

onerosas dichas cargas, que, de no querer sumir en la ruina las finanzas del Estado, ha debido rectificarse el proceder del mismo en tal materia, dedicando los recursos consignados para el paro forzoso a la ejecución de obras públicas de utilidad general, tanto para sacar algún provecho de las sumas así gastadas como para imponer a los obreros parados la obligación de trabajar.

Este podría ser en nuestro país el remedio aplicable

al paro forzoso, que alcanza aquí poca importancia relativa a causa de nuestra escasa industrialización y de la reducida población de nuestro territorio, capaz de sostener un número de habitantes mucho mayor, mediante el fomento de su producción agrícola, con una racional ordenación de obras de riego, de saneamiento, etcétera, en lugar de complacernos en reformas utópicas y sectarias, que perturban hondamente la paz social de nuestros campos.

R. CODERCH
Ingeniero de Caminos

Hormigones asfálticos

En el Congreso de Carreteras celebrado en Milán en septiembre de 1926, una Comisión internacional estudió una nomenclatura de materiales de construcción de pavimentos, y definió el asfalto natural como mezclas naturales de betún asfáltico y materias minerales inertes. La roca asfáltica es un asfalto natural, que como pavimento se ha usado satisfactoriamente desde mediados del siglo XIX.

Es una roca caliza, naturalmente impregnada con betún asfáltico. Para usarla como pavimento no requiere sino un molido y calentado previo. Se obtiene así el asfalto fundido o comprimido. Mediada la segunda mitad del siglo XIX, se trató de hacer una impregnación artificial de materiales inertes, y surgió el hormigón asfáltico. Este es, pues, una mezcla de gravilla, arena, relleno y betún asfáltico, usada hoy, con excelentes resultados, y en sinnúmero de carreteras, en los Estados Unidos de América, y en Europa en la mayor parte de los países, aunque no en todos con el mismo resultado.

La primera prueba de hormigón asfáltico se hizo en América con asfalto natural procedente del lago existente en la isla Trinidad. En este mismo país se estudió y perfeccionó; y cuando, veinte años más tarde, se usaba con buenos resultados en América, el ingeniero de este país Clifford Richardson, especialista en esta clase de pavimentos, vino a Europa, y con la experiencia americana, trató de hacer un hormigón asfáltico en Inglaterra, que fracasó porque las condiciones climatológicas inglesas no son las americanas.

Después de algunos experimentos, y modificando las dosificaciones de áridos y penetración del betún asfáltico, vino el éxito el año 1908, al afirmarse el muelle Victoria, junto al Támesis, en el centro de Londres. Éxito indudable, pues aun en la actualidad se conserva en buen estado el mismo firme, con ligeras reparaciones, a pesar del enorme tráfico que sobre él pasa. De la misma manera que se utilizó la experiencia americana como base de estudio para llegar a estos resultados en Inglaterra, se ha utilizado la inglesa para introducir este afirmado en los demás países de Europa. En unos, el estudio de los fracasos, investigando las causas, ha conducido a resultados satisfactorios. En otros, el estudio no ha sido tan concienzudo, y los resultados no pueden ser tan halagüeños.

Recientemente, en una visita a Inglaterra, he tenido ocasión de estudiar sobre el terreno lo que allí se

hace, y pasó a describirlo. Como antes decimos, el hormigón asfáltico es una mezcla de un árido y betún asfáltico. Dejaremos para más adelante lo relativo a dosificaciones de árido y betún, y procedamos a estudiar su mezcla.

MEZCLA

Como el betún asfáltico a la temperatura normal es sólido, hay que calentarlo para mezclarle el árido. Si este último se mezclase frío con aquél, se podría originar un descenso de temperatura que daría lugar a una mala mezcla, a menos que la temperatura del betún fuese tan elevada que llegara a ser peligrosa, pudiendo incluso quemarse. Es, pues, lo mejor calentar el árido a la par que el betún, y ya calientes, proceder a la mezcla.

INSTALACIONES

Toda la maquinaria que se necesita para hacer la mezcla se sitúa en un punto estratégico de la obra que se va a ejecutar, y el conjunto constituye lo que en Inglaterra designan con el nombre de *Plant*, y que denominaremos instalaciones de trabajo; a ella se transportan los materiales constituyentes del firme y se almacenan, para, una vez mezclados, conducirlos al tajo o sitio en donde se han de usar.

Las instalaciones son fijas o portátiles. Las primeras son de gran rendimiento, y suelen situarse en zonas en que hay un gran número de kilómetros para ser pavimentadas con hormigón asfáltico. Las segundas, fáciles de transportar, se usan en zonas que caen fuera del radio de acción de las primeras, o en áreas dentro de éste en que, por la abundancia de trabajo, no pueden ser servidas por las fijas. Se entiende por radio de acción de una instalación la distancia máxima a que se puede transportar el material mezclado en ella, llegando con la temperatura suficiente para poderse extender con facilidad.

Este radio variará, pues, con la temperatura del ambiente, rapidez del transporte, etc. Como términos generales, se puede decir que en invierno llega hasta 12 ó 15 kilómetros, y en verano hasta 20 ó 25.

Las fotografías 1 y las 3 y 4 muestran dos tipos de instalaciones portátiles. La primera con un rendimiento de 30 tn, y la segunda con uno de 80 tn en una jornada de ocho horas. La 5 es el interior de una fija con rendimiento de unas 130 tn. El proceso de la mezcla es el siguiente:

La arena y gravilla, juntamente mezcladas, son

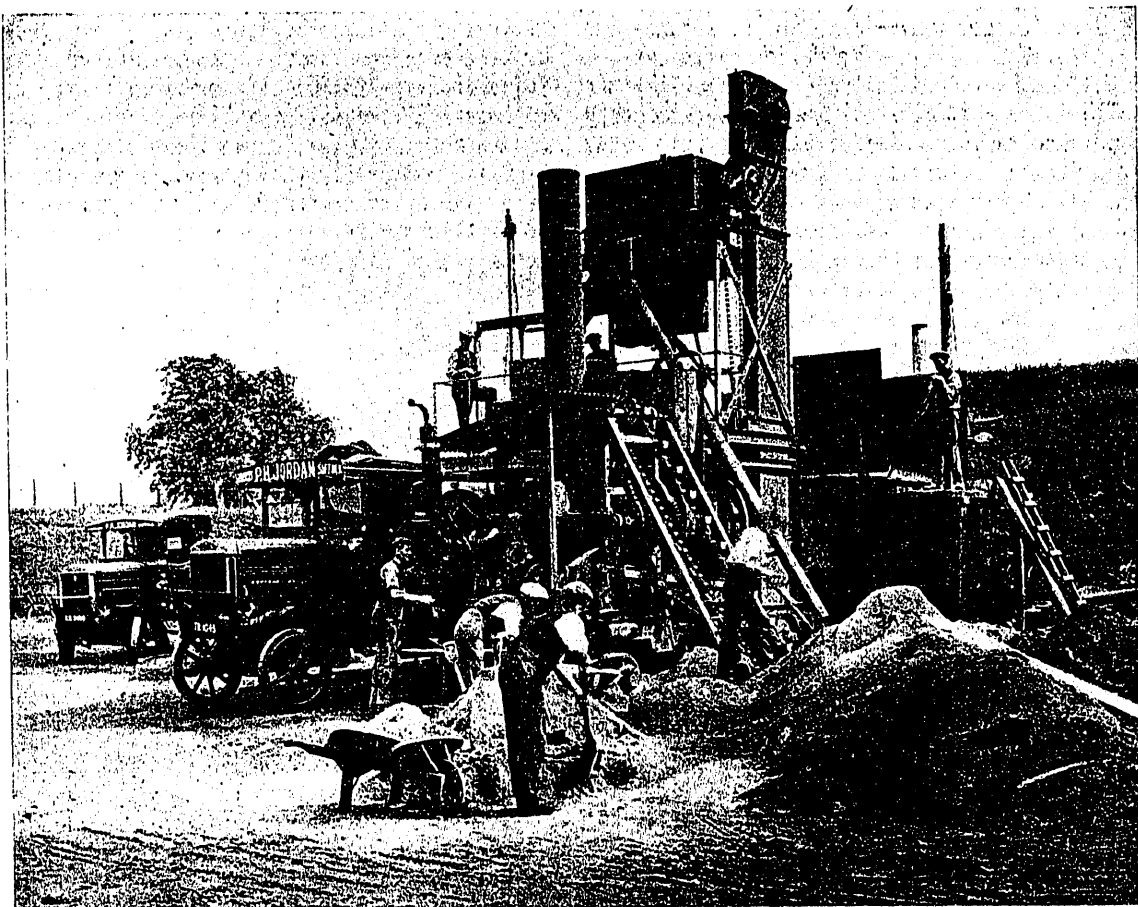


Foto 1. Taller portátil para la fabricación del hormigón asfáltico

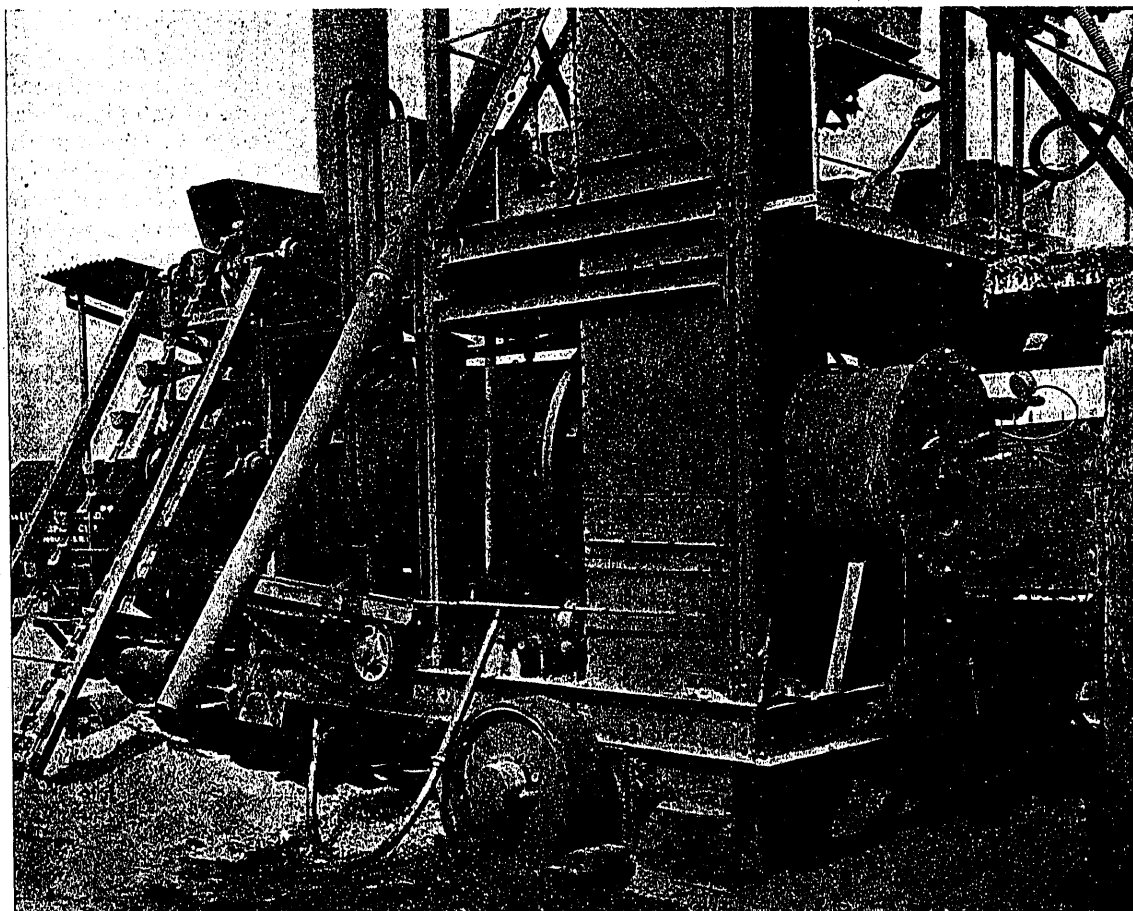


Foto 2. Secador giratorio

elevadas por una cadena de cangilones (foto 1) y vertidas en un secador giratorio (foto 2). Este está ligeramente inclinado, de modo que, por la acción de la gravedad, la mezcla arena-gravilla pasa de un extremo a otro. En el extremo opuesto a aquel por donde entra el árido está la cámara de combustión. El combustible es líquido en las instalaciones modernas.

Cuando el material inerte llega al otro extremo del secador, no sólo ha perdido la humedad, sino que su temperatura ha llegado a unos 205° C., y entonces es elevado a la parte superior de la instalación a un clasificador que separa la arena y la gravilla y las vierte

mente molida, que es la de mayor utilidad. El *filler* se agrega frío, porque sería difícil calentarlo sin perder la parte más fina, y principalmente porque rebaja poco la temperatura de la mezcla.

El mezclador (foto 3, encima del camión, y 5, cubierto con una rejilla para evitar accidentes) lleva en su interior dos ejes paralelos, provistos de paletas entrecruzadas, que giran en sentido contrario. El fondo es un palastro que puede deslizarse y se mueve por medio de una palanca cuando la mezcla está terminada, vertiendo el material en el camión que está debajo (foto 3). La carga de cada camión suele ser unas cin-

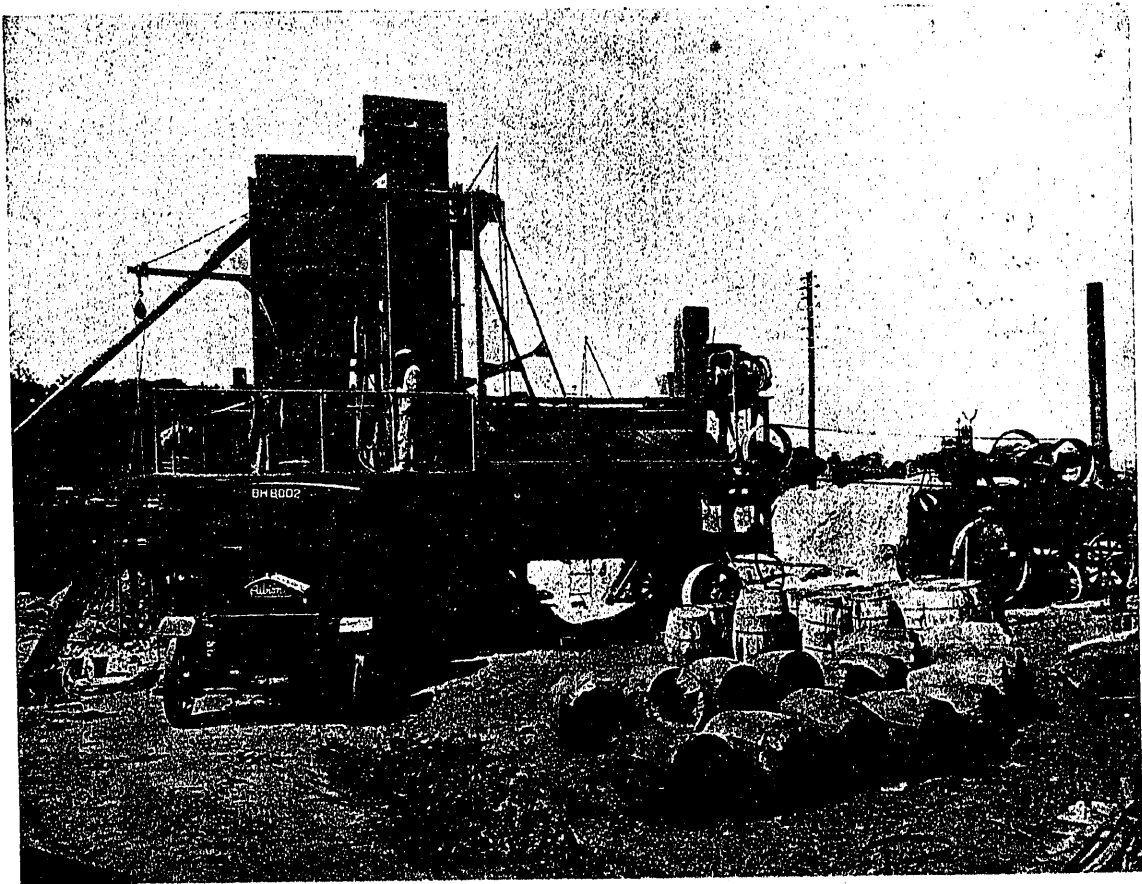


Foto 3. Otro tipo de instalación portátil

en dos tolvas (fotos 1, 3 y 4) diferentes, quedando listas para ser mezcladas.

El betún asfáltico, que previamente ha sido fundido y preparado con la *penetración* deseada, se mantiene a una temperatura de 160 a 175° C. en tanques (fotos 1, 4 y 5), en los que se agita con frecuencia, bien por la acción del aire comprimido, ya mecánicamente, con objeto de mantener una temperatura uniforme y una composición homogénea.

La gravilla y arena se vierten desde las tolvas en cangilones (foto 5), donde se pesan antes de pasar al mezclador. Al mismo tiempo, por medio de bombas, se vierte betún asfáltico en otro cangilón, pesándose la proporción debida. Se vacían gravilla, arena y betún en el mezclador y se agrega la proporción debida de *filler*, o relleno. Este último hay que echarlo en el mezclador después del betún, puesto que una de sus propiedades esenciales es la de ser un polvo muy finamente molido, y, por consiguiente, si lo vertiésemos antes que el betún, las paletas removedoras del mezclador expulsarían la parte más fina-

co toneladas, cifra con la que se obtienen muy buenos resultados.

Si es mucho menor la masa, se enfría más rápidamente en el transporte (que a la vez resulta antieconómico), con lo que el radio de acción de una planta disminuye. Si es la carga mayor, con el transporte se apelmaza mucho el material.

Hecho éste, y una vez en el tajo, se procede a su vertido sobre el cimient, preparado previamente con el bombeo que haya de tener el firme.

CIMIENTO DEL FIRME

El cimient ha de estar perfectamente consolidado; el no cumplir esta condición es ir al fracaso, y ésta es una de las causas, como más adelante veremos, por las que se destruyen los pavimentos de este género. La elección del cimient es un problema económico. Han dado buenos resultados una capa de hormigón hidráulico, macadam ordinario y en general todos los pavimentos antiguos, perfectamente

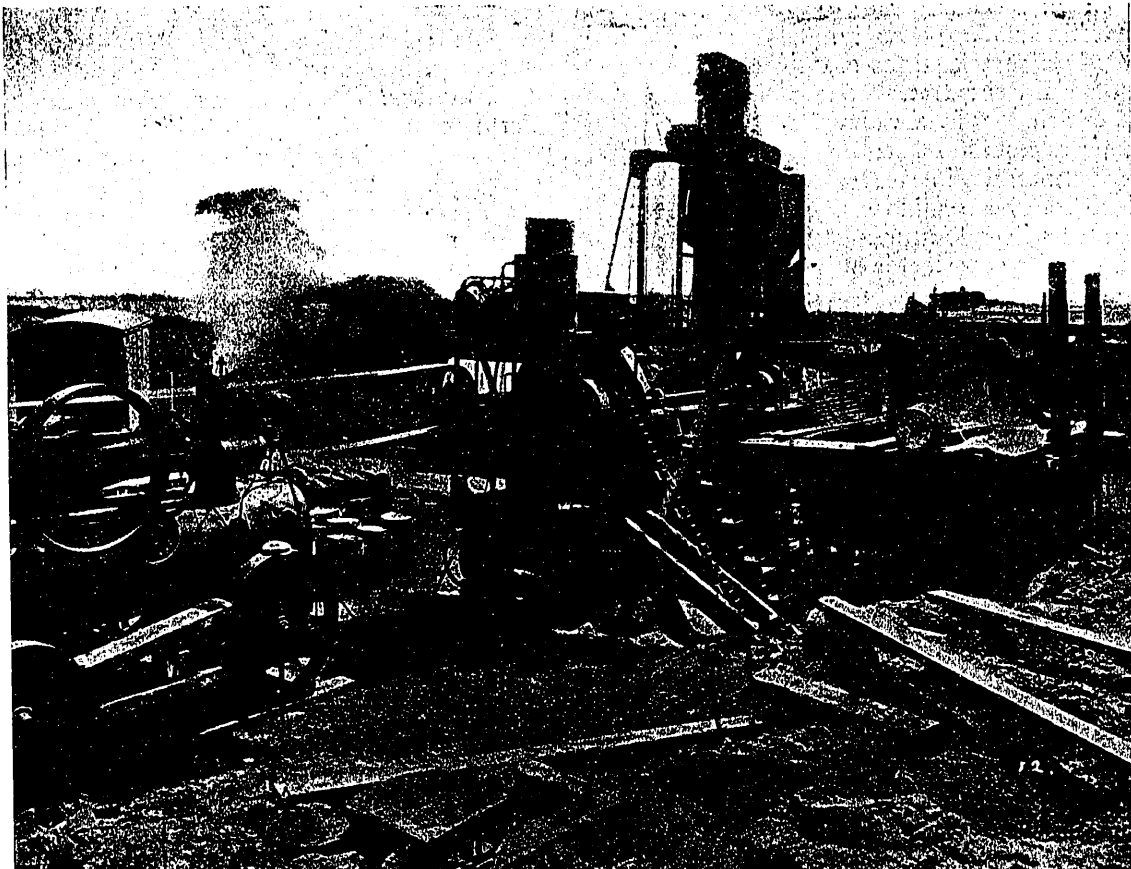


Foto 4. Otra vista de la misma instalación de la foto núm. 3

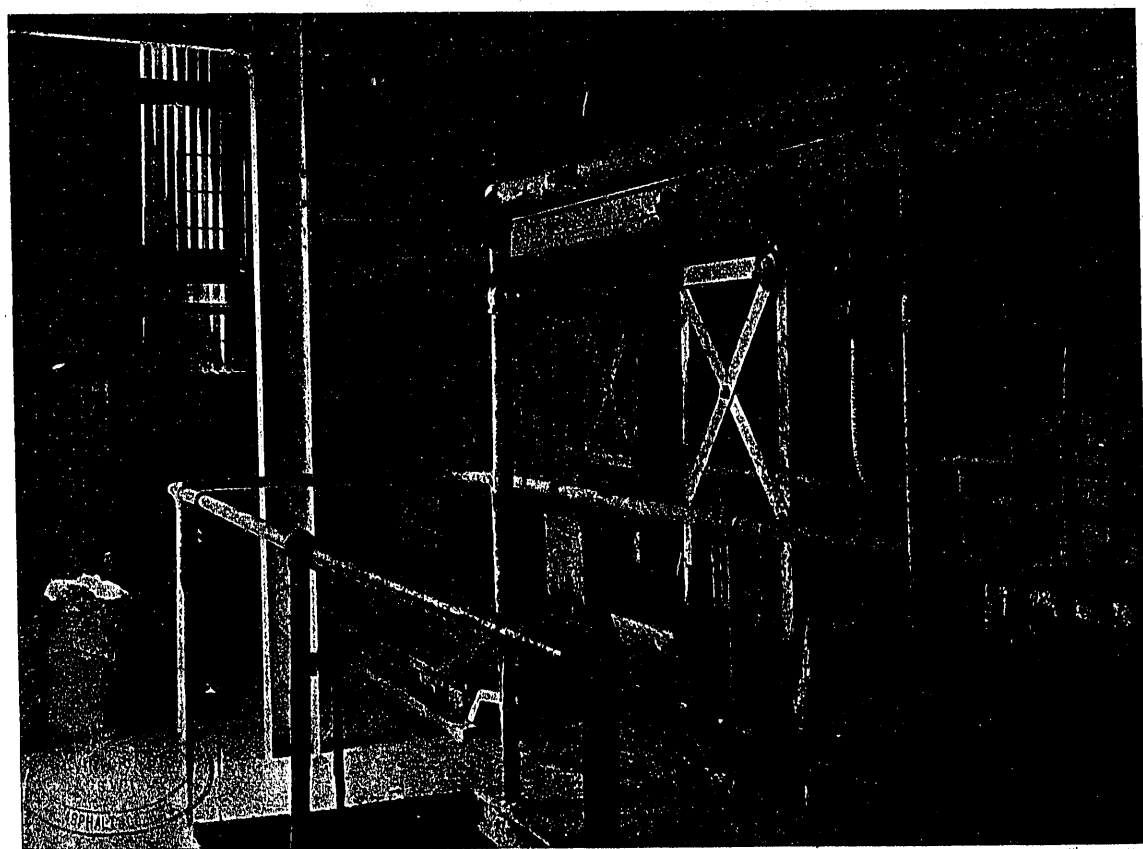


Foto 5. Mezclador

consolidados. El primero es el ideal, aun cuando hay que tomar ciertas precauciones para evitar las grietas, entre otras el dejar el tráfico circular sobre el cimiento, con objeto de que se produzcan todas las grietas que tengan que formarse, y entonces cubrirlo con el firme de hormigón asfáltico. Estas grietas formadas antes de extender el hormigón asfáltico no aparecerán en la superficie y sí lo harán las que se formen posteriormente. Este es un hecho sancionado por la experiencia americana e inglesa.

Un cimiento de macadam es económico, pero tiene el inconveniente de que si hay que hacer una reparación afectándole, es difícil luego consolidarlo como primitivamente estaba, y queda un punto débil, en donde el firme puede ceder.

Casi tan importante como el cimiento es el disponer un bordillo o encintado para contener lateralmente el pavimento.

En otro artículo describiremos la forma de ejecutar el afirmado.

Marciano MARTINEZ CATENA
Ingeniero de Caminos

Diques de escollera

No he de atreverme yo con lo que no se atrevieron otros de más valer y fama. Autores de universal renombre titubean cuando llega el momento de determinar el talud de una escollera batida por las olas, y justifican sus dudas y vacilaciones con las grandes dificultades que tiene el problema. La desconocida fuerza de las olas, las anomalías de los temporales y las duras y dolorosas contestaciones con las que el mar responde al saber y a la prudencia de los constructores, les dan la razón.

También al final de estos renglones se sacará la impresión de que el problema es muy oscuro y que sólo el ignorante puede creer que lo tiene resuelto. Pero, a pesar de todo, y mientras se conoce la verdad definitiva, no sobran las verdades provisionales, o, mejor dicho, las aproximaciones a la verdad. Hace falta esa verdad provisional, porque no hay más remedio que resolver el problema, haya o no base firme en donde apoyarse; al proyectar el dique de abrigo

satisfechos, sin ahondar más en el estudio de los taludes. Sin negar en absoluto que eso es cierto, hay que fijarse que en las obras expuestas a los embates de las olas se determinan las dimensiones sin el amplio margen de seguridad que es cosa corriente en otra clase de construcciones. Se elige el talud que tiene la estabilidad estrictamente precisa para conservar



Dique de Portland.

Fig. 1.

de un puerto, y al comparar la escollera natural con la artificial o el dique de escollera con el dique muro, se trazan perfiles y taludes con la esperanza de que serán estables, aunque con la reserva de que no tenemos regla que seguir. Para fijar esos taludes no suele hacerse otra cosa que el traer a la comparación otros diques que se cree que tienen condiciones parecidas; pero este camino conduce a veces a grandes fracasos; la marea, la clase de fondo, el que el paraje sea o no tranquilo, el calado grande o chico, el que se pueda disponer de más o menos dinero, son razones poderosas para que no sea fácil encontrar el caso igual para que se pueda copiar la sección que en él dió buen resultado. Es muy fácil el error, que tiene mucha importancia, pues diferencias pequeñas de taludes dan diferencias muy grandes de volumen.

Suele creerse que en las cosas de mar la indeterminación tiene que ser mucho mayor que en lo demás de la ingeniería, y por eso nos hemos dado pronto por

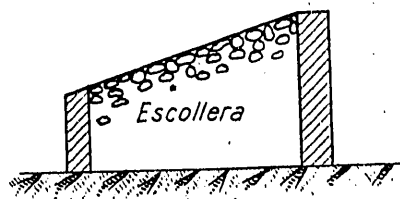


Fig. 2.

su forma, sin salirse de las inmediaciones del esfuerzo peligroso, y nos parece luego anómalo que pase lo que pasa, cuando lo mismo ocurriría en las demás obras si fijásemos sus espesores con el criterio estrecho que se tiene en las obras de mar.

La característica del dique de escollera es el talud de material suelto que se opone a la fuerza de las olas, y que se extiende a toda la zona en la que la marejada ejerce su acción, o sea sobre el nivel de reposo del



Dique de Newhaven.

Fig. 3.

mar. No es solamente dique de escollera el que tiene la clásica sección del dique de Portland (fig. 1); aunque tuviera esta otra (fig. 2), lo sería.

Lo mismo podemos decir de los diques muros; no lo es solamente el de Newhaven (fig. 3) o el de Dover, que tantas veces se citan como modelo.

El de Valparaíso (fig. 4), con su gran infraestruc-