

La armadura se compone de directrices en T, enlazadas por varillas longitudinales ó generatrices, variando las secciones con arreglo á las presiones.

Las cabezas de entradas y salidas del Sifón son de hormigón con 200 kilogramos de *Asland* por metro cúbico.

También están ejecutados con dicho cemento los tubos de bajada para visitar el colector y la galería de desagüe.

CARRETERAS

Comparación entre el adoquinado y el firme de piedra partida desde el punto de vista del precio de coste anual.— (Conclusión.)

Segundo caso. Consideremos un caso en el que los precios de construcción y de conservación sean bastante elevados.

Supongamos que el precio del metro cúbico sea de 20 francos todo comprendido; teniendo la capa de primer establecimiento un espesor de 0,20 se tendrán 4 francos; por consecuencia

$$Cr = 4 \text{ francos} \times 0,04 = 0,16 \text{ francos.}$$

Admitamos que hay un desgaste de un centímetro por año, lo que corresponde á una circulación media de 200 coladeras próximamente, y lo que necesita un período para los recargos de ocho años próximamente.

El gasto anual será de

$$\frac{1}{20} \text{ de } 4 \text{ francos, ó } E = 0,20 \text{ francos,}$$

que es próximamente el gasto de las carreteras frecuentadas de Seine-et-Marne.

Admitamos que $e = 0,09$ francos que es muy elevado

$$P = 0,16 \text{ francos} + 0,20 \text{ francos} + 0,09 \text{ francos} = 0,45 \text{ francos.}$$

Tracemos sobre nuestro gráfico la línea *DE* que representa 0,45 francos, y se verá entonces que si el adoquinado á 15 francos (línea II) dura treinta años, el adoquinado costará 0,87 francos, ó sea cerca del doble del firme de piedra partida, y que aun cuando dure sesenta años, costará 0,66 francos en lugar de 0,45 francos.

Se habla mucho del pequeño adoquinado y se dice que no podrá costar más que de 8 á 10 francos el metro cuadrado; pero ya se ve que la línea *DE* corta á la línea III relativa al adoquinado á 10 francos cuando $N = 55$ años.

Por lo tanto, es necesario que el pequeño adoquinado dure cincuenta y cinco años y que no cueste más que 10 francos, para ser equivalente al firme de piedra partida en cuanto al precio de conservación anual.

Si el pequeño adoquinado no costase más que 5 francos el metro cuadrado, sería preciso que durase quince años para no ser más oneroso que el otro firme.

Tercer caso. Consideremos un caso extremo.

El metro cúbico de los materiales cuesta 25 francos.

El primer establecimiento para una capa de 0,20 cuesta, 5 francos.

Tenemos por lo tanto: $Cr = 5 \times 0,04 = 0,20$ francos.

Admitamos un desgaste de 3 centímetros por año que corresponde á un período de recargos de tres años.

	Francos
Se gastará por año: $E = \frac{3}{20} \times 5 = \dots\dots\dots$	0,75
y tomando $e = \dots\dots\dots$	0,05
se llega á un total de $\dots\dots\dots$	1

Este es un gasto considerable que no es excedido más que por las carreteras las más frecuentadas de París y del departamento del Sena. Pero si se traza la línea *GH* que representa un franco, se ve que corta la línea II (adoquinado á 15 francos) en un punto que corresponde á una duración de veintidós años.

Por lo tanto, es necesario que el adoquinado á 15 francos dure veintidós años para no ser más caro de conservar que el firme de piedra partida en el caso excepcional que consideramos. Si el adoquinado no costase más que 10 francos, el metro cuadrado sería preciso que durase doce años para que resultara equivalente.

Para llegar á estos resultados, ha sido preciso hacer algunas hipótesis; pero podrían hacerse otras distintas, y los resultados obtenidos, aunque diferentes de los primeros, no cambiarían en nada las conclusiones que se pueden sacar.

Todo lo que acabamos de decir prueba lo que por otra parte ya sabíamos hace mucho tiempo, y es que el adoquinado no puede resultar económico más que cuando la circulación es extremadamente pesada é intensa.

Hace más de veinte años que los Ingenieros del Sena procedieron á la conversión de los firmes de piedra partida en adoquinado, y procedieron en este caso con razón, porque el firme de piedra partida resultaba insuficiente para soportar la enorme y pesada circulación de los alrededores inmediatos á París, resultando por este motivo aquel firme á precios considerables. Además el adoquinado es más limpio y más sano que el otro firme, y conviene más á las carreteras de los alrededores.

A petición de los automovilistas se ha pretendido hace algunos años llevar á efecto el adoquinado de todas las vías; pero á pesar de esto, en Seine-et-Marne y en muchos otros departamentos, se ha venido haciendo precisamente lo contrario, muchas conversiones de adoquinados en firmes de piedra partida, y en interés del automovilismo, habiendo procedido en estos casos con acierto, porque los viejos adoquinados que hubiera sido preciso rehacer completamente, hubieran costado como primer establecimiento y como conservación anual mucho más caros que los firmes de piedra partida.

Es preciso proporcionar la fuerza de la herramienta al trabajo que hay que ejecutar.

Hoy se quiere de nuevo volver al adoquinado, y como hemos dicho al principio, sus partidarios han propagado entre el público errores de apreciación considerables en la cuestión de su precio de coste anual.

Hay, pues, que rectificar, porque es necesario ver las cosas tal y como ellas son. ¿Pero se debe renunciar á los ensayos de adoquinado de toda especie que se intentan actualmente? Evidentemente, no.

Ciertamente que los firmes de piedra partida no resisten bien á las circulaciones automóbiles intensas y que por lo tanto hay que mejorarlos, ya por medio del alquitrán ó cual-

quier otro producto, ya reemplazándolos por otra clase de firme.

El pequeño adoquinado es evidentemente una solución, pero es todavía una solución muy cara. En efecto, lo repetiremos, para que resulte tan económico como un firme de piedra partida de un precio ya elevado (*Segundo caso*) es preciso que dure más de cincuenta años, si cuesta 10 francos el metro cuadrado, y más de veinticinco años si cuesta 8 francos. Pero las experiencias hechas demuestran que no se puede esperar tan larga duración, y además que si resiste bien á la circulación autom6vil no ocurre lo mismo con los veh6culos pesados.

No queremos sacar de aquí la conclusión de que el pequeño adoquinado, y, en general, de que todo adoquinado no deba emplearse allí donde la circulación autom6vil lo reclama, pero sí queremos afirmar que no hay que hacerse ilusiones; con los precios actuales de los materiales es evidente que el adoquinado costará siempre mucho más caro que el firme de piedra partida, salvo circunstancias completamente excepcionales.

¿Qué es lo que se puede hacer en vista de esto para mejorar nuestras carreteras? La respuesta es bien sencilla: ó bien un adoquinado muy barato, ó bien un firme de piedra partida que no pueda ser desagregado por los autom6viles de gran velocidad.

Todavía existen muchos veh6culos con tracción animal que circulan por nuestras carreteras, y para ellos es evidente que la piedra machacada es el mejor firme; además este firme conviene igualmente á los coches autom6viles cuando no es desagregado por ellos; por lo tanto, lo que hay que buscar es un sistema de firme que no se desagregue por el paso de los autom6viles. Este será el ideal de la carretera futura, y es en este sentido que es preciso orientarse, debiendo añadirse que las investigaciones hechas hasta el día dan lugar á esperar que se llegará á la solución completa en un porvenir no lejano.—O.

EL PRIMER CONGRESO DE CARRETERAS

(CONTINUACIÓN)

Conservación de carreteras de firmes de piedra partida.

La parte más esencial de una carretera, por lo que al tránsito se refiere, es el afirmado y de cuya conservación trataré á continuación.

En la conservación del afirmado, y aparte de condiciones locales, influyen la calidad de los materiales, su machaqueo y el modo de emplearlos. Es de tal importancia la elección de buenos materiales, que el aumento de los gastos de conservación de carreteras ocasionado en estos últimos años ha provenido principalmente de la sustitución de la piedra blanda por piedra dura, habiendo poblaciones, como París y Burdeos, en las que se llega á pagar el metro cúbico de ofita á 25 francos; en Guipúzcoa y Vizcaya se ha sustituido en muchos sitios la caliza por ofita, cuyo coste llega á ser hasta doble del de la caliza, próximamente unas 15 pesetas. Con la elección de mejores materiales, los gastos de aprovisionamiento ascienden, disminuyendo los de salida.

Las calidades de piedras duras más usadas y que dan

buenos resultados, son el pórfido, basalto, fonolita, granito, gneis, escorias de altos hornos, ofita y trap, si bien la mayor parte de estas rocas son de diversas cualidades, estando en muchísimos casos mezcladas, por cuyo motivo es indispensable que se reconozcan en la cantera y antes del machaqueo los cantos de mampostería extraídos con tal objeto, para evitar la presentación de malos materiales y perjuicios á los contratistas.

Machaqueo.—Gran importancia se le ha dado en todo tiempo á la igualdad de los cantos en el machaqueo de la piedra, y no hay duda de que si fueran todos del mismo volumen, los cantos de los bacheos y recargos quedarían más estables, evitando de tal modo el desgaste que por su inestabilidad se produce, más en atención á la carestía, que representaría una gran limitación en el machaqueo; en esta provincia rige la condición de que el machaqueo se considerará bien hecho cuando cribando la piedra en dos zarandas de mallas rectangulares de 2 y 5 centímetros de lado respectivamente, cada uno de los volúmenes que pasen por la de 2 ó queden en la de 5 sean menores que la octava parte del total. De esta condición se desprende, que es grande la diferencia de volumen que puede existir entre los cantos del afirmado. En Francia se exige que todas las piedras pasen por anillos de 6 centímetros y que no haya más de 1,5 menor de 3 centímetros. Por existir estas diferencias, es muy conveniente, ya se emplee la piedra en bacheos, ya en recargos recogerlas con rastras ú horquillas cuyos dientes tengan separaciones convenientes para colocar las piedras más gruesas en el fondo del bache ó recargo.

En todos los casos debe de evitarse las canteras en que se labre piedra para obras, porque siempre los contratistas tienden á aprovechar los restos de la labra, que se componen principalmente de cantos planos y alargados completamente inaptos para ser empleados en la conservación.

Quando las canteras que se pueden utilizar en la conservación de carreteras son pocas, es muy conveniente comprar ó arrendar alguna para evitar el monopolio que más ó menos pronto suelen establecer los propietarios. Es también conveniente hacer esto con las canteras en que por no tener buenas condiciones de explotación se va encareciendo la saca, pues se observa que cada contratista se limita á efectuar las labores necesarias para presentar sus lotes, sin ocuparse de que la explotación se haga en buenas condiciones, ni de conservar los caminos de acceso á la carretera. Cuando la Administración es dueña de las canteras, pueden imponer condiciones para su buena explotación ó preparar las canteras y caminos antes de la subasta.

Recebo.—El material empleado para recebo debe ser en general, como ya dije al tratar de la construcción de carreteras, de la misma calidad de la piedra empleada para el firme, ó más duro.

En esta provincia se aprovecha para recebo esa octava parte de piedra menuda de la que he hablado anteriormente. Los contratistas, en atención á que no pueden emplearla para otros fines, prefieren no separar este detritus, lo que se hace muy fácilmente por los camineros al extender el material en la carretera. Se comprende también que el volumen, que al medir la piedra este recebo representa, es insignificante, pues ocupa principalmente los huecos de las otras piedras.

Quando por condiciones especiales al hacer recargos se pueda emplear económicamente recebo mucho más duro que la piedra usada en la conservación, principalmente si la ca-