redactasen proyectos de reparación para todos los diez primeros kilómetros de las carreteras que de aquí arrancan. En aquella época, pues, se reconocía que el tráfico en estos kilómetros no podía sostenerse en condiciones aceptables, sin recurrir á procedimientos extraordinarios. Y hay que fijarse bien en la fecha de dicha disposición, porque en ese tiempo no circulaban automóviles, ni por la capital, ni por las carreteras, y sólo al tráfico poco exigente de entonces trataba de atenderse.

Obsérvese también, porque es dato que nos importa mucho se tenga en cuenta en consideraciones que luego haremos, que el procedimiento á que se recurría no es barato, puesto que arrancando ocho carreteras de Madrid, á 80 kilómetros, había de aplicarse el sistema, lo que supone

un gasto medio, sólo del valor de los acopios de piedra de más de 450.000 pesetas anuales; y como el coste de la mano de obra, para el empleo, no bajaría de 150.000 pesetas, se deduce que, por este sistema, el gasto sería de 7.500 pesetas por kilómetro, es decir, de 1,25 pesetas por metro cuadrado como término medio, cálculo más bien deficiente que exagerado.

Pero para que dicha cifra no asuste, porque á veces, aun á personas muy competentes, pero que no han descendido á ciertos análisis, causan ó pueden causar extrañeza estos precios kilométricos, copiamos el dato que tenemos á la vista de lo que en París costó el año 1907 el metro cuadrado de conservación de firme macadam en las vías con esta clase de pavimento á cargo de su Municipio, que claro es que no son los del centro de la ciudad ni los más frecuentados. Salió dicho año la conservación á 2,25 francos el metro cuadrado.

Ahora bien, razones económicas, lentitud en la marcha de las contratas y otras muchas circunstancias que sería largo de enumerar, bien cierto es que han limitado el número de reparaciones de los kilómetros á que nos referimos; pero es ciertísimo también que se han realizado muchas, que se han gastado en ellas importantes sumas que, no obstante esto, la opinión no ha quedado satisfecha, y que de continuo se oyen quejas y reclamaciones sobre el mal estado de las carreteras en las proximidades de la capital. Verdad es que estas quejas suelen ser exageradas, que se confunden caminos á cargo de otras entidades con las carreteras del Estado, y que en realidad la situación de éstas en la provincia de Madrid, en general, no merecen críticas tan acerbas; pero el tráfico moderno es cada día más exigente, y más obliga á los Ingenieros á preocuparse de un problema que hace años se estimaba resuelto y hoy se reconoce que sólo está planteado.

Dos Congresos sobre carreteras van celebrados; entre los Ingenieros que han concurrido los hay muy notables de todos los países, se han presentado interesantísimas Memorias y, sin embargo, ni en su discusión, ni en las conclusiones votadas se ha llegado á otra cosa que á reconocer la importancia del problema y á estimular á los Ingenieros á seguir estudiándolo; prueba palpable de que no está resuelto.

En las conclusiones del primer Congreso, el año 1908, se recomendaba seguir la construcción de los firmes tal y conforme hasta entonces se habían construido, pero reco-

nociendo la necesidad de perfeccionamientos en la ejecución, de un mayor esmero, y hasta la conveniencia, en la mayoría de los casos, de construir sólidas bases como cimiento del firme.

Dos años transcurrieron hasta el reciente Congreso de Bruselas, y en los trabajos en éste presentados, en las discusiones tenidas y en los ilustres juicios formados, parecemos observar como nota saliente característica de este Congreso, si bien no se haya llevado con valentía á las conclusiones, la tendencia á creer que el firme de piedra partida, construido como hasta aquí, sin materia de enlace, buscando sólo que el agua facilite, á modo de lubricante, la íntima unión de las piedras y el recebo sirva á completarla, no satisface, ni satisfará nunca, por bien ejecutado que esté, lo que el tráfico hoy pide, lo que es preciso buscar para poner en armonía el pavimento con el modo de ser de los vehículos que los adelantos de las ciencias y la industria lanzan al camino. Y esto, en concepto del Ingeniero que suscribe, es ciertísimo, aunque hoy por hoy la idea resulte negativa y no se haya encontrado el medio de sustituir tan deficiente pavimento en condiciones de economía aceptables.

A esto habrá que ir, en esa dirección caminan muchos Ingenieros en todos los países, y quizá algún día se consiga resolver tan difícil problema, de tanta sencillez en la apariencia.

En la actualidad los ensayos hechos no pueden recomendarse como procedimientos de eficaz resultado: faltales á todos tiempo para comprobar su bondad, y aquellos pavimentos que por más favorables se tienen se consiguen á costa de precio tan alto, que no parece se armoniza bien con los recursos que aun los países ricos destinan á las vías públicas.

En España es todavía más difícil la obtención de carreteras perfectas con firmes ordinarios, porque siendo el agua el agente esencial para mantenerlos en buenas condiciones, con régimen regular y moderado, y escaseando en muchas regiones, las prolongadas sequías producen el levantamiento de los firmes, por bien hechos y consolidados que estén, muy particularmente si la calidad de la piedra se presta á ello.

Por otra parte, los recursos del país impiden consignar en los presupuestos las cantidades que serían indispensables para una buena conservación, que por kilómetro debiera ser superior á la de otros países por las condiciones climatológicas de España y porque los vehículos que transportan grandes cargas no reúnen las debidas condiciones, ni están preparados para marchar sin destruir de modo notable las calzadas.

Y cuando hay países que después de tener sus caminos perfectamente contruídos gastan 2 y 3.000 francos por kilómetro y año en la conservación, bien puede afirmarse que, en peores condiciones nosotros, no podremos mantener nuestras vías en buen estado con consignaciones que no alcanzan á quinientas pesetas por kilómetro y año.

Se nos alcanza que cuanto expuesto va está sabido, y en el sentir de todos, que ninguna novedad contiene, que el alto criterio de la Superioridad lo conoce; pero por oportuno hemos tenido el recordarlo al tratar de señalar la importancia que tiene estudiar medios de conseguir la mejora de las carreteras, siquiera en este caso sólo lo intentemos para los primeros kilómetros de las que parten de Madrid.

Y no se crea, no, que tenemos la soberbia pretensión de haber dado con afortunada solución; pero ante la imposibilidad de emplear medios conocidos que resuelvan el problema y ante la necesidad de abordarlo en términos modestos que con notable mejora procuren y en algo satisfagan las exigencias de la circulación, nos hemos decidido á someter dos ensayos á la aprobación de la Superioridad que con cierto fundamento esperamos den relativo buen resultado.

En ninguna parte mejor para probarlos que en la carretera de Madrid á Francia por Irún, de tráfico extraordinario, muy superior al que como gran tráfico se estima en muchas carreteras del extranjero, y donde la experiencia viene demostrando que los resultados obtenidos hasta la fecha no corresponden al empeño puesto en mejorar esta carretera.

El Ingeniero que suscribe redactó en el año 1909 un proyecto de reparación para los primeros kilómetros de la citada vía, proponiendo el empleo de la piedra cuarzo de Alamin, y en la Memoria de aquel proyecto ya significaba su desconfianza respecto al resultado. Únicamente por razones de economía, y porque la urgencia de la obra no permitía ensayos previos, no se decidió á aconsejar lo que ahora como prueba se propone. Hoy está en ejecución la reparación citada, casi terminándose, y bien la experiencia pone de manifiesto cuán fundados eran aquellos temores y como puede preverse que poco más de un año se mantendrá el firme en las condiciones de vialidad apetecibles.

Había, pues, que pensar seriamente en buscar soluciones de mejor éxito, que aun cuando en la apariencia fueran caras, con su persistencia compensara el coste, que en definitiva, aun económicamente, debieran aceptarse. Contábamos con un precedente: los trabajos ejecutados en la carretera de la estación de Villalba á Segovia, en sus primeros kilómetros. No es otra cosa lo que allí se ha hecho que lo propuesto en este proyecto, y los resultados hasta ahora obtenidos, y otras noticias que se referirán, es lo que nos anima á esperar que, mientras que solución mejor no se encuentre, el afirmado que proponemos produzca un buen camino, cuyas condiciones de rodadura se conserven cuatro años por lo menos, en forma admisible hasta para los vehículos modernos, y que, mediante recargos periódicos, de no tanta importancia como los de hoy, pueda mantenerse.

Las soluciones, en verdad, no son otras que la construcción de un afirmado hecho con grande esmero y material de excepcional buena calidad, y un ensayo del cimiento de hormigón con el mismo firme. No otra cosa puede intentarse, hoy por hoy, aun cuando en pequeña escala se procuren ensayar otros procedimientos.

Calidad de la piedra.—Que el empleo del material excelente es base fundamental de un buen firme, es axiomático.

La dificultad suele estar en la carencia de este material cerca de las obras, y sabido es que en la provincia de Madrid, en general, se dispone (y, por tanto, se emplea, en la mayoría de los casos) de piedra floja, de mala calidad para la construcción y conservación de las carreteras. No poco ha contribuído á ello el empeño de buscar una economía, á nuestro entender equivocada.

Hay, sin embargo, en Madrid yacimientos de una piedra durísima, buena entre las mejores, á cuyo empleo no

se había procedido antes seguramente por temor á su coste. Esta piedra, de aspecto porfídico, clasificada así por geólogo que hizo estudios en esta provincia, resulta ser una diabasa, según el examen hecho en el Laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Caminos. La manera como en sus yacimientos se presentan también así lo prueba. De su resultado ya tenemos algunos antecedentes.

Los primeros kilómetros de la carretera de la Estación de Villalba á Segovia están sometidos á un tráfico excepcional y pesado de carros con carga de adoquines, en extraordinario número, puesto que de los términos inmediatos se extrae casi toda la piedra que se emplea en el adoquinado de Madrid. Mantener dichos kilómetros en medianas condiciones costaba al año grandes esfuerzos y no pequeñas cantidades. Casi se hacía imposible, en los veranos, conseguir el fin apetecido, cuando por ser el camino de la Granja más importaba facilitar la circulación de automóviles.

La piedra diabasa se encontraba cerca, se propuso su empleo, se aceptó por la Superioridad, y desde luego se ha obtenido un resultado satisfactorio no obstante el temporal de aguas á principios del invierno, la carretera se ha mantenido en muy buen estado.

Se ha observado allí, sí, que en alguna zona, por la flojedad del terreno, se impone la construcción del cimiento, pues en un pequeño trozo construido con base de hormigón claramente se nota el mejor resultado obtenido.

Del uso de la piedra propuesta también tenemos noticias. Sabiendo el Sr. Ingeniero jefe de esta provincia que en Guipúzcoa se empleaba con excelentes resultados la piedra llamada ofita, se procuró algunos ejemplares de la misma, y comparados con la diabasa se vió la gran analogía entre estas piedras, que parecían extraídas de una misma cantera, cosa nada extraña, puesto que sabido es cuánta es la semejanza entre estas dos clases de piedra, incluso en la forma de sus yacimientos.

Confiados, pues, en estos antecedentes, nos decidimos á proponer el ensayo en la carretera de Madrid á Francia por Irún de un afirmado muy esmeradamente hecho por el procedimiento corriente, y otro pequeño trozo con base de hormigón, pasando á describir y justificar los puntos para donde se propone.

Lugar de los ensayos.—Había que escoger un sitio de mucho tráfico, donde hubiera pendientes, y, por consiguiente, donde el firme resultase sometido á trabajo extraordinario. Se ha conseguido esto eligiendo 500 metros en el kilómetro 9 de la carretera, lugar próximo á Fuencañal, en donde hay rampas y pendientes importantes. En este punto hoy no está hecho el acopio de la piedra de la reparación que actualmente se ejecuta, y si la Superioridad acordase verificar inmediatamente estos ensayos, podría prescindirse de él, repartiendo la piedra correspondiente á estos hectómetros en otros kilómetros en que se ve la conveniencia de aumentar el acopio por la excesiva anchura de la carretera.

Por otra parte, en el kilómetro 5, en su hectómetro 7, se hicieron el año anterior, por orden de la Superioridad, dos ensayos de pavimento denominados «Carburoolith» y «Ferromac».

No llevan éstos el tiempo suficiente para apreciar con justeza si son ó no convenientes, pero se conoce su elevado precio de 14 pesetas y 7,50 á 9,50 pesetas por metro cuadrado respectivamente.

Construir junto á ellos, para establecer comparación, el afirmado ordinario propuesto en este proyecto, y el sistema más perfeccionado del mismo con cimientos de hormigón, es prueba de la cual no debe prescindirse; así, pues, se ha hecho, proyectando á continuación del «Ferromac» 100 metros del nuevo afirmado, y antes del «Carburoolith» otros 100 metros del mismo afirmado con base de hormigón.

Descripción de las obras.—Es obvio que tratándose de obra tan sencilla en su forma, que con sólo una ligera ojeada sobre los planos queda explicada, y cuando en el pliego de condiciones hemos tratado de definir los procedimientos de ejecución, holgarían aquí nuevas explicaciones. Las omitiremos, por tanto, estimando que todo queda suficientemente explicado, y pasaremos al estudio del presupuesto.

Justificación de precios.—Presentándose la piedra diabasa en filones, entre los granitos, serán necesarios determinados estudios para fijar bien los puntos de donde pueda extraerse, pero, desde luego, se conocen dos que parecen ser los más convenientes y que pueden dar bastantes miles de metros cúbicos.

Uno de ellos está próximo á la carretera de la estación de Villalba á Segovia, y el otro próximo al puente del Grajal, en la carretera provincial de Colmenar al Hoyo de Manzanares.

Desde luego, este último es procedencia desde donde el transporte resultaría más barato para la piedra colocada en la carretera de Madrid á Francia por Irún, pero como las canteras no están en explotación y pertenecen á predios particulares, no es procedente tomar de allí la piedra en cantidad tan pequeña como requieren los ensayos que se proponen.

Por esta razón, los precios se han calculado en el supuesto de que la piedra se obtenga de las mismas canteras de donde se extrajo para la carretera de la estación de Villalba á Segovia. Claro que si en su día se procediese á empleos considerables de piedra deberán estudiarse no sólo las procedencias, sino la forma de explotación de las canteras, y quizá la conveniencia de machacar la piedra á máquina, por si fuera posible obtener alguna economía, que en mucha obra sería de una importancia que no puede tener seguramente en ensayos relativos á longitudes cortas.

Teniendo ya la experiencia de la obra ejecutada en Villalba nos ha sido fácil deducir el precio de la piedra diabasa, puesta en la carretera de Madrid á Francia por Irún, con arreglo á la siguiente descomposición para el precio del metro cúbico.

	Pesetas.
Arranque.....	2,50
Machaqueo.....	4
Medición y apilamiento.....	0,30
<i>Total</i>	<u>6,80</u>

El transporte se ha calculado teniendo presente que deberá hacerse por ferrocarril desde Villalba á Pozuelo, cuyo importe, según tarifa, resulta ser para el metro cúbico de 4,90 pesetas.

El transporte por carretera ó camino ordinario se establece á razón de 0,60 pesetas por kilómetro y metro cúbico y la carga y descarga se ha estimado en 0,25 pesetas.

Respecto al precio á que el transporte total resulta

nada hemos de decir, puesto que los precios unitarios son los conocidos y tantas veces aprobados, pero sí conviene hacer algunas consideraciones referentes á la extracción de la piedra y á su machaqueo.

Cuando se redactó el proyecto para empleo de esta clase de piedra en la carretera de la estación de Villalba á Segovia, estimamos que la extracción costaría 2,25 pesetas metro cúbico y el machaqueo otras 2,25. La experiencia demostró que no podían hacerse dichas operaciones á tal precio y que los machacadores no se comprometían á conseguir el tamaño de piedra que se les pedía, indispensable para obtener la consolidación ni aun pagándoles á 3,50 pesetas el metro cúbico. A 4 pesetas ya creemos que podrán y querrán hacerlo.

Es de advertir que, según referencias, el machaqueo de esta clase de piedra en Guipúzcoa se abona á razón de 5 pesetas el metro cúbico, y aún nos dicen que se lleva á Burdeos, donde se abona el machaqueo á 6 francos el metro cúbico.

Mucha importancia daremos siempre á un perfecto machaqueo de la piedra si se quiere obtener buena y uniforme consolidación; pero en piedra de tanta dureza y consistencia como la diabasa esto es indispensable.

Piedra para hormigón.—El precio del canto rodado que se propone para el hormigón del cimientó, se ha deducido de los conocidos de otros proyectos, puesto que es piedra que varias veces se había acopiado en la carretera. De paso diremos que al calcular lo necesario para aquella fábrica se ha considerado posible el aprovechamiento de una tercera parte de los productos que se obtengan del picado del firme actual.

Precios relativos á la ejecución de los pavimentos.—Los precios asignados á las unidades de obras necesarias para llevar á cabo los trabajos están de acuerdo con los aprobados en proyectos de reparaciones, y no creemos, por tanto, deber extendernos en largas consideraciones para su justificación. Sí, únicamente advertiremos, que resulta algo elevado el precio del recebo, porque para que sea bueno habrá que extraerlo del río Manzanares, pues la tierra de las inmediaciones no tiene condiciones aceptables.

Precio por metro cuadrado.—En el documento núm. 6, en donde hemos reunido los importes de los presupuestos, se ha hecho el cálculo para deducir los precios á que resulta el metro cuadrado de los ensayos propuestos. Como allí puede verse, el metro cuadrado del firme sin cimientos sale á 4,61 y 5,25 pesetas respectivamente para los kilómetros 5 y 9, y á 7,80 pesetas haciéndolo con base de hormigón. Sobre estos precios caben algunas consideraciones.

Se observa, desde luego, que si como esperamos dura la carretera más de cuatro años en buen estado, aun cuando en cada uno de estos plazos se gastara á tenor de lo que ahora se propone, el gasto por año y metro cuadrado sería próximamente de 1 peseta, es decir, inferior á 1,25 pesetas, que al comienzo de esta Memoria deducíamos, siguiendo el sistema de las reparaciones anuales.

Y esto lo presentamos así como argumento de toda evidencia á favor de estos nuevos procedimientos, pues desde luego, no sólo confiamos en una duración superior á los cuatro años, sino que para mantener el afirmado en excelente situación bastarán recargos pequeños que no obligarán tampoco al excesivo gasto de la primera cons-

trucción, en la que es necesario, incluso deshacer el firme actual para la apertura de caja, por lo menos en parte. Por otro lado nuestra esperanza está en que con los sistemas propuestos se obtendrá una constante buena vialidad de la carretera, mientras que con el procedimiento de las reparaciones frecuentes, con clase de piedra inferior, sólo dura algunos meses.

Oportuno parece citar aquí también el siguiente dato contenido en la Memoria, que el año 1909 fué publicada por el Ingeniero Director de Vías y Obras del Ayuntamiento de Madrid. En la página 12 de la citada Memoria, se dice que el precio aproximado á que resulta en esta capital el metro cuadrado de afirmado macadam es el de 5,50 pesetas. Sabido es que en estos afirmados no se ha seleccionado la piedra, ni se ha empleado otra mejor que el pedernal de Vicálvaro.

Véase, pues, cómo el precio por nosotros deducido para el metro cuadrado de este afirmado, con piedra especial y con ejecución muy esmerada, puede calificarse de económico si se compara con el antes citado, que desde luego nos parece bastante elevado.

Ya en otro lugar de esta Memoria dijimos que en el año anterior se hicieron dos ensayos de los pavimentos «Ferromac» y «Carburolith». Pues bien, el «Ferromac» con cimientó cuesta 9,50 pesetas el metro cuadrado, y no creemos que sea de mayor duración este pavimento que el firme con base de hormigón que proponemos al precio de 7,80 pesetas metro cuadrado, que para una comparación eficaz habrá de ejecutarse en emplazamiento contiguo.

El «Carburolith» que en muy pocos metros de longitud se hizo al lado del «Ferromac», por concesión especial de la casa constructora, se abonó al mismo precio del «Ferromac», con cimientó; pero su precio es de 14 pesetas el metro cuadrado, y posible es que con aquél pueda competir el afirmado que proponemos con base de hormigón.

Presupuesto.—El presupuesto total de ejecución haciéndose las obras por administración importa 21.779,26 pesetas y el de contrata 23.311,80.

El proyecto se ha redactado de forma que puedan subsistirse las obras, aun cuando por su índole especial y por su carácter de ensayo nos parezca conveniente que se ejecuten por administración.

Hemos procurado que en la redacción haya la suficiente claridad para que la Superioridad, con su alto criterio, pueda juzgar respecto á la conveniencia de los ensayos propuestos.

Informe del Ingeniero Jefe D. Francisco Terán.

Mantener en perfecto estado de vialidad un revestimiento ordinario de piedra machacada, es problema como se sabe, muy difícil de resolver en la generalidad de los casos, y si se trata de carreteras de bastante frecuentación y de clima como el nuestro, dicho problema puede calificarse, sin incurrir en exageración, de irresoluble, máxime cuando se quiere atender, no sólo al peso de los vehículos, que es lo único que antes preocupaba, sino también á la velocidad verdaderamente extraordinaria con que éstos marchan, puesto que al entrar en juego este nuevo elemento se acusan con más intensidad las pequeñas desigualdades del afirmado y se acentúan las molestias que origina un firme desagregado y polvoriento.

Las carreteras que irradian de esta capital pueden con-

siderarse en sus primeros kilómetros como verdaderas vías urbanas de bastante tráfico, y en algunas de ellas, la naturaleza especial de éste y la frecuentación por metro de latitud: ó sea lo que llaman algunos autores la densidad de la circulación, agravan el problema en tales términos, que de no recurrir á pavimentos más perfeccionados que el macadam, no hay que pensar, como antes se ha dicho, en tenerlas siempre limpias y lisas y en el estado de conservación esmerada que reclama el tráfico de automóviles.

Carreteras que se utilizan como campos de experimentación en maniobras militares; carreteras en las que hay establecidas una ó dos líneas de tranvías; carreteras, en fin, por las que se transportan basuras é inmundicias á los muladares inmediatos á la capital, no es posible, repetimos, mantenerlas en perfecto estado de vialidad y limpieza, á menos de imponerse desembolsos y sacrificios que parecería insensato proponer con caracteres de generalidad, dada la escasez de los recursos que se incluyen en los presupuestos del Estado para estas atenciones.

Así, pues, prescindiendo de los adoquinados, que aun aceptando para ellos el material corriente del Guadarrama, usado en las calles de Madrid, costaría de 14 á 16 pesetas metro cuadrado, no cabe echar mano de otra solución económicamente aceptable como no sea la de mejorar y perfeccionar el macadam que en dichas carreteras se viene empleando, prescindiendo igualmente y por de contado del pavimento de cuñas, que todavía se conserva en algunas de aquéllas, y que resulta, desde luego, incompatible con las exigencias del tráfico moderno.

En este criterio se ha inspirado precisamente el Ingeniero Sr. Albacete para redactar el adjunto proyecto, cumpliendo órdenes que por esta Jefatura se le dictaron, á causa de estar encargado dicho funcionario de la carretera de Madrid á Francia por Irún, que en su trayecto de Madrid á Fuencarral, es indiscutiblemente la que mayor tráfico sostiene de todas las que arrancan de esta capital, y no estará demás insistir en que no se pretende resolver total y satisfactoriamente el problema de la esmerada vialidad de dicha carretera, sino de demostrar, por el ensayo que se propone, que con iguales ó menores gastos de los que hoy se realizan, entra en lo posible mantener la carretera en mejor estado de conservación, sin recargos tan frecuentes y sin imponerle al tráfico, por consecuencia, las molestias que actualmente se le vienen imponiendo.

Pasemos, por lo tanto, á examinar los medios á que en concepto de tan celoso é inteligente funcionario debe recurrirse para conseguir aquel objeto, permitiéndonos antes hacer un ligera historia de los avances que en este mismo sentido y desde hace algún tiempo se vienen realizando dentro de esta provincia.

El material que generalmente se empleaba para constituir el firme de las carreteras en las inmediaciones de esta capital era hace unos dos años, canto rodado del Jarama, cuarzo de Torrelodones, Navalcarnero, Alamin, etc., y pedernal del Cerro de los Angeles, Vicálvaro y algunos otros yacimientos, hoy casi agotados por el enorme consumo que de esta clase de piedra se hizo siempre en los pavimentos y edificaciones de Madrid.

El canto rodado de las márgenes del Jarama ó de los terrenos de aluvión inmediatos á este río era, sí, muy barato, pero sus resultados no podían ser más desastrosos, pues como era de tamaño pequeño y presentaba muchas superficies redondeadas, su trabazón no podía conseguir-

se si no se exageraban las proporciones del recebo ó se aumentaba considerablemente el coste de la consolidación, y ocurría que en tiempos secos el firme perdía su coherencia, llenándose de surcos y carriladas.

A fin de obviar estos inconvenientes, comenzó á generalizarse el empleo del canto rodado cuarzoso, existente en los campos de Alamin y Villa del Prado, material que tiene un transporte por ferrocarril de 60 á 70 kilómetros y que viene á costar unas 13 á 20 pesetas por metro cúbico en las zonas próximas á Madrid.

Como estos cantos suelen alcanzar mayor tamaño que los del Jarama y se machacan y consolidan con más facilidad, pudo con ellos mejorarse algo la calidad de los afirmados; pero desde luego cabía presumir que con el empleo de este material sólo habrían de obtenerse ventajas muy problemáticas en relación sobre todo con su elevado coste, porque por lo mismo que es muy friable, un tránsito algo intenso lo tritura y desgasta rápidamente, y así ha podido comprobarse que sólo á carreteras como la de Madrid á la Coruña, de tráfico intenso pero ligero, puede aplicarse con probabilidades de buen éxito.

Faltaba, sin embargo, estudiar si empleando en los recargos volúmenes de este material mayores de los que solían consumirse en las pequeñas reparaciones que años atrás se venían ejecutando, podría el cuarzo de Alamin proporcionar un macadam técnica y económicamente satisfactorio, que ampliase hasta tres ó cuatro años el período comprendido entre dos recargos consecutivos, ya que su desgaste era bastante uniforme y ya que la superficie del afirmado habría de conservarse bastante igual y unida durante todo aquel tiempo sin necesidad de recurrir más que á bacheos de pequeña importancia.

Con el fin cabalmente de dilucidar estos particulares, se redactó en 30 de Diciembre de 1909, por el mismo Ingeniero Sr. Albacete, un proyecto de reparación para los kilómetros 4 al 12 de esta carretera de Madrid á Francia por Irún, que es el que está en ejecución desde el mes de Julio del año último, y fuerza es convenir en que los resultados que ya se van tocando confirman, según veremos más adelante, las previsiones que se hicieron por el Jefe que suscribe cuando tuvo el honor de elevar aquel proyecto á la aprobación de esa Superioridad.

Reanudando la reseña antes comenzada, indicaremos que la constitución de los afirmados en los trozos de carreteras inmediatos á Madrid se ha modificado algo en estos últimos tiempos, como asimismo la de otros muchos de la provincia, que, aunque relativamente lejanos, pueden hoy considerarse á las puertas de la capital para los muchos automovilistas que diariamente los recorren.

En la carretera de Madrid á Francia por la Junquera, por ejemplo, se han hecho y se están haciendo reparaciones con buen pedernal y caliza mezclados, y allí donde el pedernal resulta á precio exorbitante se emplea el canto rodado del Henares, pagando á buen precio su machaqueo y exigiendo que cada fragmento presente, por lo menos, dos caras de fractura, sin que la superficie redondeada de cada fragmento exceda de la cuarta parte de su superficie total. Pedernal y caliza mezclados ó pedernal solamente, pero de buena calidad, se están empleando en las reparaciones que se ejecutan actualmente en las carreteras de Madrid á Cádiz y primera parte de la de Madrid á Castellón.

En la de Fuencarral á Manzanares se ha sustituido también el canto rodado por piedra granítica de buena ca-

lidad y, por último, en la carretera de Villalba á Segovia, kilómetros 1 al 5, que, por los motivos que indica el señor Albacete en la Memoria del adjunto proyecto, pueden equipararse en cuanto á tráfico con los inmediatos á Madrid, se ha reemplazado el granito flojo que antes se usaba por la misma clase de piedra que se pretende ahora ensayar en algunos hectómetros de esta carretera de Madrid á Francia por Irún, piedra que hasta ahora ha dado un resultado excelente y que se estaba acopiando en aquella carretera cuando se redactó el proyecto á que antes nos referimos para la reparación de los kilómetros 4 al 12 de la que motiva estas líneas.

Al informarlo en la ya dicha fecha de 30 de Diciembre de 1909, exponíamos nuestra opinión en estos términos:

«Esta Jefatura encuentra desde luego preferible el empleo de la piedra de Alamin, que propone el Ingeniero encargado de la carretera, al de canto rodado silíceo del término de Barajas (márgenes del río Jarama) que se proyectaba anteriormente; pero estima que si la reparación que ahora se intenta, que es de esperar produzca mejores resultados que las anteriores, toda vez que en ellas sólo se ha venido empleando una escasa cantidad de material, no respondiese á las necesidades del intenso y pesado tráfico que la expresada carretera sostiene, no queda otra solución que recurrir á la piedra porfídica que el Ingeniero menciona en la Memoria del proyecto reformado que nos ocupa, pues reconociendo como dicho funcionario, que el precio del metro cúbico es factor que debe ser tenido muy en cuenta en estos casos, más se gasta en definitiva empleando una piedra barata y de mediana calidad, que no una piedra excelente, aunque sea cara, sobre todo en una carretera como la de que se trata, en la cual quizás no haya otro remedio, andando el tiempo, que recurrir á medios aún más costosos, tales como afirmados con fundación, adoquinado, etc.»

Añadiendo á lo expuesto que las reparaciones que con todo esmero se vienen actualmente ejecutando en los kilómetros 4 al 12 de esta carretera, no dan ni con mucho el resultado apetecido, pues es tan grande la celeridad con que se desgasta el firme, que seguramente en el próximo invierno habrá que apelar á otros recargos de la misma importancia que los recientemente hechos, se comprenderá, sin esfuerzo, que se impone la necesidad de tantear alguna otra solución distinta de las hasta aquí adoptadas, la cual, por lo pronto, no puede ni debe ser otra que la que el Ingeniero propone en el adjunto proyecto, puesto que en realidad su prueba en el orden técnico está ya sancionada por la experiencia dentro de esta misma provincia, y de lo que principalmente se trata con este ensayo es de aquilatar su coste en las inmediaciones de la capital para deducir si éste no habrá de resultar en definitiva mucho más barato que el de los otros sistemas empleados anteriormente, porque aun no siendo tan optimistas como el Ingeniero y aunque sólo le asignáramos una duración al nuevo firme de tres años, siempre sería notoria la economía que esto representa en relación á los gastos de material y de mano de obra que presuponen los recargos anuales que ahora se vienen practicando, y esto sin contar con las perturbaciones y molestias que al tráfico acarrea la frecuencia de tales operaciones, circunstancia por sí sola de bastante importancia y que ha contribuido en parte á extender en París los pavimentos de madera, circunscribiendo el macadam á vías que sólo exijan como máximo

un recargo anual, en vez de los recargos dobles que antes se venían haciendo en muchas de ellas.

La piedra que ha de utilizarse en este ensayo fué clasificada como *pórfido pardo* por el notable geólogo don Casiano de Prado en su *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid*, pero estudios microscópicos hechos como indica el Sr. Albacete en la Escuela de Ingenieros de Caminos, han demostrado que se trata de una piedra granítica del género de las diabasas, muy semejante á las ofitas de Oyarzun, Aduna, Mendaro, etc., que desde hace algunos años se vienen empleando en las carreteras de nuestras Provincias Vascongadas, que como se sabe, han conseguido por tal medio, imponiéndose al propio tiempo gastos de conservación que acaso no bajen de 1.000 pesetas por kilómetro, mejorar notablemente el estado de viabilidad de sus carreteras, haciéndolas comparables á las más perfectas de Europa.

Dicha piedra aparece dentro de esta provincia en Colmenar del Arroyo, Colmenar Viejo, Guadarrama, Lozoya, La Cabrera, puente de El Grajal, inmediaciones de la carretera de Villalba á Segovia y algunos otros sitios; pero por las razones que aduce el Ingeniero en la Memoria, debemos concretarnos en este ensayo á extraerla de las canteras ya conocidas que suministraron la piedra empleada en los kilómetros 1 al 5 de la carretera de Villalba á Segovia, pudiéndose pensar para más adelante en explotar otros yacimientos, que acaso permitan obtener precios más económicos.

Utilizando la procedencia ya conocida, el precio del metro cúbico de piedra en los kilómetros 5 al 9 de la carretera de Madrid á Francia por Irún oscilará, según cálculos del Ingeniero, entre 21,95 y 24,35 pesetas, que después de todo no son exagerados, en relación á los que se vienen abonando en otras capitales de Europa, puesto que es ya axiomático que un revestimiento imperfecto como el macadam, sin una buena piedra resulta carísimo é inaceptable, desde el punto de vista de la viabilidad. Los granitos de Montsourrel y Guernesey que se emplean en Londres, se pagan á 22,70 y 35,25 francos metro cúbico, y el precio de la piedra moleña, cuarcitas y pórfidos que se emplean en las vías macadamizadas de París no sale á menos de 18 á 22 francos metro cúbico, según datos entresacados de la Memoria presentada en el último Congreso de Bruselas, por L. Mazerolle, Ingeniero de puentes y calzadas, encargado del Servicio municipal de París.

En la piedra diabasa, cuya utilización se propone, hay dos factores que encarecen bastante su coste y son, el arranque y el machaqueo.

Esta última operación tiene que hacerse con gran esmero, porque de lo contrario la consolidación resulta difícilísima.

En la carretera de Villalba á Segovia, donde como dice el Ingeniero, llegó á pagarse el machaqueo á 3,50 pesetas métrico cúbico, no bastaron para obtener una buena consolidación, ni los cilindros ordinarios más pesados de que se disponía en la provincia, ni siquiera un cilindro de vapor de 11 á 12 toneladas de peso que allí se envió, habiendo sido preciso recurrir á un cilindro de vapor de 20 á 22 toneladas que amablemente y con tal objeto nos fué facilitado por el Excmo. Ayuntamiento de esta capital. De un cilindro de esta clase, será, pues, necesario disponer, si el empleo de esta piedra se generaliza; pero así y todo no será posible prescindir de un machaqueo menudo é

igual como el Ingeniero propone, para obtener el cual acaso no sean suficientes las 4 pesetas que en el proyecto se fijan, porque á los datos que el Sr. Albacete consigna añadiremos que en París el machaqueo del metro cúbico de piedra de mediana dureza se paga á 4,90 francos.

Los puntos que tiene elegidos el Ingeniero para los ensayos están indicados, á nuestro juicio, porque en el hectómetro 7 del kilómetro 5 se han construido recientemente por orden de esa Superioridad dos revestimientos especiales patentados á que hace referencia el Ingeniero en la Memoria, y parece conveniente, á fin de hacer estudios comparativos de algún valor, que el pavimento que ahora se trata de ensayar se encuentre en análogas condiciones que aquéllos y se ejecute, por consiguiente, en sus proximidades, y en cuanto á los otros sitios de empleo, ó sean los hectómetros 5, 6, 7, 8 y 9 del kilómetro 9, también habrán de suministrar datos interesantes porque hay en ellos fuertes pendientes, tráfico enorme, doble línea de tranvías, una por cada paseo y, en suma, cuantas causas pueden contribuir á hacer difícil y onerosa la conservación de una carretera.

Los revestimientos especiales á que antes aludimos y que se mantienen hasta la fecha en bastante buen estado, se denominan por la casa constructora «Ferromac» el uno y «Carburolith» el otro.

El primero de ellos no es otra cosa en esencia que un macadam ordinario, en el que se emplea como materia aglutinante una sustancia hidráulica, y el segundo se reduce á extender sobre un cimiento de hormigón de unos 10 centímetros de espesor, una materia fundida á temperatura de unos 250 grados, compuesta principalmente de arcilla, yeso, manganeso y brea.

El coste del «Ferromac» fluctúa entre 7,50 y 9,50 pesetas metro cuadrado, según que se prescindan ó no del cimiento de hormigón, y el «Carburolith», que en los ensayos hechos en carreteras de esta provincia, se ha pagado al mismo precio que el «Ferromac» con cimiento, por concesión especial de la casa constructora interesada en su propagación, cuesta unas 14 pesetas por metro cuadrado, precio elevadísimo que le hace, como se comprende, completamente inaplicable á carreteras y sólo justificadas para vías céntricas urbanas, como la calle de Espoz y Mina, por ejemplo, donde también lo ensaya el Excmo. Ayuntamiento de esta capital.

El «Ferromac» se ejecutó en el mes de Julio último, y aunque como indica el Ingeniero, no ha transcurrido tiempo suficiente para apreciar sus resultados, desconfiamos de ellos, porque, á nuestro juicio, todo recebo hidráulico ha de comunicar excesiva rigidez al revestimiento, facilitando bajo la acción de los choques de los vehículos, primero la formación de grietas y luego la desagregación del firme, y de aquí precisamente la tendencia moderna de buscar materia aglutinante algo elástica como el alquitrán, que si bien no ha sido totalmente sancionada por una universal experiencia, está dando muy buenos resultados en ciertos países, como, por ejemplo, Inglaterra, habiéndose limitado en España el empleo de esta sustancia á los enlucidos, que fué el procedimiento que aplicó la casa constructora á una parte del «Ferromac», por nuestra iniciativa, y el que también convendrá ensayar en algún tramo del revestimiento que se propone, como medio de obtener el mayor número posible de enseñanzas, porque si bien los alquitranados hechos en esta carretera no han tenido

buen éxito, y esto se ha achacado á la naturaleza é intensidad del tráfico que aquella sostiene, bien pudieran ser otras las causas del fracaso, y entre ellas, la mediana calidad del firme usado hasta la fecha.

El alquitrán contrarrestaría asimismo esa otra tendencia á la desagregación que todo firme no calizo presenta en las regiones del Centro y del Mediodía de España, en los largos períodos de sequía en ellas tan frecuentes, lo que explica en cierto modo el abuso del recebo que, desde luego, y en nuestro caso, habrá de limitarse á la cantidad puramente necesaria.

El Ingeniero propone, por último, y también á nuestro juicio con gran acierto, el empleo de cimiento en los hectómetros 6 y 8 del kilómetro 5, puesto que los buenos resultados de los ensayos hechos en el hectómetro 7 con el «Ferromac» y el «Carburolith», quizás dependan de dicha circunstancia, porque es sabido que en ciertos casos no basta construir un revestimiento de elección si el terreno que lo soporta no reúne las necesarias condiciones de resistencia en época de lluvias, debido á lo cual cada día se va concediendo más importancia al saneamiento de la caja y generalizando más la práctica de emplear una sólida fundación, cuya utilidad y conveniencia han sido unánimemente reconocidas en los Congresos celebrados en París y en Bruselas, al discutirse tema tan interesante como el de que se trata.

El metro cuadrado de macadam con cimiento resulta en este proyecto á 7,80 pesetas, precio algo mayor que el del «Ferromac» sin cimiento y muy semejante al que se paga en París por el metro cuadrado del macadam de nueva construcción, puesto que dicho precio oscila conforme á los datos de Mr. Mazerolle entre 7 y 8 francos, según se emplee piedra moleña ó pórfido y siempre sobre terreno natural.

En estas condiciones, y á causa, como es consiguiente, del menor espesor que en nuestro caso hay que dar al macadam, los precios por metro cuadrado en los kilómetros 5 y 9 llegan á 4,61 y 5,25 pesetas, ó sea por término medio y en números redondos á 5 pesetas, lo que equivale á decir, si asignamos al afirmado un ancho medio de 6 metros, que la reparación del metro lineal de carretera en las inmediaciones de esta capital costará unas 30 pesetas caso de no encontrarse otros yacimientos más próximos de la misma clase de piedra que se propone.

Esta carretera de Madrid á Francia por Irún, incluida por el turismo en casi todos los proyectos de establecimiento en nuestra Península de circuitos para automóviles, tiene de longitud dentro de esta provincia 93.311 kilómetros.

En los 20 últimos, su tráfico es el general entre ambas Castillas, que no es pequeño, porque solamente con cargamento de huevos circulan diariamente por aquella zona unas 15 ó 20 carretas. A este tráfico se une ya en la zona media el correspondiente á las grandes cantidades de madera que, procedentes de los pinares del Páular, entran en Madrid, y los muchos materiales de construcción que la Dirección facultativa del Canal de Isabel II invierte en las obras que actualmente ejecuta en aquella comarca.

Este tráfico, por último, se encuentra aumentado en proporciones considerables, dentro de la zona próxima á Madrid, con el procedente de Algete, San Sebastián, Alcobendas, Miraflores, Colmenar Viejo, Fuencarral, etc., y á estos 15 ó 20 kilómetros por lo menos, debería, por consi-

guiente, aplicarse el revestimiento, algo más perfeccionado que comprende el adjunto proyecto, como único medio de hacer en ellos compatible en todo tiempo el tráfico ordinario y el de automóviles.

Pues bien; de los datos antes apuntados resulta que la reparación de solo 15 kilómetros, con esta clase de firme, costaría 450.000 pesetas, lo cual hace comprender el sacrificio que de momento supone para el Tesoro público transformar el estado de nuestras carreteras, si éstas han de responder á las nuevas y cada día crecientes exigencias del tráfico, sacrificio después de todo perfectamente asimilable al que tienen que realizar las grandes Compañías de ferrocarriles cuando pretenden abreviar en una ó dos horas el recorrido de sus expresos, sin que á nadie se le ocurra pretender que esta transformación pueda improvisarse sopena de exponer á las Compañías al fracaso y á la bancarrota.

En nuestras carreteras, por el contrario, hemos querido pasar sin previo aviso, sin preparación ninguna, de la carreta al automóvil, y se extraña una gran parte del público, y hasta lo comenta irónicamente, que existan casas constructoras de automóviles que ofrezcan en sus catálogos «tipos especiales de coches para las carreteras españolas», sin reflexionar que esto tendrá necesariamente que suceder, mientras que el estado poco floreciente de nuestra Hacienda no consienta á nuestros Gobiernos dedicar á estas atenciones recursos enormemente mayo-

res de los que hasta ahora les ha venido consagrandos.

Hemos insistido en estas consideraciones y acaso nos hayamos apartado del plan concreto y reglamentario que en un principio nos trazamos, porque hemos recordado que la Comisión Central de la Asociación de Ingenieros de Caminos, inspirándose en estas mismas ideas, invitó hace algún tiempo á sus asociados para que durante los meses de Enero y Febrero de este año, remitiesen á la Presidencia cuantas informaciones y estudios creyesen pertinentes al objeto de indicar los medios que deberían ponerse en práctica para corregir el imperfecto estado de vialidad de nuestras carreteras y los gastos que tales reformas podrían exigir, y esta Jefatura, con tal motivo, se permite consultar á esa Superioridad si consideraría oportuna la publicación de algunos de los datos que se consignan en el adjunto proyecto del Ingeniero Sr. Albacete y en este informe, y nos autorizaba para ello, como asimismo para referir y divulgar en su día los resultados del ensayo, caso de que las obras lleguen á realizarse conforme hoy tenemos el honor de proponerle, atendiendo por una parte á las razones antes expuestas y también á que el gasto de 21.779,26 pesetas que se presupone no es exagerado y puede, en cambio, reportar útiles y valiosas enseñanzas para la resolución de un problema, en el que andan hoy empeñadas casi todas las Naciones del mundo, muchas de las cuales no tienen que luchar, por fortuna para ellas, ni con la penuria de su Tesoro, ni con los rigores de su clima.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Cobertizos metálicos desmontables para dirigibles, sistema F. Bosco y L. Donatelli.

El sistema de cobertizos metálicos desmontables para dirigibles ideado por MM. F. Bosco y L. Donatelli, de Terni, permite montar en seis días un cobertizo de 30 metros de anchura, 24 de altura y 70 de longitud, pudiendo cargarse en un tren de 20 va-

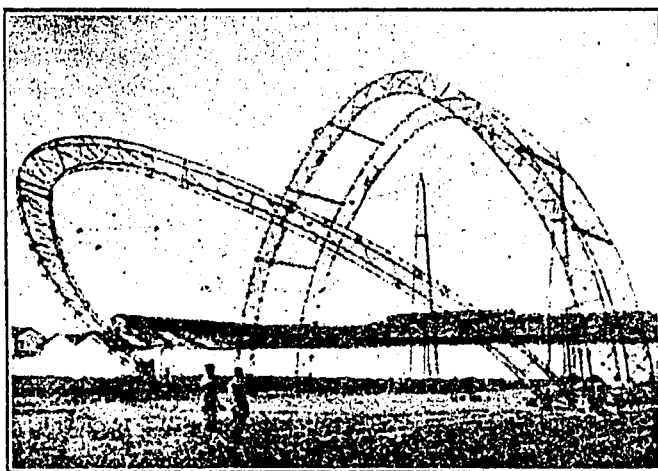


Fig. 1.ª

gones solamente. Este sistema se ha ensayado con feliz éxito para los aerostatos militares italianos.

La armazón se compone de un número mayor ó menor de armaduras cimbradas, según la longitud que hay que dar al cobertizo y reunidas por vigas en celosía longitudinales. Cada armadura, formando así viga en celosía, se compone de trozos co-

locados extremo con extremo. La ensambladura se hace sobre el suelo, estando la armadura colocada en plano; cada una de éstas, una vez ensamblada, se levanta formando una sola pieza, paralelamente á las que ya están colocadas (fig. 1.ª). Los trozos se

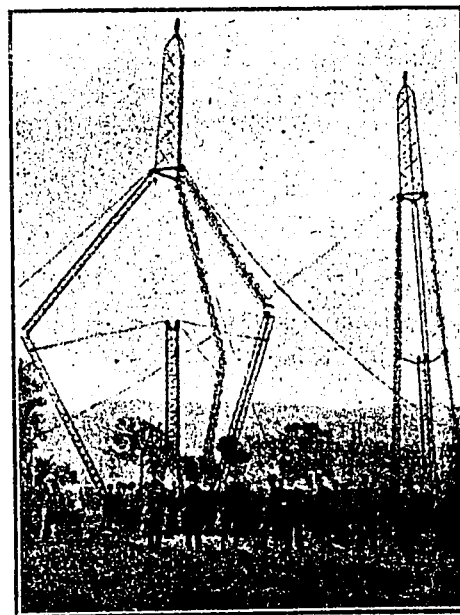


Fig. 2.ª

ensamblan por una especie de charnelas, viniendo los macizos de la extremidad de cada trozo á alojarse en los vacíos de la extremidad del trozo siguiente; como cada ensambladura se compone de dos charnelas semejantes abriéndose en sentido inverso,