

producción, debe proyectarse el horno para las necesidades requeridas.

El costo de pulverización se compensa con el de conservación del *stocher* además de otras consideraciones; en resumen, el rendimiento obtenido con el uso de carbón pulverizado compensa con creces el gasto sobre el empleo de *stockers*.

Décimonovena:

P.—¿Se necesitarán más hombres para el servicio de cenizas?

R.—No, en todo caso, menos personal será necesario.

Vigésima:

P.—¿Cuántos hombres necesitaré en el cuarto de calderas, o mejor dicho, cuántas calderas puede llevar un hombre?

R.—Depende del tamaño de las calderas y características de la explotación.

No serán necesarios más hombres y casi siempre bastan con menos.

Vigésimoprimer:

P.—¿Qué pasaría si el carbón se encendiera en los depósitos o en las tolvas?

R.—No ocurriría nada más que lo que ocurre en casos semejantes con el carbón almacenado, es decir, cokiza a veces. Si el fuego es en la tolva, se pára la alimentación a esa tolva y se aumenta lo posible su descarga en el hogar. Se limpia y se vuelve a cargar. No hay peligro de explosión.

* * *

Hasta aquí el interesantísimo trabajo sobre tan importante asunto, que demuestra que podemos lanzarnos en España al empleo del combustible pulverizado, utilizando con ventaja en instalaciones fijas y en ferrocarriles, carbones de todas clases, con alto rendimiento y aprovechando los polvos que hoy son imperfectamente quemados en forma de briquetas, cuando se aprovechan, pues en grandes cantidades se pierden para la economía nacional.

C. E. MONTAÑÉS,
ingeniero.

LAS CALZADAS BITUMINOSAS EN LA GRAN BRETAÑA Y EN LOS ESTADOS UNIDOS

por

R. FERET,

jefe del Laboratorio de Puentes y Calzadas, en Boulogne-sur-Mer.

En Francia sólo se ha hecho, hasta la fecha, sobre la incorporación en las calzadas, de materias derivadas del alquitrán, del betún o del asfalto, un número relativamente reducido de estudios, entre los cuales hay que citar unas 70 secciones de carreteras construidas, según diferentes procedimientos, de 1906 a 1913 en la región parisiense.

Aparte de la aplicación hecha muy recientemente, a título experimental todavía, de un revestimiento bituminoso especial del tipo de los «enlucidos asfálticos» descritos más adelante, en una extensión aproximada de 39 kilómetros de las carreteras nacionales números 190 y 13 entre Le Vesinet, Mantes y Bonnières, y en 8 kilómetros de la carretera nacional, núm. 185, entre Saint-Cloud y Versailles, el empleo de estos diferentes materiales

sólo ha entrado en la práctica corriente para el riego superficial con productos alquitranados y, desde hace tiempo, para el revestimiento de vías urbanas con asfalto comprimido.

Ciertos Estados extranjeros han llevado mucho más adelante el estudio experimental y las aplicaciones en grande de estos materiales, especialmente la Gran Bretaña y los Estados Unidos; particularmente en este país, merced a la creación progresiva de una red completa de carreteras, que no existía hasta entonces, y a la abundancia de varios compuestos asfálticos, el empleo de estos últimos se ha generalizado rápidamente, de suerte que las numerosas observaciones hechas han permitido ahora fijar reglas muy exactas sobre las mejores condiciones de aplicación de cada categoría de productos, y sobre las pruebas de recepción que conviene imponerles.

En la Gran Bretaña se están verificando pruebas prácticas desde hace mucho tiempo, bajo la dirección de un organismo oficial especial, el Road Board equivalente a la Dirección de Carreteras, y pueden citarse, en particular, las comparaciones entre distintos procedimientos de revestimientos, hechas desde 1905 en el Victoria Embankment, una de las vías de mayor circulación de Londres.

En el tercer Congreso internacional de Carreteras (1913), han sido descritos varios procedimientos para la construcción de calzadas, aplicados, durante el verano de 1911, en 40 secciones de ensayo, de una superficie total de 29.000 metros cuadrados, aproximadamente, repartidas en tres grupos, a continuación unas de otras, 23 entre New Eltham y Sidcup en la carretera de Londres a Folkertone, 5 en la carretera de Kingston, en el barrio metropolitano de Wandsworth, y 12 en el barrio metropolitano de Fulham.

Citaremos, además, experimentos análogos ejecutados en 1914 en ocho distritos de Escocia, de diferentes climas, en cada uno de los cuales se han construido ocho secciones de carreteras consecutivas, de conformidad con el plan siguiente:

La 1.^a sección de cada distrito ha sido establecida en macadán ordinario, hecho con agua, fabricado con los materiales, y según los procedimientos locales acostumbrados que admitían en ciertos casos el empleo de armaduras metálicas, diversamente repartidas; este macadán no recibió posteriormente enlucido alguno. La 2.^a sección ha sido construida de la misma manera, y después de cilindrarla, secarla y limpiarla, cubierta de una capa de alquitrán, a razón de un litro por metro cuadrado, aproximadamente. Las 3.^a, 4.^a y 5.^a secciones han sido formadas con una capa uniforme de piedras de tamaños determinados, que se han apisonado con el cilindro y regado después, respectivamente, con mezclas calientes, o de brea, de aceite pesado y de arena fina, o bien de los mismos productos sin arena, o sea de dos terceras partes de alquitrán y una tercera parte de asfalto de la Trinidad. Después se ha extendido una ligera capa de piedras menudas, apisonado y echado más piedrecitas.

Las cantidades de materiales han sido calculadas para que el espesor final fuese de 76 milímetros. Para las tres últimas secciones, las piedras han sido empapadas en caliente de materias bituminosas, antes de su colocación; alquitrán para la 6.^a y la 8.^a, mezcla de alquitrán y asfalto de la Trinidad para la 7.^a, extendidas después en capa uniforme de tal modo que, después de pasar el cilindro, el espesor alcance 76 milímetros, cubiertas con un poco de grava y apisonadas. Se ha dejado la 7.^a sección sin tocarla, al menos en los primeros tiempos; las demás han sido, después de tres semanas, regadas en caliente; la 6.^a con alquitrán, la 8.^a con una mezcla de 90 por 100 de *asfalto* y 10 por 100 de *mezcalto*, productos líquido y sólido de la destilación de petróleos de Méjico, y por fin, cubiertas de una nueva capa de grava fina.

En cada distrito una estación meteorológica, donde diariamente se efectúan observaciones, está establecida a proximidad de la carretera de pruebas; además en la misma se hacen periódicamente las cuentas de la circulación, se toman perfiles transversales en varios puntos, se examina minuciosamente el estado de las superficies y mensualmente se calculan los gastos de conservación de cada sección.

Antes y durante la construcción habíanse consignado también todas las particularidades locales y los gastos de primer establecimiento; para un distrito dado como ejemplo, el conjunto de los gastos de construcción de las ocho secciones y de los de instalación de orden general ha alcanzado, aproximadamente, 15.000 francos.

Independientemente de los experimentos sobre carreteras, que nunca resultan muy comparables entre sí a causa de la infinita variedad de las circunstancias locales, el Road Board ha organizado en el National Physical Laboratory, de Teddington, una disposición que permite ejecutar rápidamente ensayos prácticos en menor escala y en condiciones uniformes.

La pista, cuyos cimientos son de hormigón, tiene una forma circular y mide unos 10 metros de diámetro y 0,61 metros de ancho.

El constructor que solicita el ensayo de un sistema particular de revestimiento ha de entregar 3 toneladas de materia mezclada, a una temperatura de 150 a 166°. Se extiende la mezcla en la pista, se la nivela de tal modo que la capa tenga un espesor de 38 milímetros y se la comprime o con el aparato mismo o con pisonos o cilindros a mano, a voluntad del constructor; se conservan para muestras de comparación pequeños bloques moldeados aparte.

La máquina de pruebas consiste en un bastidor giratorio puesto sobre ocho ruedas de 1 metro de diámetro y 76 milímetros de ancho en las llantas, que pueden lastrarse a voluntad y que ruedan sobre todo el ancho de la pista. Cada una está movida por un motor eléctrico especial de tal modo, que su acción sobre la pista sea igual a la de las ruedas motrices de un vehículo de igual carga.

La velocidad puede reglarse a voluntad; en el caso de las ruedas con llantas de hierro, que son las únicas con que se ha experimentado hasta la fecha, no debe pasar sensiblemente de 11 kilómetros por hora.

Como la pista se desgasta más en el estado húmedo que en el seco, se la mantiene siempre mojada durante la prueba, para que

ésta sea más rigurosa; además, se puede así recoger bajo forma de barro, todos los elementos que resultan del desgaste de la calzada, secarlos, pesarlos y analizarlos.

La temperatura debe quedar constante y próxima a la del verano, estación en que las deformaciones son más fuertes.

Al empezar se pone la máquina en movimiento y se aumenta progresivamente la carga de las ruedas, hasta que la calzada haya recibido un total de 4.450 a 6.600 toneladas por metro de anchura; es lo que se llama el período de consolidación. Después comienza la prueba, propiamente dicha, bajo una carga de 84 kilogramos por centímetro de ancho en la llanta, y con una velocidad que corresponde poco más o menos a 2.440 toneladas por metro de ancho y por hora; se ejecuta la operación durante unas ocho horas por día; se examina el estado de la superficie por lo menos dos veces en el curso de cada jornada, y levantando, si es necesario, perfiles transversales y longitudinales.

Con buenos materiales, convenientemente empleados, la superficie queda llana, lisa y sin huellas apreciables hasta que haya soportado, aproximadamente, 222.000 toneladas por metro de ancho. Al llegar a este estado de trabajo empiezan a notarse deformaciones onduladas que van acentuándose; en fin, hacia toneladas 445.000, las desnivelaciones alcanzan tal importancia, que la máquina experimenta sacudidas que obligan a dar término a la prueba.

Se toman entonces muestras de la capa que queda en el sitio más desgastado y en la parte que ha resistido mejor, y se las compara con la muestra conservada en calidad de testigo, calculando sus densidades y las proporciones de agua absorbida durante una inmersión de tres meses.

Desde luego, habiendo sido escogidas para las pruebas las condiciones de humedad y de temperatura más desfavorables, el desgaste sufrido por la pista no da la medida del desgaste que sufriría una calzada análoga empleada para una circulación equivalente; en realidad, las verdaderas calzadas resisten mucho mejor. Las pruebas tienen sobre todo por objeto dar indicaciones comparables entre sí, sobre los diferentes modos de construcción experimentados.

Los estudios han sido interrumpidos durante la guerra, de suerte que sólo ha podido ensayarse un número muy reducido de mezclas; sin duda, cuando puedan reanudarse, merced a la corta duración de cada prueba, se llegará, rápidamente, a conclusiones de mucho interés.

(Continuará.)

REVISTA EXTRANJERA

Proyecto de reorganización de la producción de electricidad en Bélgica.

El problema de la producción económica de la fuerza motriz eléctrica es de los que más preocupan en la actualidad. Esta producción económica depende forzosamente de la utilización máxima de las fuentes de energía, pero también depende de la naturaleza de las instalaciones generadoras, del coste de transporte de la electricidad y del coeficiente de utilización.

Monsieur J. Carlier, ingeniero belga, estudió ya en 1918 la reconstitución de Bélgica desde el punto de vista de la electricidad, mostrando las importantísimas reducciones que en el precio de coste podían obtenerse por la interconexión de las centrales y que evalúa en 85 millones.

Más recientemente M. Fernand Courtoy que había hecho a

principios de 1914 un estudio sobre el establecimiento en común de la producción de las centrales, ha publicado en la *Revue Universelle des Mines, de la Metallurgie et des Travaux Publics*, de Lieja, un proyecto de la reorganización de la producción de la electricidad en Bélgica, que resume M. R. M. en *Le Génie Civil*, en un artículo del que nos valemos para redactar esta nota.

Los gases de los altos hornos, los gases de los hornos de cok y el carbón son las principales fuentes de energía utilizadas en Bélgica para la producción de la electricidad. Sin embargo, los gases de los altos hornos y de los hornos de cok se utilizan más ventajosamente para el alumbrado y la calefacción de los hornos, debiendo solamente emplearse el excedente disponible para la producción de la electricidad.

Como la demanda de energía varía mucho con las horas de la jornada, los días laborables y los períodos del año, las fábricas