

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
D. Toribio Cáceres, Profesor de la Escuela de Caminos.
D. Enrique Latre, Ingeniero de Caminos (Sección de Información).
D. Manuel Maluquer, Ingeniero de Caminos del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

TORRE MONTALBO

Tenemos el sentimiento de comunicar á nuestros lectores, que el recurso de apelación contra el auto de procesamiento solicitando su reforma, entablado por los dignísimos funcionarios de la 1.^a División de ferrocarriles, Sres. Escalona y Dorda, ha sido fallado confirmando dicho auto, á pesar de que el Ministerio fiscal entiende que están injustamente procesados.

Los Abogados defensores, Sres. D. Manuel García Prieto y D. Melquiades Alvarez, rayaron á gran altura ensus discursos forenses, que fueron brillantísimos, añadiendo á la fuerza contundente de la lógica el calor y el entusiasmo que prestan siempre la defensa de una justa causa.

No es oportuno en estos dolorosos momentos decir cuanto nos ocurre sobre la vista celebrada recientemente; con más tranquilidad de ánimo y serenidad de juicio, lo haremos en un número próximo. Sin embargo, no está abatido nuestro ánimo; confiamos tanto en que la más severa justicia ha de resplandecer en el fallo definitivo, exenta de prejuicios, que nuestra energía no mengua. La razón se abrirá paso.

REVISTA EXTRANJERA

Alquitranado de las carreteras.

(CONTINUACIÓN.—Véase el núm. 1.480.)

II *Alquitranes y aceites del petróleo*.—El petróleo bruto ó aceite mineral se encuentra en estado nativo en yacimientos repartidos por todo el globo, en forma ya de líquido volátil (nafta), ya de líquido fijo (petróleo propiamente dicho), ó ya de sólido pastoso (asfalto).

Los yacimientos más importantes son los de Pensilvania (América) y en el Cáucaso (Rusia). En Francia se explotan desde hace pocos años unos yacimientos en Autun.

El petróleo bruto es un líquido viscoso, de olor característico fuerte y desagradable, de color que varía entre el amarillo claro y el pardo oscuro, y fluorescente; densidad, de 0,76 á 0,97. A veces contiene sulfuros de olor tan desagradable, que no sería posible emplearlo en las carreteras sin desulfurarlo previamente.

Por destilación se obtienen de él diversos aceites y esencias.

El residuo que no destila á 300° es el alquitrán de petróleo ó mazut, producto de color pardo que parece prestarse al empleo de las carreteras; es un aceite algo viscoso, con poco color y fácilmente absorbible por el firme.

III *Alquitranes vegetales y productos diversos*.—Por carbonización y destilación de las maderas se obtienen los alquitranes de resina, de haya, etc., también utilizables para el empleo de que se trata.

Además se han propuesto por sus autores varios otros productos. La inyectolina, que hasta aquí se empleaba para la inyección de las maderas; el sistema Rimini, que propone añadir al alquitrán un secante, por ejemplo, la trementina, etc.

Para decidir acerca de los procedimientos que se deban emplear y precauciones que hayan de tomarse al aplicar los productos enumerados antes, conviene estudiar y analizar los resultados de los experimentos hechos hasta el día.

A continuación se resume cuantas noticias hemos podido recoger.

1.º *Alquitranado*. a) Camino nacional de Libourne é Bergerac (1880); producto empleado, el alquitrán de hulla. Del procedimiento, sabemos solamente que se alquitranó por recuadros en forma de tablero de damas, lo que asustaba á los caballos. Desapareció el polvo de las partes alquitranadas y se comprobó una disminución considerable en el desgaste del firme.

Mr. Christophe, Director del experimento, aconseja su empleo en carreteras de perfil regular.

b) Caminos vecinales de la Garona Alta (1888): Producto empleado, el alquitran de hulla. Las secciones embreadas estaban en buen estado y tenían perfil regular. Los Sres. Yeandrien y Lavigne, que dirigieron los ensayos, aconsejan que se proceda del modo siguiente: Barrer el camino enérgicamente para quitar todo el polvo, y hasta si es preciso descarnar las juntas de la especie de mosaico que forman las piedras para facilitar así la absorción del alquitrán. Verter el alquitrán frío con regaderas de tubo largo sin alcachofa, extenderlo con escobas de piazava y espolvorear con arena fina. Absorbida la primera capa, tender otra del mismo modo, pero más ligera. Conviene operar en tiempo caliente por la viscosidad del coaltar. Se consumieron dos kilogramos por metro cuadrado en la primera capa y 1,5 en la segunda.

Resultados comprobados: Supresión del polvo, mejora notable en el desgaste, disminución del ruido y de las trepidaciones en los coches. En invierno el frío endurece las partes alquitranadas que se ponen resbaladizas; no se deben, por tanto, alquitranar las curvas rápidas y las pendientes acentuadas.

c) Camino nacional de Orán á Mers-el-Kebir, Producto empleado, el alquitrán de hulla. Los experimentos se han practicado bajo la dirección de Mr. Platel desde el 17 de Junio al 7 de Agosto de 1901, durante el verano, y se han extendido á una longitud de 1.000 metros y un ancho de 4 á 5.

Se empezó barriendo, raspando y lavando perfectamente el

camino; después de bien seco se vertió el coaltar á razón de 1,5 kilogramos por metro cuadrado, y extendiéndolo con escobas de piazzava y recubriéndolo con arena gruesa (unos 0,0035 m.³ por m.²). Casi en seguida se abrió el camino á la circulación. Al cabo de seis ú ocho días se extendió otra capa de 0,8 kilogramos por m.² El coaltar se empleó en frío, pero en tiempo caluroso.

Resultados: En las partes poco pendientes desapareció el polvo y el barro, resultando disminuidos los gastos de conservación por barrido y riegos; el camino se conservó bien. En la parte con pendiente fuerte, que está sometida á una circulación pesada, el alquitran ha desaparecido al mes, y ocasionaba el resbalamiento de los caballos.

d) Alrededores de Rávena (Italia) 1900 á 1902. Mr. Rimini ha hecho en ellos numerosos experimentos con un producto cuyo privilegio tiene compuesto de coaltar y aceites secantes. Según las circulares publicadas, el producto Rimini, extendido en caliente sobre firmes limpios y secos, fragua en pocas horas, y permite interrumpir poco tiempo la circulación. Parece que se suprimen el polvo y el barro, mejorando las condiciones de conservación.

La adición de secantes al alquitran no parece constituir un verdadero perfeccionamiento. En el ensayo de este sistema que se practicó en el paseo de los Ingleses de Niza en 1902, no pudo abrirse el camino á la circulación hasta después de algunos días, tal vez porque el tiempo no fué favorable; pero con buen tiempo el alquitran sólo se seca lo bastante en doce ó veinticuatro horas para permitir la circulación.

e) Camino nacional núm. 141 del puente de Jarnac á la estación del ferrocarril de Sainter (1902). Producto empleado, el alquitran de hulla.

La parte alquitranada tenía 86 m. de longitud por 6 de ancho, ó sean 516 m.² Se gastaron 880 kilog. de coaltar, vendido á 40 francos la tonelada por la fábrica del gas de Jarnac. Se emplearon en su extensión cuatro peonadas, saliendo, por tanto, á 0,09 francos por metro cuadrado. Para no interrumpir la circulación, se hizo el embreado por mitades. Se echó el polvo á un lado, barriéndolo enérgicamente, se dió un ligero riego destinado á facilitar la extensión del coaltar, y se emplearon para hacerla las escobas de piazzava. La temperatura era elevada, produciendo la fluidez del coaltar y contribuyendo al éxito de la operación.

Se dejó la capa expuesta al sol durante todo el día para facilitar la absorción del coaltar y la evaporación del agua del riego, y por la noche se recubrió con el polvo que había sido barrido. Embebido éste en seguida, resultó insuficiente y fué preciso añadir más. Se formó una pasta que se endureció rápidamente, constituyendo un mastic muy resistente parecido al asfalto. El polvo y el barro desaparecieron, siendo satisfactorio el resultado.

f) Caminos del departamento Haute Garonne.

El alquitran era coaltar de las fábricas del gas de la región, que costaba 0,05 á 0,07 francos el kilogramo, puesto al pie de obra. M. Sendrien aconseja su empleo en carreteras en buen estado, perfectamente secas y durante una temporada lo más cálida posible; es decir, en verano y después de varios días de buen sol. Debe verse el coaltar con regaderas sin alcachofa, extendiéndolo con escobas de piazzava, sobre el firme, bien limpio, seco y descarnado. Seca la primera capa, lo que suele acontecer al cabo de algunas horas, se extiende la segunda y se la espolvorea con arena ó con las barreduras del camino. El segundo año sólo se extiende una capa.

La cantidad de coaltar necesaria parece ser por metro superficial, de 2 kilog. para las dos primeras capas, 1,50 para la segunda, y solamente 0,70 para las que se emplean anualmente en la conservación.

Según M. Sendrien los resultados obtenidos han sido los siguientes: desaparición del polvo y del barro, poquísimo desgaste del firme; disminución notable del ruido y la trepidación en

los carruajes; desaparición de los gérmenes, etc. Añade una indicación interesante. Cuando una carretera alquitranada deba recargarse, hay que cesar en el empleo del alquitran, lo menos con un año de antelación, pues de lo contrario, para que el recargo llegue á formar cuerpo con el firme antiguo, sería preciso picar éste, operación cara que puede sustituirse por un rastrilloado con rastrillo de púas. (El Mathirón v. gr.)

g) Avenida Daumesnil, porte Dorée, bosque de Vincennes. En fin de Mayo de 1903 un trozo de camino de 254 m. por 3,40, ha sido alquitranado bajo la dirección de Mr. G. Lefevbre. Se componía la cuadrilla de un capataz, nueve camineros, un carretero y un camión tirado por un caballo; el material comprendió tres calderas con trípode, tres cubos, tres escobas de crin, tres regaderas y un termómetro.

La extensión se hizo en tiempo caliente y seco. Se ha comprobado que se hacía con más facilidad la operación y que era mejor la absorción por el firme durante la tarde del 24 de Mayo, con 24° á la sombra, que durante la mañana del mismo día con 19°. La acción del sol sobre el firme, antes del alquitranado, es también muy sensible; la extensión marchaba muy bien en las partes soleadas, y resultaba difícil en las sombras por la tendencia del alquitran á formar bolas.

Se empezó con un barrido enérgico descarnando el firme; luego se extendió el coaltar caliente á menos de 70° (para evitar la formación de espuma) por medio de regaderas de boca achatadas, extendiéndolo con las escobas. Unas horas más tarde, se recubrió con arena tamiza en corta cantidad; en una sección, y por vía de ensayo, se pusieron, en vez de arena, las barreduras del firme.

Para poder comparar, se entregó á la circulación una parte del camino poco después de hacer la operación, y el resto cuatro días después. El grueso de la capa extendida es de 0,0015 metros próximamente.

Se han hecho lavados en tiempo seco para impedir que el alquitran se impregne de orinas y excrementos de caballo.

En el momento en que escribimos estos renglones (fin de Septiembre de 1903); es decir, transcurridos cuatro meses, el firme está en muy buen estado, salvo algunos baches aislados en los sitios donde se ha desprendido la capa de alquitran. Se rellenan con cuidado con una aplicación de alquitran idéntica á la primitiva; pero no ha sido aún necesario proceder á un alquitranado general. No hay polvo, ni barro, ni desgaste importante del firme.

En tiempo lluvioso la capa alquitranada se despegaba en algunos sitios, pero vuelve á adherirse en cuanto hace sol. La rodadura es notablemente suave en este firme formado por cantos en bruto. Parece que sería más duro en uno formado por piedra partida, punto interesante que convendría estudiar.

h) Carretera nacional núm. 10, entre Versailles y Saint-Cir-l'Ecole. Mr. Pancrazzi, que como veremos después, ha hecho también ensayos del empleo del petróleo en 1902, ha practicado en Julio próximo pasado otros por medio del alquitran durante un periodo de buen tiempo y previa una completa limpieza del firme (que está formado con pórfido azulado de Mayenne) y estando este bien seco.

Se calentó el alquitran á 80° próximamente en un aparato especial inventado por M. Andoin (que después describiremos); la extensión se hacía con rastrillos de hoja de caucho, empleándose unos dos kilogramos por metro cuadrado.

Resultados: supresión del polvo y del barro, penetración profunda del alquitran (cuatro centímetros al cabo de un mes). El agua, no sólo no penetra en el enlucido, desagregándolo, sino que activa su endurecimiento, hecho extraño á primera vista, pero bien comprobado por Mr. Pancrazzi, colocando un vaso sin fondo sobre el alquitranado y en él una cantidad determinada de agua bien protegida contra la acción del sol para evitar la evaporación.

Treinta horas después la cantidad de agua era la misma y el firme estaba más duro que en los otros sitios. El firme era, pues,

impermeable, y el agua, enfriando la materia, activa su endurecimiento.

No añade Mr. Pancrazzi, pero parece más que probable, que sólo debe tratarse de un endurecimiento temporal que ha de desaparecer por el calor.

Parece estar en lo cierto al afirmar que se suprimirá el desgaste del firme, debido al movimiento oscilatorio de las piedras cuando el alquitrán penetre lo bastante en el firme, y sólo en este caso, pues entonces el rozamiento de las piedras unas contra otras quedaría total ó parcialmente anulado por la interposición de un cuerpo blando entre ellas.

Aconseja estar sólo en carreteras en muy buen estado de perfil regular y de preferencia recién recargadas.

i) Carreteras cerca de Fontainebleau (Seine et-Marne).

Un área de 23.530 m.², representando 4.010 metros en longitud, fué alquitranada en 1903 bajo la dirección de M. Bory, Ingeniero de puentes y calzadas, que tomó datos exactos acerca de este importante experimento.

El alquitrán procedía de la fábrica del gas de Fontainebleau, y se empleó en bruto tal como se obtiene en los depósitos de decantación, sin destilación previa. Su precio, puesto al pie de obra, ha sido de 43 francos la tonelada.

Se calentó antes de su empleo hasta iniciarse la ebullición; para activar y aumentar el endurecimiento se agregaba de 1,15 á 1,30 en volumen de aceites pesados de hulla, teniendo cuidado de hacer la mezcla fuera del fuego, antes de su empleo, pues como es sabido, los citados aceites son muy inflamables. No nos atreveríamos á recomendar este procedimiento que nos parece muy peligroso y ha de necesitar una vigilancia grande y continuas precauciones para evitar los accidentes.

Se vertió la mezcla después de descarnar el firme y se la extendió con escobas de pizarra; el endurecimiento necesitó de dos á cinco días. Cuando ya tenía alguna consistencia, se recurrió la preparación con arena silicea en corta cantidad á razón de un metro cúbico por 2 á 3.000 metros cuadrados.

Incluido el citado coste del alquitrán, la operación ha salido por 0,09 á 0,105 francos por metro cuadrado, que M. Bory descompone así: 1,3 kg. de alquitrán, á 43 francos tonelada = 0,056 francos; 0,08 kilogramos de aceite pesado, á 215 francos tonelada = 0,018 francos; cok para la calefacción = 0,002 francos; mano de obra, 0,022 francos; material, escobas y alumbrado, 0,002; total, 0,10 francos.

Estima M. Bory que es indispensable proceder sobre un firme en buen estado y seco, aprovechando el buen tiempo. Hace observar, sin embargo, y es un dato interesante, que al principio de la operación el tiempo estaba frío y lluvioso; horas después de la operación se enarenó abundantemente el firme y se permitió la circulación, sin que más tarde se hayan notado diferencias sensibles entre los resultados obtenidos en esta parte y en el resto hecho con buen tiempo y sin permitir la circulación hasta después de transcurrir varios días. Las cantidades de alquitrán (2 kg. por m.²) y de arena empleadas habían sido bastante mayores, pero, en resumen, aún no se pueden hacer afirmaciones definitivas acerca de este extremo.

Las observaciones se han referido también á las diversas clases de piedra empleadas, la caliza llamada *cliquart*, la arenisca molinera dura y el pórfido. Los resultados han sido idénticos en la caliza y en la arenisca, con las cuales se produce un desgaste desigual, y el alquitrán se arranca fácilmente de las asperezas debidas á los núcleos de dureza diferente que presentan estas clases de piedra. Con el pórfido el desgaste es uniforme y con el alquitranado toma el aspecto de un firme asfaltado.

En este ensayo, como en los demás, desaparecieron el barro y el polvo, bastando barrer de vez en cuando para tener limpio el camino; los riegos que en las travesías tenían que ser frecuentes pueden ser suprimidos, obteniéndose por este concepto una economía no despreciable. Mr. Bory ha recogido también las declaraciones de cocheros y jinetes que afirman que durante las lluvias las secciones alquitranadas son menos resbaladizas

que las otras. No sucederá tal vez lo mismo en tiempo de escarchas ó durante el deshielo.

j) Caminos nacionales números 5 y 5 bis cerca de Melun (Seine et-Marne).—Al mismo tiempo que se hacían los experimentos últimamente reseñados se llevaron á cabo otros por Mr. Imbs, Ingeniero de puentes y calzadas de las carreteras indicadas.

Las partes alquitranadas presentan una longitud de 2.500 metros, y un área aproximadamente de 15.000. El método empleado ha sido idéntico al usado por Mr. Bory. En ciertas secciones se ha esperado el endurecimiento durante dos y aun tres días antes de permitir el paso, y en otras se ha dejado libre la vía al anochecer, enarenando en el acto, sin que se hayan notado deterioros del alquitranado en estas últimas. Para compararse se ha empleado arena con gravilla silicea, arena fina de río y polvo del barrido tamizado para quitarle los detritus que contenía. Cuando la arena contiene granos de gravilla, éstos, por efecto del tránsito, horadan la capa alquitranada y producen grietas; la arena fina y el polvo tamizado han dado resultados excelentes, siendo este último más económico.

Habiendo variado la temperatura entre 15 y 28° durante las operaciones, se ha comprobado también aquí que el calor es favorable porque facilita la extensión. Los firmes alquitranados presentaban partes afirmadas en distintas épocas, y datando unas de un mes, otras hasta de tres años. En estas últimas la capa superficial presenta tendencias á agrietarse, conservándose perfectamente en las primeras. Algunas secciones sufrieron lluvias abundantes durante la noche siguiente á su terminación, si bien es cierto que Mr. Imbs había cuidado de hacerlas enarenar en seguida.

La cantidad de alquitrán ha variado de 1,4 kilogramos á 1,5 kilogramos por metro cuadrado, representando una capa de metros 0,0015; provenía de la fábrica del gas de Melun, que lo vendía á 50 francos tonelada en fábrica.

Del coste, que ha sido 0,12 francos por metro cuadrado, calcula Mr. Imbs que corresponde el 45 por 100 á la mano de obra, y estima que puede abarataarse considerablemente empleando un material menos tosco, creyendo que con el empleo de calderas-regaderas montadas sobre ruedas, podrá rebajarse el coste á 0,09 por metro superficial.

Los resultados obtenidos son idénticos á los del experimento precedente. Añade Mr. Imbs, que las hojas de los árboles plantados en los caminos alquitranados conservan su frescura, y que en la avenida Thiers, donde antes con dos riegos al día no desaparecía el polvo lo bastante para que los vecinos pudiesen abrir impunemente sus ventanas, basta hoy uno para que puedan hacerlo.

(Se continuará.)

MINISTERIO DE AGRICULTURA, INDUSTRIA, COMERCIO Y OBRAS PUBLICAS

EXPOSICIÓN

Señor: Consignado en el art. 2.º, capítulo II del presupuesto de este Ministerio un crédito de 700.000 pesetas para obras de reforma en la conducción y distribución de aguas del Canal de Isabel II, precisa hacer la repartición de ese crédito entre los diferentes servicios, todos importantes, para que ha sido destinado.

Figura, en primer término, la construcción de una presa de toma en el río Guadalix y un acueducto que conducirá las aguas al actual Canal, al punto en que está situada la casa de entrada del sifón del Guadalix; la primera ventaja que se obtendrá con esta obra será disponer de un envase en el río citado, que permita dar agua clara para el abastecimiento cuando la del río Lozoya se enturbie. Con ser esta ventaja importantísima, lo es mucho más la de poder disponer del agua conte-