

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.

Los pavimentos de bloques asfálticos

EN LOS ESTADOS UNIDOS

Extractamos en esta nota un minucioso estudio que M. Bron-deel, Ingeniero de puentes y calzadas, publica en los *Annales des Travaux Publics de Belgique*.

En la introducción que precede á este estudio dice que hasta estos últimos veinte años, los caminos de los Estados Unidos respondían á las necesidades de la circulación, por otra parte, poco importante; pero desde la aparición de los automóviles han venido aquéllos á ser insuficientes desde el triple punto de vista de la red, de la cimentación y del revestimiento.

Se había adoptado el sistema de extender la red de los caminos, más bien que el de mejorar los existentes, á consecuencia de la necesidad de reunir los centros nuevos por vías de comunicación axiales, en tanto que anteriormente sólo era necesario el desarrollo de la red de los ferrocarriles. Pero la circulación del automóvil ha aumentado de tal modo, que no solamente el número de caminos es insuficiente, sino que no convienen los antiguos revestimientos.

De aquí que se hayan emprendido trabajos con objeto de encontrar el sistema de calzadas que respondieran mejor á las necesidades modernas.

Antiguamente se contaba con el tránsito de las caballerías y el rodamiento de los vehículos para pulverizar y fijar los elementos del afirmado; en la actualidad, por el contrario, las bandas de las ruedas de los automóviles obrando por succión ó arranque son causa de polvo y de destrucción.

Planteado el problema veamos lo que se ha hecho para resolverlo.

Para evitar el polvo se ha recurrido á los aceites de petróleo, al alquitrán y á las sales de calcio. Estos procedimientos para ser eficaces necesitan esparcimientos frecuentes: no contribuyen á aumentar la resistencia de los revestimientos.

Los compuestos bituminosos, en general, no resuelven el problema más que parcialmente, debido á la naturaleza variable de los productos empleados, á los medios rudimentarios de las mezclas, así como á la falta de compresión del revestimiento.

Todo material poroso debe disgregarse por absorción del agua. Si se emplea un cemento bituminoso bastante blando, se crean por la acción del tráfico montones de polvo y la superficie del camino se arruga en verano y se hiende y resquebraja en invierno.

Una de las causas del mal resultado de los cementos bituminosos en los caminos vecinales es también la gran dificultad, si no la imposibilidad, de realizar reparaciones satisfactorias; el servicio encargado del entretenimiento no tiene á su disposición ni las máquinas, ni los accesorios necesarios, ni los materiales indispensables, ni aun los hombres experimentados para este fin.

Lógicamente, el sistema que se impone debe ser el que permita evitar los inconvenientes señalados, llevando al camino los materiales completamente preparados bajo forma de bloques, pudiendo estos materiales obtenerse en cantidades suficientes y con calidades constantes. La pavimentación con bloques asfálticos parece que satisface á estas exigencias.

Ya en 1903 M. Vaillant, Ingeniero de puentes y calzadas, en una Memoria redactada después de un estudio de los pavimentos de las ciudades de los Estados Unidos, dice que «la pavimentación con baldosas de asfalto es unida, agradable, insonora, y, por decirlo así, impermeable, porque bajo la acción del sol y del tráfico, el asfalto de las baldosas une bien pronto á éstas entre sí».

En el Estado de Nueva-York, hasta 1870, el factor determinante en la elección de pavimentos era únicamente la duración, lo que explica la gran cantidad de calzadas empedradas, que es el pavimento de más duración.

Las exigencias modernas han impuesto un *desideratum*. Nuevos tipos de pavimentación han excluido, casi en todas partes, el empedrado con bloques de piedra natural, que no es tolerado más que en las fuertes pendientes y para un tráfico muy pesado.

En la elección del pavimento moderno las preocupaciones son múltiples: estética, higiene, insonoridad.

El bello aspecto del asfalto le hace un pavimento ideal para las calles y los paseos de lujo. Sus cualidades sanitarias se recomiendan para los barrios populares y su insonoridad lo impone para los de los negocios.

Hay, sin embargo, que observar que los revestimientos de asfalto presentan todos los mismos inconvenientes, consecuencias de su fabricación en el mismo lugar de su empleo: inestabilidad climática y falta de compresión.

Estos inconvenientes desaparecen con los bloques asfálticos.

Se constituyen estos bloques con un agregado de piedras cuarzosas (*trap rock*) trituradas y cemento asfáltico, añadiéndole un poco de caliza pulverizada.

Se fabrican por medio de potentes prensas capaces de proporcionar bloques tan compactos y regulares como es posible. El

bloque asfáltico se compone de 72 á 83 por 100 de trap rock triturado, de 9 á 20 por 100 de caliza pulverizada (*limestone*) y de 8 á 10 por 100 de cemento asfáltico.

El *limestone*, después de secado á 300°, pasa por un triturador cónico que tiene unos rodillos de sílex que le reducen á una finura comparable á la del cemento de Portland artificial. Se obtiene el cemento asfáltico por la mezcla íntima de asfalto refinado y de residuos pesados del petróleo, denominado «Texas flux».



Fig. 1.ª

La mezcla de las materias se efectúa en una amasadora de doble sistema de paletas que giran en sentido inverso, en la cual se vierte el contenido de depósitos calibrados que contienen respectivamente la cantidad de trap rock, de *limestone* y de cemento asfáltico.

La materia mezclada se conduce por una cañería al embudo de las prensas hidráulicas, de una potencia de 200 toneladas, para reducirla al estado de bloques.

La construcción de la calzada con los bloques asfálticos comprende las operaciones siguientes:

Cimentación de la calzada.—El fondo de la zanja de la calzada se iguala y comprime de modo que forme una superficie paralela á la que constituirá el revestimiento y á 6 pulgadas y media por debajo de éste.

Sobre esta plataforma así preparada se extiende una capa de hormigón de 12 centímetros de espesor, compuesta de la manera siguiente:

El cemento empleado es cemento Portland de fraguado lento. Si la mezcla se hace á mano, se une en seco una parte de cemento con tres partes de arena. A esta mezcla se le añade inmediatamente siete partes de piedra, abundantemente regada con agua, y que se amasa íntima y rápidamente hasta que todas las piedras estén completamente envueltas por el mortero. El hormigón así preparado se extiende sobre el suelo y se apisona hasta que esté perfectamente comprimido.

Es preciso tener cuidado de que esta superficie se conserve paralela á la del pavimento y á 2 y media pulgadas por debajo de éste.

La piedra empleada ha de ser dura y completamente desembarazada de impurezas. Los pedruzcos no deben tener más de 2 y media pulgadas como mayor dimensión.

Ningún hormigón puede emplearse después de treinta minutos de su preparación. Cuando un afirmado existente debe servir de fundación, la superficie, después de haber sido convenientemente barrida, se pica y se reduce á un nivel de 10 centímetros por debajo del nivel superior del revestimiento y paralelo á él.

Cuando se emplee como cimentación un antiguo pavimento de bloques de piedra, la superficie de este pavimento se levantará ó volverá á poner si fuera necesario y se reducirá en cuanto sea posible por apisonamiento hasta 10 centímetros por debajo del nuevo revestimiento.

Lecho de mortero.—Sobre la superficie de cimentación de hormigón se extenderá un lecho de mortero de cemento de media pulgada de espesor, lo que elevará el espesor total de la funda-

ción á 4 pulgadas y media. Este mortero de cemento debe hacerse con una pequeña cantidad de agua, para que no esté demasiado líquido. Si sirve de fundación un afirmado ó un antiguo pavimento, la capa de mortero de cemento tendrá una pulgada de espesor. Este mortero se compone de cemento Portland de fraguado lento y de arena con grava, exenta de guijarros de más de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro y mezclada en la proporción de una parte de cemento por cuatro partes de arena.

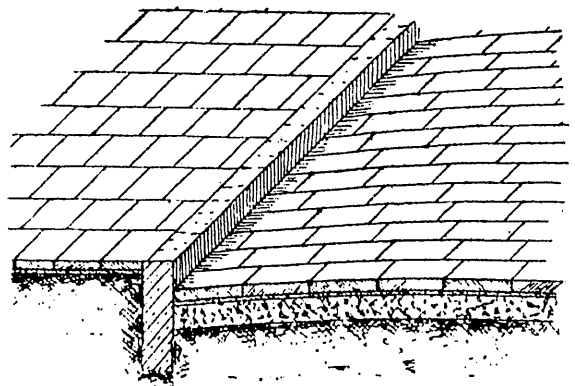


Fig. 2.ª

El lecho de mortero debe perfilarse exactamente según la forma que haya de darse al revestimiento á 2 pulgadas bajo éste, de la manera siguiente:

En la superficie de la fundación se colocan unos listones de madera ó mejor bandas de acero de 4 pulgadas de anchura y de $\frac{1}{8}$ de pulgada de espesor y de una longitud que permita cubrir en una ó en dos veces la anchura de la calzada. Estas dos bandas se colocan cuidadosamente en el sentido del perfil transversal y se rodean por el mortero en todo la longitud de manera que su cara superior se encuentre á 2 pulgadas bajo el nivel del revestimiento.

Una regla descansa sobre dos series de bandas dispuestas como acaba de decirse y distantes de 8 á 10 pies, y permite levantar la superficie de la capa de mortero.

Sobre este lecho, preparado como se ha indicado, se colocan inmediatamente los bloques, apretadas las juntas y con una superficie superior bien unida.

Colocación de los bloques.—Los trabajadores que realizan esta operación están de pie sobre la obra ya ejecutada y no sobre el lecho de mortero; el trabajo va, pues, al contrario de lo que se hace en todos los pavimentos.

Los bloques se colocan según el bombeo prescrito. Este bombeo puede obtenerse con mucha facilidad gracias á la regularidad del revestimiento; depende también de la anchura de la calzada. Para calzadas de 5 metros, conviene muy bien un bombeo de $\frac{1}{60}$, mientras que para anchuras mayores, los bombeos $\frac{1}{80}$ á $\frac{1}{100}$ bastan ampliamente. Hay que observar, por otra parte, que cuanto más pequeño es el bombeo más fácil es la circulación, porque los conductores de los vehículos no tratan de colocarse en el eje de la calzada, de donde resulta menos perjudicado el revestimiento.

Las juntas de los bloques deben ser normales al eje de la calzada. Las juntas normales deben ser regulares y tan reducidas como sea posible. Se procede al ajustamiento de las líneas como para los pavimentos de madera.

Para evitar que las líneas se deformen, se introduce en las juntas cada 6 ó 7 metros una lámina de acero de 37 milímetros por 5 milímetros, que penetra parcialmente en el lecho de mortero. La junta se llena en seguida de alquitrán muy espeso y caliente.

Inmediatamente después de la colocación se cubren los bloques con arena bien limpia y seca, pasada por el tamiz de $\frac{1}{8}$ de pulgada. Se deja una capa de arena sobre el pavimento durante un mes, de manera que por efecto del tráfico la arena se deposita sobre las juntas.

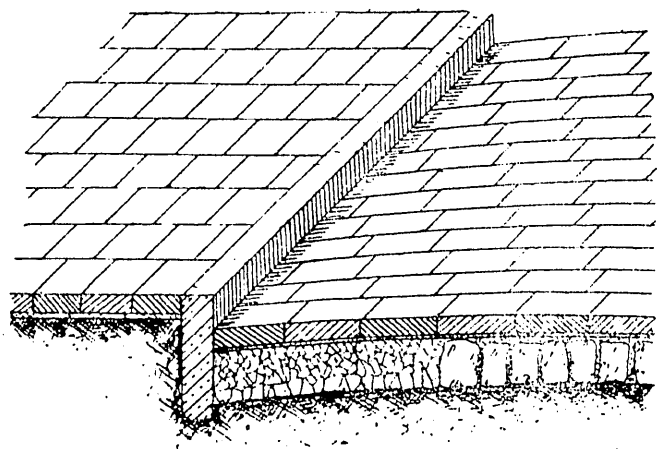


Fig. 3.ª

La colocación de los bloques no requiere conocimientos especiales, de modo que se puede emplear en ella trabajadores cualesquiera.

La figura 1.ª muestra claramente como efectúan esta operación los trabajadores, y las 2.ª y 3.ª representan una calzada con bloques asfálticos de 2 pulgadas sobre 4 pulgadas de hormigón y $\frac{1}{2}$ de mortero y una de iguales bloques sobre un afirmado como fundación y una pulgada de mortero respectivamente.

Se comienza generalmente por la izquierda. Se colocan las líneas normales determinando el trozo por bloques, $\frac{2}{3}$ y $\frac{1}{3}$ de bloque. A la derecha, los soladores no terminan las líneas; un trabajador especial continúa el trabajo y corta los bloques según las dimensiones medidas sobre el terreno.

Sin que se exijan conocimientos especiales, algunos trabajadores llegan á tener una gran habilidad; de modo que colocan hasta 50 metros cuadrados de bloques por hora ó sea 400 metros

cuadrados por jornada de ocho horas. Claro es, que tienen ayudantes que les llevan los materiales á la mano.

Para terminar diremos que, según M. Brondeel el revestimiento con bloques asfálticos es uno de los sistemas de calzadas modernos llamados á un gran desarrollo, vistas sus múltiples ventajas, en tanto que su precio no sea muy elevado. El autor cree poder afirmar que este precio debe ser sensiblemente inferior al de los pavimentos de piedra, al menos para los bloques de dos pulgadas que convienen en casi todos los casos. El de tres pulgadas no se exige más que para el tráfico excesivo y muy pesado.

En los Estados Unidos son muchas las poblaciones que emplean esta clase de pavimentos; sin entrar en detalles diremos que el número de bloques asfálticos colocados por la Hartings Pavement Company hasta el 1.º de Enero de 1911 era de 3.788.890, y que los contratados hasta el 1.º de Septiembre del mismo año era de 323.526; á este número hay que agregar el de los bloques asfálticos procedentes de las fábricas de la Internacional Pavement Company, colocados en varias poblaciones y que suman 5.441.756 lo que hace un total general de 9.544.172 bloques asfálticos.

SISMOLOGÍA É INGENIERÍA

La lectura de la obra moderna *La Science Seismologique*, del Conde de Montessus de Ballore, y el recuerdo de otros notables trabajos, que leí en Filipinas, del P. Miguel Sederra Masó, Director de la sección sísmica del Observatorio de Manila, y de los distinguidos Ingenieros de minas Sres. Abella y Centeno, han desentumecido mi perezosa y pobre pluma, ante la esperanza de que este trabajito sobre Sismología aplicada, en el que apuntaremos la influencia de los modernos estudios sismológicos en la Ingeniería, pueda servir de motivo para otros trabajos más profundos y más completos y, por lo tanto, claro es que no serían míos.

Dividiremos estos apuntes en tres partes: la primera vendrá á ser una sucinta reseña de la historia de la Sismología; en la segunda parte diremos algo sobre las modernas teorías de los megaseismos ó temblores de tierra destructores, y, por último, en otro artículo sobre la Sismología aplicada nos ocuparemos especialmente de las construcciones diversas en las zonas inestables.

En pocos años la Sismología ha ensanchado sus fronteras, gracias al descubrimiento y aplicación de los aparatos que miden los movimientos sísmicos, pasando del empirismo á ser una ciencia. Hoy se sabe que un movimiento sísmico iniciado en cualquier parte de la tierra se transmite haciendo vibrar toda la superficie del planeta.

La observación ha demostrado, según los últimos estudios hechos, que no siempre es aplicable la teoría fundada en la noción del epicentro, punto donde se inicia y desde el que se propaga el movimiento sísmico.

Las dos ramas de esta nueva ciencia son la tectónica y la física, pudiendo dividirse la Sismología en tres partes: 1.ª La que se ocupa del estudio de los macrosismos ó temblores de tierra sensibles que reconocen siempre origen geológico. 2.ª Los microsismos ó temblores de tierra, no siempre de origen geológico, más bien meteorológico, estudiando aquí los modernos métodos de medida y el análisis del movimiento sísmico. En los estudios sismológicos se hace abstracción de los braindisismos ó movimientos lentos de la corteza terrestre, pues debidos más bien