

nes, etc., en tanto que en las calles de gran circulación es necesario llegar á 7 cm.

Según ya hemos dicho, el desgaste es muy débil, y en cuanto á las reparaciones de las partes desgastadas del asfalto armado, se efectúan fácilmente vertiendo una nueva capa de 1 á 2 centímetros de granito asfáltico que se suelda á la masa.

En los tramos con declive, donde, hasta el día, el adoquinado es únicamente empleado, se puede hacer uso igualmente del asfalto armado en el que la tendencia al deslizamiento es muy pequeña.

El granito asfáltico da el medio de constituir, aun en el caso de un adoquinado de madera, cuyos efectos de empuje lateral todo el mundo conoce, cunetas ó canalillos que, gracias á la masa del granito asfáltico y á su adherencia al hormigón del cimiento, resisten perfectamente á aquel empuje. Esta disposición puede también emplearse para reemplazar los canalizos ó desagües del firme en los firmes de piedra partida del interior de las ciudades. Presenta sobre los canalizos de asfalto comprimido ó de adoquines importantes ventajas, si se hace abstracción del precio.

Entre las aplicaciones realizadas en París, citaremos las llevadas á cabo por las Compañías de los caminos en los patios de llegada de las estaciones de París, donde la circulación y la parada de los coches y caballos necesitan una área á la vez resistente é impermeable, y donde la salida ha de estar siempre asegurada; las realizadas en la calle Pierre-Haret, en París, el revestimiento de los puentes de Ramboult y de Pantin, y el de las calles y plazas de Belfort y Lille.—O.

Las obras ejecutadas para la preparación del emplazamiento de la nueva estación del ferrocarril de Pensilvania, en Nueva York, cubren un área de 2.050 pies (625 metros) de longitud, por 500 pies (152 metros) de anchura. Los cimientos llegaron hasta una profundidad de 50 pies (15 metros), alcanzando los productos de las excavaciones un volumen de 2 millones de yardas cúbicas (1.828.000 metros cúbicos), de las cuales próximamente la mitad era roca. Los contornos de la excavación están rodeados por un fuerte muro de sostenimiento, cuyos cimientos llegan hasta la roca. Este muro es de hormigón, y tiene un espesor de 5 pies (1m,52) en la coronación, y en algunos sitios alcanza un espesor en la base de 30 pies (9,14 metros)—H.

HINCA DE PILOTES

El rechazo al cual deben hincarse los pilotes depende principalmente de la carga que han de soportar y que no debe pasar de 30 á 40 kilogramos por centímetro cuadrado á fin de evitar la debilitación de las fibras de la madera.

Se tiene frecuentemente tendencia á adoptar un rechazo muy pequeño, y esto es peligroso, porque se pierde tiempo y se corre el riesgo de quebrar los pilotes en el interior del suelo sin que se note la rotura.

M. Falster, Ingeniero americano, en un libro sobre la construcción de estacadas, manifiesta que, con frecuencia, la mitad de los pilotes se quiebra ó hienden por la hincá á una profundidad inferior á 2,50 m.; en la mayoría de los casos, la quebradura presenta la forma de cuña, que penetra en la parte interior del pilote, algunas veces es en forma de silbato y más raramente la rotura de dos secciones opuestas es recíproca. Frecuentemente también la punta del pilote se blandea y se quiebra cuando tropieza con una parte rocosa.

Es preciso, pues, no pretender un rechazo excesivo y desterrar tal costumbre en los pliegos de condiciones; en el nuevo puente de Orleans los pilotes de las cimbras se quebraron para

un rechazo de 20 milímetros bajo un golpe de 20.000 kilogramos, y para ellos estaba prescrito en el pliego un rechazo de 7 milímetros. La experiencia ha demostrado que un rechazo de 9,5 mm. da toda la seguridad necesaria para un pilote de 0,30 metros que debe soportar 27 toneladas. Es bueno también observar la marcha de la hincá, que debe ser uniforme.

M. Levy recuerda en una nota referente á este asunto, las fórmulas que se usan para la determinación de la carga F que hay que admitir para un pilote de peso p golpeado con una máquina de peso P , cayendo de una altura H y que produce para cada golpe una introducción del pilote h . La carga F es la carga teórica resultante de la teoría de las percusiones y hay que afectarla, por tanto, de un coeficiente práctico.

La fórmula de Poncelet es:

$$F = \frac{P^2 H}{(P + p) h} + (P + p).$$

Poncelet la afecta del coeficiente $\frac{1}{100}$, según los datos proporcionados por Perronet.

En 1858, Lapparent reconoció que se podía adoptar el coeficiente $\frac{1}{15}$ aun en los terrenos fangosos de la Somme.

Los holandeses suprimen el segundo término de la fórmula, poco importante, y toman el coeficiente $\frac{1}{6}$; esta fórmula ha sido aplicada en los pilotes de las fundaciones de las esclusas del Zuiderzée.

Con las máquinas automotoras los Ingenieros americanos adoptan una fórmula que traducida con el sistema métrico, con el centímetro por mitad, es:

$$F = \frac{P H}{6 (h + 0,25)}.$$

Muchos constructores emplean la fórmula simplificada:

$$F = \frac{P H}{10 \cdot h}$$

que parece ofrece completa seguridad.

Experimentos realizados en el puente de Orleans indican que se puede reducir el coeficiente de esta fórmula de 10 á 8.—O.

EL TÚNEL BAJO EL CANAL DE LA MANCHA

La cuestión ha vuelto á renacer después de treinta años en que por primera vez se planteó; la sociedad de trabajos para el estudio del túnel se formó el 1.º de Febrero de 1875 y la ley del 2 de Agosto del mismo año declaró la utilidad pública de una línea que, partiendo de un punto á determinar sobre la línea de Boulogne á Calais, se dirigiese hacia Inglaterra.

La perforación del Simplón, con las dificultades que ha sido necesario vencer, da alguna esperanza en el éxito del túnel submarino: la longitud de éste, 50 á 60 kilómetros, es más grande que la del Simplón; pero los terrenos encontrados (capa de creta gris) son bastante mejores; el paso tendrá lugar á 50 metros bajo el fondo del mar, la temperatura de 10 á 12 grados y pocas filtraciones á contener. Más difícil será la extracción de productos, que exigirá una elevación vertical.

La Compañía tiene abierta, á 55,20 m. bajo el nivel del mar, una galería de estudio de 1.839 m. de longitud, con ayuda de la máquina perforadora del Coronel Beaumont.

Las investigaciones geológicas indican que se podrá perfo-

rar el túnel en la segunda capa, arcillosa, azulada é impermeable en su base de *Cenomanieuse*, que tiene afloramientos en las dos costas. La marcha de esta creta es muy regular, en toda la extensión del estrecho, y sin grietas; pero tiene plegamientos é inclinaciones que será preciso que el túnel las siga para mantenerse en la capa impermeable de 43 m. de altura, suficiente para que una galería de 5 á 6 m. de diámetro resista á la presión del techo y se mantenga á una distancia suficiente de las capas acuíferas del Gault situadas por debajo.

La experiencia de pozos abiertos hace esperar que el caudal de agua á extraer no pasará de 100 m³ por minuto. En resumen, se cree que se encontrará en toda la longitud del estrecho una capa continua, espesa, dura é impermeable conveniente á la construcción del túnel, sin temor de encontrar sorpresas como en la perforación del Simplón.

La tracción eléctrica permitirá radios de 300 á 400 m. é inclinaciones de 15 á 20 mm.

La galería única con perfil rebajado, será quizás peligrosa. Se prefieren dos galerías circulares paralelas de 5 á 6 m. de diámetro, y separadas 15 m. Si hubieran de servir á la vez para dar salida á las aguas de filtración, sería preciso darles un perfil longitudinal con dos pendientes contrarias; lo que no es posible, puesto que hay que seguir las inflexiones de la creta; por eso se proyecta una galería especial de desagüe de 3 m. de diámetro, que servirá también para la extracción de los productos de las excavaciones y en la construcción de las otras dos, de las que se separará según las circunstancias. Se calcula para esta galería un avance de 20 m. por día, ó sea para la construcción de la línea francesa, 25 k. entre la estación de Wissant y el centro del estrecho, un lapso de cuatro años y medio. La perforación del túnel podrá acabarse en seis ó siete años, ó sea cinco años después de los trabajos preparatorios.

Como explotación, el túnel no parece pueda ser utilizado más que para el tráfico de viajeros y ciertas mercancías; al principio se puede contar con 20 ó 30 trenes de viajeros y 30 ó 40 trenes de mercancías por día al máximo, sumados en los dos sentidos; es una explotación de intensidad media que deja un margen considerable.

En resumen, según M. Sartiaux, la construcción del túnel bajo la Mancha es una obra no sólo posible, pero relativamente fácil.—O.

El *American Machinist* cita un ejemplo de empleo de hormigón armado en la construcción de postes de 150 pies (45^m, 72) de altura, destinados á sostener los alambres de una transmisión por encima del Welland Canal. Estos postes fueron ejecutados por la Concrete Pole Company, de Santa Catalina, Ontario. Tienen 11 pulgadas cuadradas (28 centímetros cuadrados) en el extremo superior, y 35 pulgadas cuadradas (89 centímetros cuadrados) en la base. Es muy frecuente el empleo de postes de 40 á 50 pies de hormigón armado, que presentan la ventaja de ser muy elásticos. Se moldean en el mismo sitio de su erección para evitar el tener que transportarlos.—H.

NUEVOS DATOS SOBRE EL HORMIGON

Se sabe ya que los hormigones húmedos presentan, con más frecuencia que los secos, pequeñas grietas superficiales. Las investigaciones hechas con este motivo han demostrado que en un hormigón húmedo son arrastradas á la superficie finas partículas de cemento por el agua en exceso que es absorbida por la atmósfera; estas partículas forman de este modo una capa exterior de mortero más rico que el contenido en el interior de la masa de hormigón.

El cemento puro ó los morteros ricos son mucho más fáciles de agrietarse que los morteros que contienen una mayor proporción de arena ó de piedra pulverizada. Recubriendo la superficie de una capa de arena muy húmeda ó sumergiendo la masa entera en el agua durante algún tiempo, se evita casi completamente el agrietamiento; el éxito puede ser definitivo si la inmersión dura lo suficiente para que se produzca la cristalización total del cemento, cosa que no siempre es posible por razones de economía ó de conveniencia.

Los experimentos hechos por los profesores Swain y Bauschinger demuestran que el cemento puro se contrae al endurecerse en el aire, y que la contracción es menor en las mismas condiciones para un mortero confeccionado con una parte de cemento de portland y tres partes de arena. Por el contrario, el cemento puro sufre un ligero aumento de volumen al endurecerse bajo el agua, y el mortero compuesto, como acabamos de indicar, se dilata igualmente, pero en una proporción menos considerable.

Los resultados numéricos son los siguientes:

El cemento portland puro, endurecido al aire, sufre al fin de la sexta semana una contracción de 0,15 por 100.

El mortero con la dosificación de 1 á 3, endurecido al aire, sufre al cabo del mismo tiempo una contracción de 0,05 por 100.

El cemento portland puro, endurecido bajo el agua, sufre al fin del mismo período una dilatación de 0,5 por 100.

El mortero en la proporción de 1 á 3, sufre en las mismas circunstancias una dilatación de 0,015 por 100.

Las dilataciones y las contracciones son menores para los períodos más cortos de seis semanas, y aumentan, si se prolongan los experimentos, hasta seis meses ó un año.

De estos resultados se obtiene la conclusión de que en un mortero rico hay más cemento portland puro en la superficie, y, por consecuencia, una mayor contracción; un mortero menos rico sufrirá una menor contracción; y si el hormigón se mantiene húmedo, lo que equivale á un endurecimiento bajo el agua, el agrietamiento será evitado.

El remedio contra el agrietamiento, consiste en quitar en todo lo posible el exceso de cemento puro depositado en la superficie del hormigón, cuando el moldeado ha terminado; la superficie debe después mantenerse mojada por la aplicación de arena húmeda, regada de tiempo en tiempo. Esta operación debe continuarse durante un período de tiempo bastante largo para que el cemento llegue á la cristalización definitiva. Las superficies tratadas de esta manera, sufren una ligera dilatación, pero no es más grande que la sufrida en la masa del hormigón.

También se han realizado recientemente experimentos para determinar la composición de los hormigones que han de resistir de una manera permanente á la acción del agua del mar.

Para obtener un mortero impermeable, la proporción máxima de arena no debe exceder de dos partes por una de cemento. Para que un hormigón sea impermeable, es necesario que el volumen del mortero sea superior á aquel de los vacíos entre los cantos: el mortero puede entonces llenar estos vacíos y envolver las piedras.

Los vacíos en la grava varían del 30 al 40 por 100 del volumen de ésta; los vacíos en la piedra machacada del 34 al 54 por 100.

En la confección del mortero, la reducción del volumen del cemento y de la arena seca es de 12 por 100; para el mortero constituido con 1 de cemento y 4 de arena; esta reducción es de 22 por 100 para el mortero constituido con 1 de cemento y 1 de arena. En este último caso, la reducción alcanza el 30 por 100 si se emplea arena húmeda en vez de seca.

Combinando estos diversos resultados, pueden sacarse las consecuencias de que en la confección del hormigón la reducción de volumen del conjunto de los materiales secos varía de 35 por 100 para el hormigón compuesto de 1 de cemento, 2 de arena y 3 de grava, á 44 por 100, para el hormigón compuesto de 1 de cemento, 4 de arena y 7 de piedra partida.