

ANALES

DEL INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

Calle San Martín N.º 352 - Casilla 487 - Teléf. 88841 - Santiago - Chile

Año LIII (1)

♣

Febrero de 1940

♣

N.º 2

(1) Año LIII desde la fecha de su primera publicación en 1888 como «Anales del Instituto de Ingenieros». Año XL desde la fecha de su primera publicación, Enero de 1901, como «Anales del Instituto de Ingenieros de Chile».

Ing. Edmundo Thomas N.

Nuevos conceptos sobre concretos para pavimentos

En los últimos años la técnica caminera, en lo que se refiere a pavimentos de concretos, ha introducido una serie de modificaciones, especialmente en cuanto al método de preparación del concreto para pavimento. Así por ejemplo: se ha desarrollado más y más la aplicación del concreto vibrado, y este nuevo método ha introducido algunas modificaciones, respecto a la cantidad de agua y a la proporción de la mezcla entre la arena y el ripio. Desde luego en el concreto vibrado se reduce considerablemente la cantidad de agua, lo cual se traduce en un aumento bastante apreciable de la resistencia, y es así como para un mismo concreto, las resistencias pueden variar de 1:2 cuando la cantidad de agua de la mezcla pasa de la estrictamente necesaria a un concreto completamente fúido.

La vibración presenta una gran desventaja, sobre el concreto corriente, cuando se trabaja con mezclas flúidas, pues, en este caso, facilita una mayor separación de los ingredientes minerales. En la parte superior se acumula el agua y el mortero, mientras las partículas de mayor peso pasan a la capa inferior. El resultado de la vibración, es aquí, la obtención de 2 capas, una de mortero, y la otra de un concreto compacto. La capa de desgaste estará constituida por un material de inferior calidad, pues, el ripio o chancado que es el elemento resistente al desgaste, se encontrará en la parte inferior. Las capas tienen características completamente diferentes, la superior compuesta de un mortero rico en cemento, y la inferior es relativamente pobre en cuanto a este elemento. La capa superior estará más expuesta a las variaciones climatéricas, y como presenta un alto contenido en elemento fino, se producirán en ella grietas debido a los efectos de contracción y dilatación.

Estos fenómenos se producirán en menos escala, a medida que se disminuya la cantidad de agua, pero, no se puede evitar completamente con la sola disminución de agua; es necesario también disminuir la cantidad de arena de la mezcla, y, apartarse un poco del antiguo criterio, de que la razón entre la arena y el ripio, guarde la proporción 1:2.

Para el concreto no vibrado de pavimentos, se han aceptado por lo general, por 1 m.³ de concreto elaborado, más o menos 450 lts. de arena, 850 lts. de ripio y

340 Kgs. de cemento. Con esta dosificación se obtenía un concreto fácil de trabajar, pero, desde el punto de vista resistente, habría sido más conveniente reducir la cantidad de arena a unos 300 a 350 lts. aumentando proporcionalmente la cantidad de ripio.

El problema se complica algo en las faenas, pues nuestros operarios o contratistas están acostumbrados a trabajar con concretos fluidos y con mayor cantidad de arena.

El concreto así preparado es más fácil de mezclar, de colocar, y de pisonear en obra, y como los obreros trabajan a contrata es un problema complicado, obligarlos a disminuir especialmente el agua en estas mezclas,

Respecto a la arena, el problema no es tan complejo en cuanto a las cantidades aceptadas, pero se requiere que la losa de concreto no manifieste porosidades, y esto se evita, con una mayor cantidad de arena. En la práctica se ha preferido por lo general, sacrificar la resistencia a la estética; sin embargo con una buena revoltura y apisonado, se pueden combinar ambos factores, aumentando la resistencia del concreto en un 20 a 30%.

El problema de la disminución de la arena, queda resuelto con el «concreto vibrado»; esto ha permitido disminuir la arena a unos 300 a 350 lts. por m.³ de concreto elaborado con el consiguiente aumento de ripio. En caso de usar chancado, la cantidad de arena deberá ser un poco superior, pero por lo general, el chancado presenta más huecos que el ripio.

La vibración ha resuelto algunos problemas fundamentales:

- 1.º Ha permitido disminuir la cantidad de arena.
- 2.º Se ha disminuído la cantidad de agua.

Las consecuencias para nuestras faenas son: que las resistencias han aumentado considerablemente, aun cuando en las mismas condiciones, una buena vibración aumenta la resistencia un 10 a 12%.

En la práctica el problema con respecto a la vibración, en cuanto se refiere a pavimentos, se complica; pues aquí la vibración actúa en la parte superior del concreto, y su efecto depende de la intensidad, del número de vibraciones y de la cantidad de veces que se hace actuar la vibradora, y es así que deberían especificarse las características con que debe cumplir esta máquina, para un determinado espesor del pavimento. Suele presentarse el caso, especialmente para tipos livianos de máquinas, que la vibración no alcance a actuar en todo el espesor de la losa, fenómeno que ya se ha podido observar en algunos trabajos. Así se tendrá un pavimento cerrado en la parte superior, y poroso en la parte inferior, es decir, la capa de desgaste será resistente al tráfico. La losa debido a sus irregularidades en su parte inferior, no podrá seguir fácilmente las variaciones de contracción y dilatación. La consecuencia será que a la larga el pavimento se agrieta, fenómeno que no se habría producido si ambas caras fueran planas y paralelas.

Otro factor de suma importancia en la fabricación de concretos vibrados, es la regularidad en cuanto a graduación de los materiales, y es aquí de absoluta necesidad contar siempre con un producto uniforme, lo cual se puede obtener dosificando los materiales, en las futuras obras, en peso.

Al recorrer los diferentes caminos pavimentados, llama la atención el gran número de grietas y el principio de destrucción de las juntas. Estas juntas se

construyen de tal manera que el material bituminoso, por lo general, sobresalga, la consecuencia de esto es que el pavimento presenta una irregularidad que a menudo se nota en los vehículos al pasar éstos por una juntura o grieta. La formación de grietas se puede evitar en parte, con un mayor cuidado en la fabricación del concreto, pero no se ha podido eliminar completamente.

Ultimamente se han ideado algunos procedimientos que permiten disminuir considerablemente el número de juntas de un pavimento.

Como se sabe, el concreto presenta una baja resistencia a la tracción, y es por esta razón que se colocan armaduras cuyo principal objeto es absorber estas sollicitaciones. También debido a las dilataciones y contracciones se producen grietas en los concretos que, aun cuando en la mayoría de los casos no tienen influencia sobre la resistencia del concreto, dan mal aspecto al (concreto) pavimento.

Los procedimientos anteriormente indicados; están basados en la colocación de cuerdas de acero, sobretendidas en el pavimento en el momento de la concretadura. Una vez que el concreto ha adquirido cierta dureza, se separa el mecanismo que ha permitido sostener la red de alambres a la tensión; con esto se consigue que el concreto quede comprimido y la compresión es mayor que las fuerzas de dilatación con lo cual se evitan las grietas.

El ingeniero Hoyer, basándose en los trabajos de Freyssinet, ha llevado a la aplicación práctica este procedimiento, estirando alambres de acero hasta una tensión de 100 a 130 Kgs/mm.². Los alambres empleados con este objeto son del tipo de alambres para cuerdas, con bajo contenido de carbono y de un diámetro de 1 a 3 mms. y con una resistencia a la tracción de 240 a 280 Kgs/mm.². Estos alambres, se reparten uniformemente dentro del concreto, obteniéndose después un concreto elástico dentro de ciertos límites y que no se agrieta.

Lo interesante es que, después que se ha separado el elemento que da tensión a los alambres, éstos no se introduzcan en el concreto. La adherencia es tal que se pueden construir losas hasta de 100 mts, de largo. Mayor importancia presenta aún el ahorro de fierro que es de un 85 a 90 por ciento sobre el usado actualmente para vigas armadas. Como se puede ver, la economía de fierro es de tal magnitud que, en poco tiempo más, este procedimiento será un factor decisivo, especialmente en la construcción de edificios.

Desde el punto de vista de caminos, tendrá importancia este nuevo procedimiento, especialmente en la construcción de pavimentos, sobre terrenos de mala calidad, por ejemplo: el camino de Coquimbo a La Serena por la parte pantanosa.

Como puede verse, en un futuro cercano nuestros pavimentos de concreto, serán más uniformes y resistentes al tráfico que los actualmente en uso.

Se haría ya una obra efectiva, si en los nuevos contratos, especialmente en el camino Longitudinal, se dosificara los materiales en peso y solamente se trabajara con concreto vibrado, con un control efectivo del agua y del tipo de maquinaria por emplear.