

dica con trazos la silueta del tipo de dique en talud, tan adoptado en aquel puerto.

Para la adopción de este nuevo tipo se han fundado en la economía de construcción y conservación, en la reducción de tiempo en la primera, en la posibilidad de hacer muelle y en ocupar menos espacio en el interior.

En todas las secciones dibujadas se puede observar la disposición dada al basamento y protección de su coronación, de acuerdo con las ideas antes expuestas.

Ha de observarse que todos estos tipos modernos de diques formados con bloques ciclópeos son, desde luego, satisfactorios para los mares sin marea, donde se construyen, y lo serían para los mares de marea si en éstos no existieran olas de mayor altura que en aquéllos, en los cuales se supone, generalmente, no pasen de 6 m, dando así espesores máximos de 12 m. Claro es que en los mares de más fuerte oleaje cabría el emplear el mismo con mayor espesor, o sea con bloques de mayor longitud; pero implicaría mayor peso en cada uno y, como consecuencia, el extremar la potencia de los medios de carga, transporte y colocación en obra; y por esto se observa la preferencia a construir estos diques en esos fuertes mares con cajones y con espesores superiores a 12 m.

Así, se ve en los tipos presentados por Lira dar el espesor de 10 m, formado con bloques, al dique de An-

tofragasta, calculado en olas de 6 m, y adoptar cajones, en el de Valparaíso, con espesor de 14 m, teniendo en cuenta olas de más de 8 m; y esos espesores, y aun mayores, como en el Musel, se dan a nuestros diques construídos con cajones y sometidos a las fuertes olas de nuestro Cantábrico.

Antes de terminar con los diques verticales, y con ellos todo lo relativo a los diques de abrigo, se expondrá algo sobre sus costes, además de lo apuntado en el artículo anterior, en cuanto a la relación entre los diques en talud y los verticales.

Se podrían estampar varias cifras de las dadas por los varios ingenieros, una de ellas relativa al coste del dique de Valparaíso, fundado a —54 m, cifrado en 2 500 libras esterlinas metro lineal, y otra, al de Catania, indicado como tipo por los italianos, fundado a —18 metros y valorado en 14 500 libras oro; pero no puede fijarse nada concreto, sino, como se dijo en las conclusiones, sólo a título de indicación de un orden de magnitud se expuso como resumen el coste de 9 000 a 35 000 francos oro el metro lineal en los diques construídos en el Continente antiguo, en mares sin marea, y variando las profundidades de —12 a —40 m, indicando que se tendrá una economía del 20 por 100 en los diques verticales, en relación con los "en talud", desde el límite en que, por la profundidad, sean aquéllos aconsejables.

Ramón HERNÁNDEZ MATEOS
Profesor de la Escuela de C. C., y P.

Afirmados de asfalto natural

Comienza a usarse actualmente esta denominación para distinguir los pavimentos formados por roca asfáltica nativa resistente, sometida a un cuidadoso machaqueo y extendida y comprimida como la piedra de un afirmado ordinario.

La roca asfáltica fué ya empleada en esta forma, con buen resultado, a mediados del pasado siglo en varios países simultáneamente y muy especialmente en Bélgica, Inglaterra y Alemania; pero en aquella época no existían las facilidades de transporte de nuestros días, y las minas en explotación de donde podía obtenerse el material conveniente, por su composición y dureza, para ser empleado con estos fines eran tan escasas, que frecuentemente se hacía preciso salvar distancias de centenares y hasta millares de kilómetros entre los puntos de obtención y los de empleo, motivando todo ello que decayera rápidamente el uso de estos pavimentos, cuando comenzaban a difundirse, mientras que eran preferidos y se extendían por todo el mundo otros firmes construídos con elementos pétreos más fáciles siempre de encontrar y de adquirir en todos los países.

Pero fueron tan satisfactorios los resultados que se lograron con estos pavimentos y tanto se pusieron de manifiesto en aquella época, en que era aún desconocido el automóvil y escasos los ferrocarriles, verificándose, por consiguiente, casi todos los transportes en carros, cuyos efectos destructores sobre los afirmados eran aún mayores que ahora, que pronto surgió la idea de reproducirlos artificialmente. Gran número de químicos, ingenieros y constructores se dedicaron entonces a buscar una roca asfáltica sintética de fácil obtención y costo reducido que pudiera reemplazar a la que tan escasamente se presentaba

en la Naturaleza, siendo el químico belga Smedt, en el año 1876, quien primero consiguió, mezclando asfalto de Trinidad con arenas y elementos minerales diversos, formar un cuerpo que prácticamente se asimilaba en sus aplicaciones a la roca asfáltica nativa.

El primitivo mortero de Smedt, así constituido, fué el origen de los actuales hormigones asfálticos de aplicación universal. Su composición se varió, dando entrada en ella a los elementos gruesos—grava y piedra partida—, con lo que ya pasó a ser hormigón propiamente dicho, y, posteriormente, por el notable progreso que tuvo lugar en la destilación y refinación de petróleos, por las que era posible obtener betunes asfálticos artificiales superiores por su calidad, en muchos casos, a los asfaltos de Trinidad, Bermúdez y Méjico, se sustituyeron estos últimos por aquéllos en la mezcla, llegándose con estas variantes a tal perfeccionamiento en la fabricación de hormigones asfálticos, que pronto hicieron caer en un olvido, mantenido hasta el presente, a los primitivos afirmados asfálticos naturales, origen de todos los demás.

Lógicamente se desprende de todo lo anterior que no está justificado que se haya renunciado en absoluto al empleo directo de la roca asfáltica en la construcción de afirmados. Ello debe ser así, exclusivamente, cuando sea posible lograr una evidente ventaja económica con el uso del hormigón artificial; pero nunca en el caso contrario. Ambos pavimentos pueden perfectamente equipararse en su constitución y resultados, y a demostrarlo conduce el breve resumen histórico que hacemos sobre el origen y evolución de los hormigones asfálticos, que—repetimos— fueron concebidos como una simple imitación de los afirmados de roca asfáltica comprimida con la fina-

lidad exclusiva de su abaratamiento, pero sin mejorarlos nunca.

En España sería posible y conveniente, en atención a estas razones, hacer resurgir los afirmados de asfalto natural, y ninguna ocasión habría de ser tan propicia como ésta en que la pavimentación de nuestras carreteras ocupa la atención del Gobierno y de todo el país. Nuestra riqueza en asfaltos en roca, que sin ser tan grande como la de otros países es igual o superior a la de cualquiera de las restantes naciones europeas, nos sitúa en buenas condiciones para ello: y tanto más es esta posibilidad de ser tomada en consideración cuanto que en una extensa zona de nuestro territorio podrían conseguirse notables ventajas económicas, en relación con otros firmes especiales, empleando la roca asfáltica de nuestras minas.

Las circunstancias que técnicamente aconsejan el empleo de este sistema de afirmado son las mismas que presiden a la elección de los hornigones asfálticos. La roca asfáltica de las minas españolas es de una gran resistencia al desgaste y al choque, y es posible, por tanto, utilizarla en carreteras de tráfico pesado; pero es preferible, sin embargo, que dicho tráfico se halle compensado, es decir, que la relación del número de vehículos automóviles al de carros que sobre el pavimento circulen no baje de la unidad. El clima influye menos en el afirmado asfáltico natural que en los morteros asfálticos artificiales, por estar en los primeros mejor distribuido el betún, no siendo de temer en ellos las manifestaciones habituales de reblandecimiento y cristalización que suelen presentarse en los hornigones ordinarios, por bien que se elijan las características de los betunes a emplear en cada caso; y otro tanto puede decirse en lo que se refiere a efectos ocasionados por la humedad o sequedad del ambiente.

Para construir el firme, se comienza por verificar un escarificado en la forma acostumbrada, o un simple bacheo, si el juego de rasantes y el bombeo de la carretera son aceptables. (Nos referimos, desde luego, a la reparación de un firme antiguo.) A continuación se disponen dos filas de bordillo, y se efectúa un ligero barrido. Sin más preparación, se extiende la roca asfáltica, machacada al tamaño comprendido entre uno y cuatro centímetros, a razón de unos ciento veinticinco kilogramos por metro cuadrado, con lo que el espesor final del firme será de cinco a seis centímetros; y después de esta extensión, que puede verificarse sin inconveniente alguno por semianchos, se comprime el material con apisonadoras de doce a catorce toneladas de peso, con ausencia total de agua

y de recebo. Las operaciones se realizan en frío; pero si se trabaja a muy bajas temperaturas del ambiente, pueden lograrse economías en la inversión calentando el material hasta una temperatura de 40° a 50° centígrados. Una vez ejecutado el firme, para defenderlo en los primeros momentos hasta que tiene lugar la consolidación definitiva que determina el tráfico, conviene extender sobre él una ligera capa de betún asfáltico, o, mejor aún, de asfalto fundido, obtenido con roca de la misma procedencia que la empleada en el pavimento.

En la carretera de Madrid a Francia por Irún, a la salida de Miranda de Ebro, se ha verificado recientemente un ensayo en esta misma forma, con inmejorable resultado; y en otras carreteras y poblaciones de España tenemos noticias de que se repetirán en breve las pruebas en una mayor escala.

El precio a que podría valorarse este firme, muy variable con las distancias del punto de empleo a las minas—que en nuestro país se hallan concentradas en las provincias Vascongadas—, y con las tarifas de transporte que rijan en cada caso, puede oscilar, según los datos que hemos podido recoger—y que aclararemos en otro artículo—, de diez a veintidós pesetas, dentro de nuestro territorio, y es, por tanto, aceptable al lado de los que suelen fijarse para firmes especiales. A las ventajas que se lograrían con el uso del mismo, cabe añadir la que representaría el reducir la considerable importación de betunes asfálticos que hoy tiene lugar, sin temor a contrapartida alguna, por la imposibilidad en que se hallarían los productos extranjeros de competir con los nacionales, aun contando con la economía de los transportes marítimos; y, por último, se favorecería a la actual industria que explota en forma de asfaltos fundidos y en la fabricación de losetas las minas españolas, abriendo nuevos horizontes a su actividad. Siendo todo ello motivo suficiente para promover en gran escala el empleo de los firmes objeto de estas líneas, aun cuando para ello sea menester olvidar de momento las normas que hayan consagrado los precedentes inmediatos, basados más en la experiencia ajena que en la nuestra.

Más adelante expondremos con detalle las posibilidades de llevar a cabo—dentro de las circunstancias de nuestro país, y concretamente en relación con la explotación de nuestras minas y precios de transportes ferroviarios—la aplicación de los pavimentos de macadam asfáltico natural, y justificaremos, de paso, con números y datos, los extremos en que basamos nuestras afirmaciones sobre su conveniencia.

Manuel DEL RIO
Ingeniero de Caminos.

MADRID - VALENCIA

La concesión de una carretera particular para la tracción rápida entre Madrid y Valencia ha puesto otra vez sobre el tapete la aspiración valenciana de las comunicaciones con la Corte por un medio menos lento que el actual ferroviario. Es Valencia el puerto importante más cercano a Madrid en línea recta y ya hace años que se pensó en que colmaría el desarrollo de la gran ciudad levantina la línea que obli-

gara a Madrid a servirse con ventaja de su puerto. Bajo esta idea nació el proyecto del *directo*, del que tanto se ha hablado y sobre el que tantos intentos fracasados se han hecho, y hoy parece que, si no se desiste de ello, se deriva el asunto al establecimiento de un camino carretero con perfil especial para la tracción automóvil.

Es verdad que el tiempo ha hecho su labor, cal-