

$$y = 32 \left(2 \frac{z}{L} - 3 \frac{z^2}{L^2} + 2 \frac{z^3}{L^3} - \frac{z^4}{L^4} \right)$$

La primera resulta de la expresión [IV], haciendo $f = 6$ y $\frac{A}{C} = 4$; la segunda, de hacer en la misma expresión $f = 14$ y $\frac{A}{C} = 2$.

En el segundo artículo sobre la figura de los arcos de fábrica proponía la sustitución de la directriz parabólica del arco del modelo oficial de 32 m de luz rebajado un cuarto por la parabólica de cuarto grado de la siguiente ecuación:

$$y = 30 \frac{z}{L} - 47,6 \frac{z^2}{L^2} + 35,2 \frac{z^3}{L^3} - 17,6 \frac{z^4}{L^4}$$

La cual, como puede comprobarse, resulta de hacer en la expresión [IV] $f = 6,4$ y $\frac{A}{C} = 2,245$. En otro artículo...; pero tampoco quiero continuar por este otro camino, no se crea que con esta relación de cosas de fechas de hace años pretendo prepararme para recabar la paternidad de la familia parabólica de cuarto grado, cuya presentación ha sido el principal objeto de estas notas elementalísimas.

Llegó la hora de ponerles fin. Ya que de un arco de modelo oficial acabo de hablar, no quiero desaprovechar la ocasión para asociarme a la idea del distinguido ingeniero Sr. Durán Walkinshaw, de unos ábacos para el cálculo de arcos de hormigón armado (1). Partía para ello tan distinguido ingeniero de las enseñanzas que pueden sacarse de la colección de modelos oficiales de arcos de hormigón armado, y proponía que una comisión se encargara del trabajo de los ábacos en cuestión, para mayor comodidad y garantía. Deseo ocuparme, cuando me sea posible, de hacer unos comentarios al trabajo del señor Durán; pero al asociarme a su idea quisiera recomendarle que fuera la primera parte de la labor de la Comisión una revisión de la colección de modelos; entre otras cosas, para dar a los arcos que la componen la figura de la directriz más conveniente a cada uno, dejando que descansara un poco la consabida parábola de segundo grado, que ya debe andar un tanto fatigada. Yo me atrevería a proponer la familia parabólica de la expresión [IV]. Yo la proponería, pero temo que llegara a tachármeme de inmodesto.

José LÓPEZ RODRÍGUEZ
Ingeniero de Caminos

(1) REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, núm. 2 454.

Nomenclatura de materiales y de procedimientos de construcción de pavimentos

Unificación de ensayos de alquitranes, betunes y asfaltos

I

En el Congreso de Carreteras celebrado en Milán en septiembre de 1926, se tomó el acuerdo de nombrar una Comisión internacional para el estudio de las materias que encabezan el presente artículo. La designación de personas se dejó a cargo del Comité permanente, que nombró los siguientes miembros para dicha Comisión:

Bélgica, M. Van Volson; Dinamarca, M. C. J. Brodersen; Estados Unidos, Mr. E. F. Kelley; Francia, M. Lorieux; Inglaterra, Mr. P. E. Spielmann; Italia, Ing. Italo Vandome; Suiza, Prof. Dr. Schlaepfer; Holanda, M. Nellenstein, y el que suscribe por los países de lengua española.

Como la mayoría de las personas designadas disponía de escaso tiempo se acordó, en primer lugar, que se celebrarían sesiones mañana y tarde. Desde la primera sesión, verificada el 27 de junio, se vió que el trabajo encomendado a la Comisión era de gran importancia, y en vista de ello se desistió de abordar algunos puntos, sobre los que se encargaron ponencias para que, estudiados en sus respectivos países por los miembros de la Comisión, se remitan al Comité permanente.

Presidió las sesiones M. Lorieux, inspector general de Puentes y Calzadas, asistiendo, además de las personas citadas, M. Le Gavrian, profesor de Carreteras de la Escuela de París, y M. Masse, en calidad de miembros del Comité permanente. Se puso a nuestra disposición toda la documentación reunida, así como el Laboratorio de la Escuela de Puentes y Calzadas.

Con objeto de hacer más intensivo el trabajo se designaron dos subcomisiones; una para lo referente a nomenclatura y la otra para la unificación de ensayos.

La primera subcomisión no llegó a presentar dictamen al pleno, a causa de la divergencia fundamental entre lo que se entiende por betún y asfalto en los diversos países. Existen numerosos intereses creados por consecuencia de las denominaciones empleadas y resultaba imposible que se pusieran de acuerdo los delegados franceses e ingleses, por designar en Francia con el nombre de betún a lo que los ingleses y americanos llaman asfalto de Trinidad. Aparte de esto, el alquitrán se considera en varios países como betún y las rocas asfálticas no se consideran como asfalto en otras. Ante tales dificultades se llegó a proponer que desapareciera la palabra asfalto; esta proposición no pudo aceptarse por ser la palabra de uso corriente.

En el pleno se llegó con relativa facilidad a la siguiente definición de *Alquitrán*: Material (despojado de agua) resultante de la condensación de los productos volátiles de la destilación destructiva de las materias hidrocarbonadas contenidas en la hulla, la madera, la turba, etc.

Las palabras betún y asfalto dieron lugar a discusiones en el pleno tan largas como en la subcomisión, por las razones antedichas de existir acepciones muy precisas y contradictorias. Aprovechando la circunstancia de que entre nosotros tienen poca precisión estas palabras, ventajas, como decía Figaro, de las cosas a medio hacer, pude proponer una solución, que en principio

fué aceptada por todos los delegados, incluso el inglés, que indicó no obstante que su aceptación quedaba condicionada por la de su Gobierno. Esta proposición se funda en la introducción de la expresión betún asfáltico como el principio que da caracteres asfálticos a otros materiales, y de esta manera se pueden aceptar definiciones consagradas en diversos países, producto de estudios hechos por Comisiones oficiales.

Resultará de este modo la terminología siguiente:

Betún: Mezcla de hidrocarburos naturales (o procedentes de volatilizaciones) y de sus derivados no metálicos, que pueden ser gaseosos, líquidos, viscosos o sólidos, pero siempre enteramente solubles en bisulfuro de carbono.

Betún asfáltico: Grupo de hidrocarburos y derivados nativos o preparados a partir de hidrocarburos nativos (por ejemplo, petróleo) por destilación, oxidación, cracking, que contiene pocos productos volátiles y que tiene propiedades aglomerantes características. Prácticamente soluble en totalidad en bisulfuro de carbono.

Asfalto natural: Mezclas naturales de betún asfáltico y de materias minerales inertes. (Rocas asfálticas, asfalto de Trinidad, de Cuba, Bermúdez, arenas asfálticas, etc.)

Asfalto artificial: Mezcla artificial de betún asfáltico y de materias minerales inertes. (Asfalto sintético, mastic de asfalto, etc.)

Seguramente harán nuestros compañeros objeciones fundadas a esta terminología. Resultan por ella cosas tan extrañas para nosotros como designar al gas del alumbrado como un betún, para no citar sino uno de los ejemplos más chocantes; pero son tales las ventajas de que toda la literatura técnica emplee términos uniformes, aunque sean algo arbitrarios, que es de esperar que de aquí en adelante se emplee con escrupulosidad la nomenclatura acordada. Por otra parte, para nosotros no es difícil, ya que se emplea mucho la expresión betún asfáltico en el sentido acordado y sólo tendrán que desaparecer expresiones tales como asfalto de petróleo, betún de Trinidad y alguna más que de momento no recuerdo. Si bien se mira, la terminología acordada está bastante de acuerdo con los términos que corrientemente empleamos, y yo no hice otra cosa que ser intérprete de la generalidad de nuestros compañeros.

En vista del trabajo que había costado fijar cuatro palabras entre los varios centenares propuestos, se distribuyó entre los asistentes el trabajo, para que fueran estudiando en sus respectivos países la precisa significación de cada vocablo, quedando encargado el Comité permanente de hacer un intercambio de las observaciones que surjan.

Respecto a la nomenclatura de los métodos de construcción de afirmados, se llegó a completo acuerdo, en la forma siguiente:

CLASE NÚM. I

Afirmados de terreno natural y de mezclas de arena y arcilla.

Afirmados de grava (canto rodado).

CLASE NÚM. II

Afirmados ordinarios de piedra partida.

Capa de piedras de pequeñas dimensiones aglomeradas por medio de agua y de una materia terrosa, arenosa o pedregosa apropiada.

II A. Sin comprimir.

II B. Comprimida por cilindrado mecánico.

CLASE NÚM. III

Afirmados ordinarios de piedra partida con enlucido superficial.

Afirmado ordinario de piedra partida comprimido, en la superficie del cual, después de su terminación y en el momento oportuno, se extiende en capa delgada un producto simple o compuesto que tiene por objeto impermeabilizar el afirmado y aglomerar sus elementos superiores.

(Ejemplos: Enlucido de alquitranes, betunes asfálticos, emulsiones; capa delgada de arena impregnada de alquitrán o betún asfáltico.)

CLASE NÚM. IV

Afirmados ordinarios de piedra partida silicatados.

Afirmado ordinario comprimido, de piedras apropiadas (generalmente calizas), en el que la ligazón se obtiene por medio de una materia caliza y de una cantidad determinada de solución de silicato de sosa.

CLASE NÚM. V

Afirmados con aglomerante de alquitrán, betún o asfalto.

Capa colocada sobre un cimiento natural o artificial constituida por un producto a base de alquitrán, betún asfáltico o asfalto, mezclado o no con materiales arenosos o pétreos, obrando el aglomerante a la vez por su resistencia propia y como impermeabilizador del firme.

V-A. Método de penetración.

Método que consiste en impregnar la capa de áridos con el aglomerante después de colocada sobre el cimiento.

V-B. Método de mezcla.

Método que consiste en efectuar la mezcla de los áridos con el aglomerante antes de la colocación sobre el cimiento.

Hormigones de alquitrán, betún asfáltico o asfalto.

Morteros de alquitrán, betún asfáltico o asfalto.

V-C. Asfalto comprimido.

Polvo de roca asfáltica colocado sobre cimiento y comprimido.

CLASE NÚM. VI

Afirmados con aglomerantes hidráulicos.

Mezclas íntimas y compactas de áridos (piedras, arenas, escorias, etc.) con aglomerantes hidráulicos.

VI-A. Método de penetración.

Método consistente en impregnar la capa de áridos con el aglomerante después de colocada sobre el cimiento.

(Afirmado ordinario de piedra partida con aglomerante hidráulico.)

VI-B. Método de mezcla.

Método consistente en mezclar los áridos con el aglomerante antes de la extensión sobre el cimiento.

Hormigón hidráulico.

Mortero hidráulico.

CLASE NÚM. VII

Empedrados.

Pavimento constituido con elementos colocados uno a uno, a mano, siguiendo un plan determinado de colocación.

VII-A. Adoquinados con elementos naturales.

VII-A-1. Adoquinados con elementos regulares.

a. De piedra.

b. De madera.

VII-A-2. Adoquinados con elementos irregulares.

a. Adoquinado llamado de mosaico constituido por elementos de piedra dura, sensi-

blemente cúbicos, colocados a juntas inciertas o en filas curvilíneas.

VII-B. Empedrados concertados.

Pavimento ejecutado con piedras partidas o cantos rodados empotrados en un cemento.

VII-C. Adoquinados con elementos artificiales.

VII-C-1. De ladrillo.

VII-C-2. De piedra o escoria.

VII-C-3. De aglomerados de piedras con aglomerante bituminoso o hidráulico.

VII-C-4. De asfalto.

VII-C-5. De metal.

VII-C-6. De caucho.

VII-C-7. Varios.

Como puede observarse ha desaparecido la voz ma-

cadam, así como otras varias, si no tan extendidas, por lo menos tan corrientes como alquitranado, riego superficial, tarmacadam, etc., etc. Sería en alto grado deseable que se aceptara con generalidad la nomenclatura adoptada, aunque es de esperar que algunas palabras de las citadas sobrevivan a todos los intentos de anularlas.

Conviene hacer constar que la nomenclatura aceptada es producto de un compromiso entre muy variados modos de expresión, y considerada desde el punto de vista particular de cada país, no resiste a la crítica más benévola.

En sucesivos artículos seguiremos dando cuenta de los resultados a que se llegó en lo referente a unificación de ensayos.

Manuel AGUILAR
Ingeniero de Caminos

Abastecimiento de aguas de León ⁽¹⁾

II

Descrito ya en mi anterior artículo con alguna minuciosidad el proyecto, voy a decir unas cuantas particularidades de la construcción, por si alguna de ellas pudiera servir a algún compañero, aunque tengo la seguridad de que cualquiera de ellos habría resuelto las dificultades presentadas en la misma en mejor forma que la por mí empleada.

Ante todo, indicaré que, habiéndose comenzado las obras en 19 de marzo de 1924, y siendo criterio cerrado el de que el 1.º de septiembre de dicho año, o sea en un plazo de cinco meses, se terminaran, no había

más remedio que organizarse un poco a la americana para construir en ese plazo los 9217 m de conducción, el túnel, los tres sifones y uno de los depósitos.

Se trajeron, pues, cinco moldes metálicos de Grenoble, de núcleo interior conarticulación

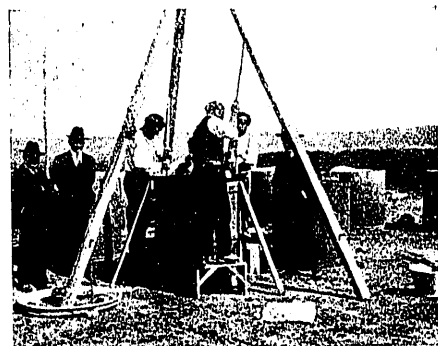


Fig. 11. Construcción de un tubo apisonado.

de paraguas y núcleo exterior de tres sectores, y organicé cinco tajos repartidos convenientemente a lo largo del trazado en sitios donde el agua, los acarreo de arena y cemento fuesen fáciles de obtener, y al cabo de tres semanas se llegaba a la cifra deseada de que cada tajo construyera 20 tubos diarios.

La inspección de las figuras 11 y 12 permite darse idea de la sencillez del procedimiento de fabricación de los tubos con apisonado vertical, ejecutados con mortero tan seco que permitía la extracción del núcleo interior y desmolde externo inmediatamente de terminarse el apisonado, quedando el tubo apoyado sobre una arandela de fundición que servía a su vez de molde a la boquilla inferior; en cuanto a la superior, se hacía con una terraja.

A los tres días los tubos eran tumbados, quedando

así libres las arandelas para nuevos tubos (fig. 13); se les daba una ligera capa de enlucido y quedaban en disposición de ser trasladados y colocados en la zanja.

La colocación es también sencillísima y la junta se reduce a recibir interiormente las boquillas con mortero y hacer luego exteriormente una estrecha faja, de mortero también.

Como a cada brigada de construcción le correspondía otra de colocación, se llegaban a construir y colocar 20 metros lineales diarios por brigada, lo que hacía un total de 100 me-

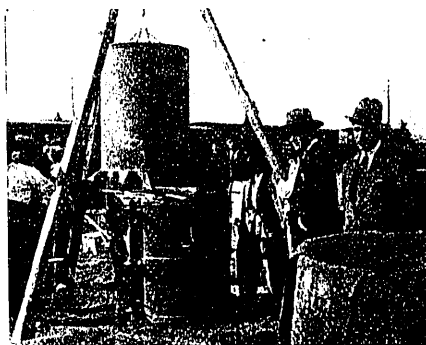


Fig. 12. Desmoldando un tubo. Extracción del núcleo.

tros diarios, longitud indispensable para la rapidez pretendida.

Al abrir la zanja en la ladera del pueblo de Villaquilambre nos encontramos con un terreno que, aparte de ser muy rico en aguas, era enormemente arenofangoso. Habría sido muy expuesto colocar la tubería directamente, y recurrí a apoyarla sobre una losa de hormigón armado, detallada en la figura 14, con pilotes de rollizo en número de dos por metro lineal y calculada sin tener en cuenta la resistencia del terreno. Como,

además, era preciso cortar la corriente de agua atravesada con la zanja, por ser la que alimentaba unas fuentes del pueblo de Villaquilambre, que estaba inmediato, y que se secaron al descender el nivel de

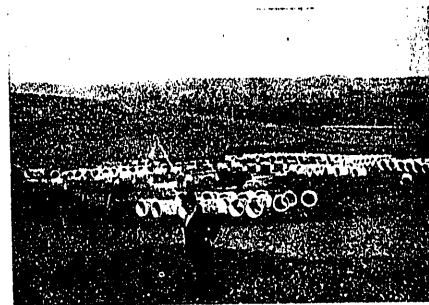


Fig. 13. Vista de un taller de tubos.

(1) Véase el número anterior, página 250.