

necesarias para su ensayo, podría tenerse en cada Jefatura de Obras públicas una instalación para la prueba de cementos. Estas, las Divisiones Hidráulicas y las Juntas de Obras de Puertos, realizarían, mediante el pago de un modesto canon, los ensayos que solicitasen los particulares

Las normas para la realización de estos ensayos serían dictadas por el Laboratorio Central, a fin de que tuviesen la uniformidad debida. El Laboratorio podría, de este modo, dedicarse exclusivamente al perfeccionamiento de los métodos de ensayo. En los laboratorios de los servicios se pueden, además, hacer con facilidad ensayos con las mismas arenas empleadas en la obra, estudiando la dosificación de morteros y hornigones, y contribuir muy eficazmente al progreso en esta materia. Hechos todos estos ensayos con normas comunes y ordenados metódicamente, pueden constituir rápidamente un arsenal de datos, que en el Laboratorio Central se tardaría mucho tiempo en formar, y, además, intervendrían en esta faena un número considerable de personas, las iniciativas de algunas de las cuales podrían ser de interés para la obra común.

Esto indica la conveniencia de que estos servicios se organizaran como una delegación del Laboratorio Central, no para aumentar trámites, sino para dar unidad a la obra.

Organizada también como dependiente del Laboratorio la inspección en las fábricas siderúrgicas, cabría dotar a ésta de una eficacia y una garantía de seriedad y responsabilidad que podría hacer que acudiesen a utilizar sus servicios incluso entidades como las Compañías de ferrocarriles que tienen montadas organizaciones costosas para la recepción de materiales; y al par que éstas lograsen una apreciable economía en este capítulo, harían que no resultase oneroso para el Estado el sostenimiento de estas inspecciones.

Dado el importantísimo papel que el laboratorio representa en la industria y en la ciencia moderna, es imprescindible permitir que nuestro Laboratorio Central pueda desarrollar la labor de investigación científica que demanda el Sr. Peña, si hemos de realizar las nobles ansias de renacimiento nacional que en la Ingeniería alientan hoy día, lo mismo que en todas las demás actividades españolas.

Juan BOTIN Y POLANCO

Ingeniero de Caminos

Revista de revistas

Carreteras de hormigón

Aceleración de la cura en los firmes de hormigón

Aunque el firme de hormigón para carreteras tiene superioridad en la mayoría de los casos sobre las otras clases de pavimentos, no por esto deja de ser susceptible de perfeccionamiento, ya mejorando sus condiciones o disminuyendo sus inconvenientes, inherentes por otra parte a todo sistema.

Hoy día despierta gran interés un sistema para la cura de pavimentos de hormigón, que es seguro acabe con los embalses y otros sistemas por humedad, los que no solamente son engorrosos, sino que también requieren un período de cura bastante prolongado. Cuanto más incremento tome la construcción de carreteras de hormigón, es natural se haga un esfuerzo para hallar el procedimiento que asegure una debida resistencia en el período de tiempo más reducido.

En casi todos los laboratorios de los Estados Unidos ha sido objeto de una minuciosa investigación la busca de materiales y sistemas para la cura del hormigón y aceleración de su fraguado. Los procedimientos corrientes en la actualidad requieren unos veintiocho días, durante cuyo tiempo la carretera ha de estar necesariamente cerrada al tráfico. De rebajarse este período a catorce días, quedaría bastante reducido uno de los principales inconvenientes de que adolecen los firmes de hormigón.

Se sintió más la necesidad de encontrar un sistema de cura para los pavimentos de hormigón sin el empleo del agua al adoptar algunos contratistas para la construcción de la carretera el método de planta central de mezcla, lo que requería a veces transportar el agua bien

con grandes cubas o con un tendido de tuberías, cuya única finalidad era la cura del hormigón. La carencia del agua en muchas localidades es también un factor que aumenta el coste de cura en muchos trabajos.

En construcciones durante tiempos fríos, la importancia de asegurar un fraguado rápido y pronta resistencia es evidente, pues con frecuencia en temperaturas bajas precisa colocar la protección de lonas, paja, etcétera, antes de haberse efectuado el fraguado en condiciones normales.

Lo que antecede estimuló la investigación en busca de un acelerador y agente curativo para el hormigón.

La Dirección de Carreteras del Estado de Illinois (Estados Unidos de América) se ocupó muy directamente de este asunto por medio de investigaciones y pruebas empezadas en 1921, y como resultado de las mismas han recomendado la adopción de cloruro de calcio a los constructores de carreteras de dicho Estado.

El empleo de productos químicos para acelerar o retardar el fraguado del hormigón es tan antiguo como la misma fabricación del cemento portland. El cloruro de calcio y sus sales son los productos que se han investigado en forma más completa para este uso; empleado en las debidas proporciones y forma, acelera el fraguado y asegura la misma resistencia al final de catorce días que pueda obtenerse a los veintiocho días con el empleo de los varios sistemas por humedad.

Hay ingenieros que opinan que, aunque se obtiene la resistencia más prontamente, posteriormente ocurre una retrogradación; anteriormente no se habían hecho

pruebas de largos períodos, pero la División de Carreteras de Illinois, al tiempo de preparar su informe, rompió muestras de dos años, y los resultados de las pruebas desautorizan la teoría referente a la retrogradación de resistencia, y con ello hizo desaparecer la más seria objeción al sistema de cura por cloruro de calcio.

La teoría exacta de la acción del cloruro de calcio en la cura del hormigón es tal vez tan remota como la teoría del fraguado y endurecimiento del cemento. En pocas palabras, la acción de este producto químico depende de sus propiedades higroscópicas y de su cualidad resultante de absorber la humedad del aire. Debido a esta propiedad, toma igualmente la humedad del hormigón recién colocado, resultando como unas regatas capilares. Se cree que el cloruro cálcico, a su vez, entra en estas regatas diminutas, penetrando así en el hormigón a una considerable profundidad. Esta penetración del producto químico en el hormigón aparentemente ocurre dentro de las doce horas, como demuestran las pruebas que se indican.

Otra objeción que se ha hecho al empleo del cloruro cálcico es que la superficie de hormigón tratada con este producto se desconcha. La experiencia del Departamento de Illinois en las investigaciones hechas a este fin y en la cura con cloruro de calcio de más de 1 600 kilómetros de pavimento de hormigón, han sido que no han ocurrido casos más acentuados de desconche en el hormigón curado con el producto químico que en hormigón curado mediante tierra u otros medios similares. Los resultados de una fase de esta investigación, concernientes a las causas del desconche, indican que los casos más serios son debidos a un exceso de pisón o de correa.

El trabajo del Laboratorio de Materiales de Illinois comprende el empleo de más de 2 000 muestras, e incluye la prueba de resistencia transversal de más de 500 vigas, 100 cilindros de 20×30 centímetros, hechos para servir como una comprobación sobre la calidad del hormigón, 1 000 cilindros de 5×10 centímetros y briquetas a la tensión con mortero de 1:3, y además varias placas de varios tamaños y tipos para determinación del desgaste y la proporción de desconche.

La mezcla volumétrica que se empleó fué la de 1:2:3 1/2, o sea la mezcla tipo adoptada por Illinois para la construcción de carreteras. Todo el cemento portland, arena y piedra se analizó de acuerdo con las especificaciones del Estado.

Para que la información e interpretación fuera lo más amplia posible, los experimentos se realizaron por tratamiento exterior e interior.

TRATAMIENTO EXTERNO

El principal interés estribaba en las resistencias obtenidas en los períodos de catorce y veintiocho días, por lo que la mayor parte de las muestras fueron probadas a dichas edades. Sin embargo, a fin de determinar si había retrogradación de resistencia a períodos de más edad, también se hicieron pruebas con muestras a sesenta y noventa días, seis meses y un año. Todo fué cuidadosamente controlado: consistencia de mezcla, graduación de los materiales, etc.

Los resultados de las pruebas efectuadas fueron:

Serie 1.—Esta serie se componía de 260 muestras, de las cuales 100 se ejecutaron en agujeros en el suelo, teniendo solamente maderas en los lados; 60 en enco-

frados de madera engrasada, y los 100 restantes en encofrados de hormigón. Estos últimos encofrados se hicieron con hormigón de 1:4:5, con paredes de 7,5 centímetros de espesor y 20 centímetros de altura, dejándosele fraguar por cuarenta y ocho horas antes de verter las pruebas; tenían por objeto estos encofrados de hormigón obtener una condición aproximada a la cura de una placa de pavimento, o sea hormigón contra hormigón.

Se cuidó de cubrir todas las muestras recién hechas con una lona, para protegerlas de las condiciones del tiempo. Todas las muestras fueron acabadas con una llana, y para la cura al siguiente día se efectuaron los procedimientos siguientes:

5 centímetros tierra húmeda, tres días; 5 cms tierra húmeda, siete días; 5 cms tierra húmeda, catorce días; 1/2 kilogramo de cloruro de calcio por metro cuadrado; 1/2 kg de cloruro de calcio por metro cuadrado, con 2,5 cms de tierra; 1 y 1/2 kgs de cloruro de calcio por metro cuadrado, 1 y 1/2 kgs de cloruro de calcio por metro cuadrado, con 2,5 cms de tierra; 2,5 a 3,5 litros de asfalto por metro cuadrado.

Serie 2.—Las muestras de esta serie fueron vertidas en las dos clases de encofrados: en los de madera y en los de hormigón. En esta serie se investigó el efecto de una solera engrasada, así como el uso de cloruro-cálcico-magnésico y silicato sódico como agentes curativos; los tratamientos fueron:

1 y 1/2 kilogramos de cloruro de calcio por metro cuadrado, después de las diez horas; 1 y 1/2 kgs de cloruro de calcio por metro cuadrado, después de las veinticuatro horas; 1 y 1/2 kgs de cloruro de calcio por metro cuadrado, después de las diez horas, lavándolo a las doce horas después; 1 y 1/2 kgs de cloruro-cálcico-magnésico por metro cuadrado, después de las diez horas; 1 y 1/2 kgs de cloruro-cálcico-magnésico por metro cuadrado, después de las veinticuatro horas; 1/5 de solución normal de silicato sódico, después de las diez horas; 1/5 de solución normal de silicato sódico, después de las veinticuatro horas; 5 cms de tierra mojada, siete días; 5 cms de tierra mojada, catorce días; 5 cms de tierra mojada, siete días (solera engrasada). Estas muestras fueron ensayadas a los catorce y veintiocho días.

Serie 3.—En esta serie las muestras se curaron con tratamientos superficiales de varias formas de cloruro de calcio, a fin de comparar su efecto de usarlo en seco o en disolución.

Como resultado de las tres series de pruebas indicadas se han hecho varios gráficos comparativos de los valores referentes a los varios sistemas de curas. Estos resultados pueden considerarse bajo varios puntos de vista; pero principalmente deben fijarse en la efectividad de la cura por el cloruro de calcio y en que afirman una resistencia a los catorce días igual a la obtenida a los veintiocho días mediante el empleo de tierra mojada u otro sistema por humedad.

Al objeto de dar una interpretación práctica de los resultados de la serie 1.ª se incluye la figura 1.ª, que indica la resistencia a los veintiocho días de las muestras en tanto por ciento, tomando como 100 por 100 la resistencia obtenida de las muestras curadas con tierra mojada durante catorce días.

Esta comparación es especialmente significativa, puesto que la cura por tierra mojada es generalmente considerada como satisfactoria.

Como una segunda interpretación de las pruebas de

la serie 1.^a está la figura 2.^a, que es un gráfico ilustrando el hecho de que se obtiene mayor resistencia mediante el empleo de cloruro de calcio en catorce días que por los otros sistemas en veintiocho.

conteniendo cantidades variables del producto químico juntamente con una serie de muestras no tratadas con el mismo. Con objeto de asegurarse contra la pérdida de humedad por absorción del envase, éstos se hicieron

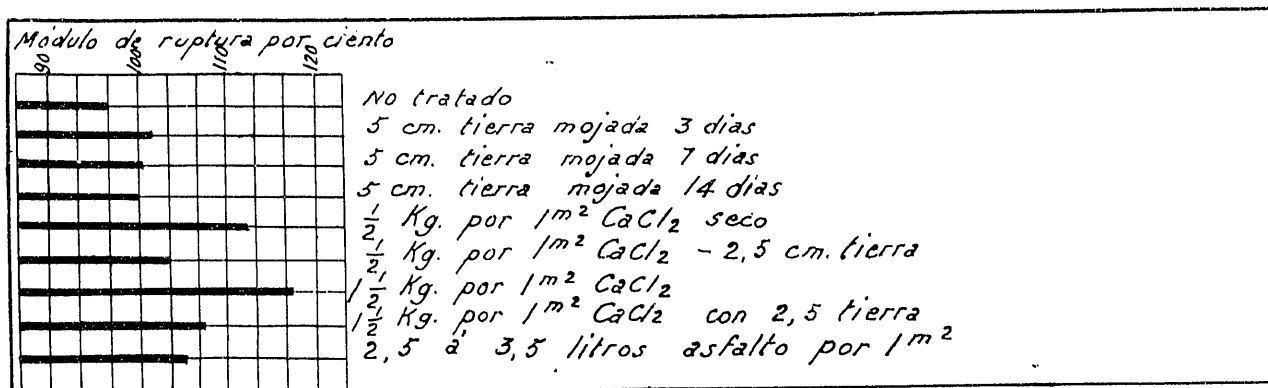


Fig. 1.ª Comparación por 100 de las resistencias a los veintiocho días, obtenidas en la serie 1.ª. Las muestras curadas con 5 cm de tierra mojada durante catorce días con el valor de 100 por 100

La figura 3.^a es una comparación gráfica del módulo de ruptura de las muestras de la serie 2.^a a las de catorce y veintiocho días. A este gráfico se ha añadido, a modo de comparación, la resistencia a los veintiocho días de las muestras de la serie 1.^a curadas con 5 centímetros de tierra mojada catorce días.

Este gráfico, aunque representa una serie de pruebas aparte de las representadas por las figuras 1.^a y 2.^a, muestra la misma superioridad de la cura de catorce días con cloruro de calcio en relación a la cura de veintiocho días con tierra mojada.

Los resultados de las pruebas de la serie 3.^a están limitados al estudio de los efectos de aplicaciones su-

de planchas de latón. Las muestras, que fueron construidas todas del mismo peso, se fueron pesando a intervalos de una hora y se calculó la pérdida o ganancia en peso.

En todas las muestras tratadas se observó un peso mayor que el primitivo por un período de tiempo tan crecido como el de cuarenta y cinco horas; en cambio, las muestras no tratadas mostraron una pérdida inmediata. El producto químico higroscópico recién aplicado atrae la humedad del aire en proporción a la cantidad empleada hasta que la humedad absorbida está en equilibrio con la del aire, después de lo cual, por absorción del hormigón y pérdida por medios químicos, la can-

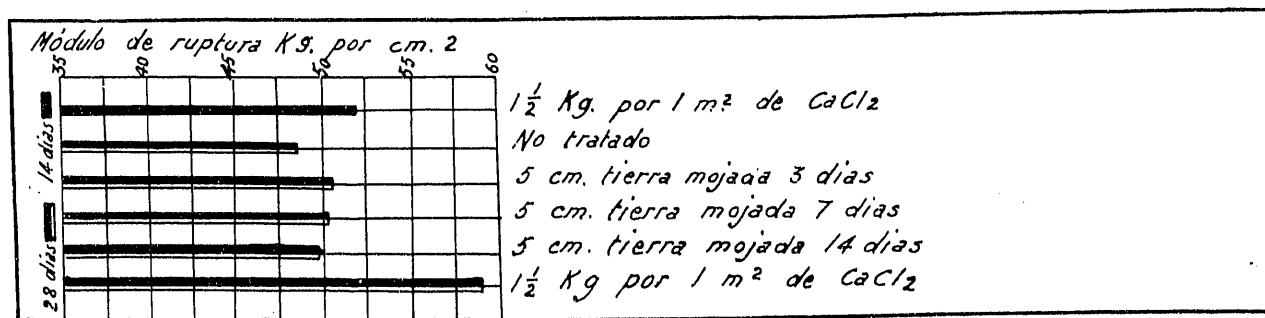


Fig. 2.ª Comparación de los resultados, a los catorce días, de muestras curadas con cloruro de calcio con los obtenidos, a los veintiocho días, en muestras curadas por otros tratamientos

perenciales de cloruro de calcio seco, comparado con el uso externo de disoluciones de dicho producto químico.

Se vió que el empleo en seco del producto referido en estos experimentos era lo que mejores resultados daba, teniendo las muestras curadas en esta forma un módulo de ruptura superior a las muestras tratadas externamente con disoluciones de 60 y 30 por 100 de cloruro de calcio. Se pensó que tal vez una disolución más concentrada de este producto hubiera sido más conveniente y uniforme.

Propiedades del cloruro de calcio aplicado exteriormente

A fin de estudiar las propiedades higroscópicas del cloruro de calcio se ejecutaron muestras de mortero

de producto químico y agua necesaria gradualmente decrece. Esta propiedad del cloruro de calcio de mantener la humedad del hormigón a un tanto por ciento más alto durante las primeras cuarenta y ocho horas hace creer que el producto químico sirve para evitar la formación de grietas transversales causadas por la contracción del hormigón.

Una observación general indica que ocurren menos grietas transversales en pavimentos de hormigón curados con cloruro de calcio que en los curados mediante embalses o tierra mojada.

También se hicieron pruebas de laboratorio para determinar los efectos causados por diversas cantidades de cloruro de calcio concentradas sobre superficies de hormigón. Para ello se hicieron y trataron a la tensión briquetas de mortero de 1:3. Las briquetas rotas mues-

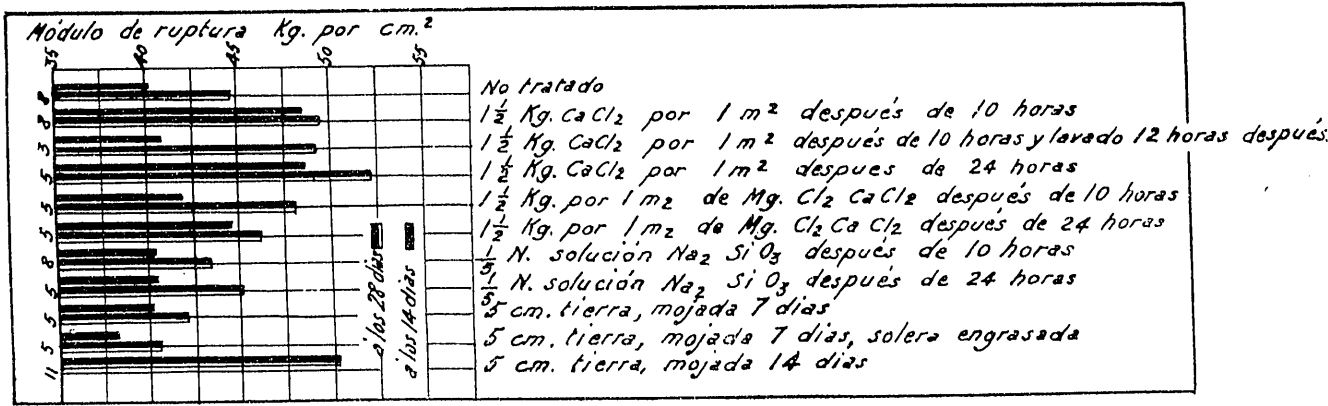


Fig. 3.^a Pruebas indicando los resultados de varios tratamientos en la serie 2.^a

tran claramente la penetración del producto químico. Se notó que la resistencia a la tracción de estas briquetas a la edad de veintiocho días no estaba afectada por la cantidad excesiva de cloruro de calcio. No obstante, a los contratistas se les llama la atención contra el uso de cantidades excesivas y se les ordena romper

todos los terrones y esparcir uniformemente el material sobre la superficie; el cloruro de calcio puede esparcirse fácilmente, requiriendo poco trabajo esta operación. Puede efectuarse esta distribución de diversos modos y sistemas; pero, en síntesis, lo que se requiere es que la aplicación sea uniforme.

TABLA 1: Efecto del pisón y aplicación externa de cloruro de calcio sobre la superficie de placas de hormigón

Placa número	TRATAMIENTO DE LA SUPERFICIE	Relación del agua y cemento	Estado de la superficie; edad, 18 días
1	No tratada	83	Bueno.
2	540 gramos por metro cuadrado CaCl ₂ , después de 8 horas	83	Bueno.
3	810 " " CaCl ₂ " 8 " "	83	Bueno.
4	1080 " " CaCl ₂ " 8 " "	83	Bueno.
5	1350 " " CaCl ₂ " 8 " "	83	Bueno.
6	1620 " " CaCl ₂ " 8 " "	83	Bueno.
7	2160 " " CaCl ₂ " 8 " "	83	Bueno.
8	2700 " " CaCl ₂ " 8 " "	83	Algo desconchado.
9	3240 " " CaCl ₂ " 8 " "	83	Algo desconchado y algo arenoso.
10	4320 " " CaCl ₂ " 8 " "	83	Desconchado y arenoso.
11	Inundado con disolución concentrada de CaCl ₂ , después de 8 horas	83	Muy arenoso.
12	540 gramos por metro cuadrado CaCl ₂ , después de 12 horas	83	Bueno.
13	810 " " CaCl ₂ " 12 " "	83	Bueno.
14	1080 " " CaCl ₂ " 12 " "	83	Bueno.
15	1350 " " CaCl ₂ " 12 " "	83	Bueno.
16	1620 " " CaCl ₂ " 12 " "	83	Bueno.
17	2160 " " CaCl ₂ " 12 " "	83	Bueno.
18	2700 " " CaCl ₂ " 12 " "	83	Desconchado y arenoso.
19	3240 " " CaCl ₂ " 12 " "	83	Arenoso.
20	4320 " " CaCl ₂ " 12 " "	83	Arenoso.
21	Inundado con disolución concentrada de CaCl ₂ , después de 18 horas	83	Bueno.
22	1080 gramos por metro cuadrado CaCl ₂ , después de 8 horas (apisonado excesivo)	83	Algo desconchado.
23	1350 gramos por metro cuadrado CaCl ₂ , después de 8 horas	83	Desconchado.
24	1620 " " CaCl ₂ " 8 " "	83	Muy desconchado.
25	2160 " " CaCl ₂ " 8 " "	83	Muy desconchado y descolorido.
26	2700 " " CaCl ₂ " 8 " "	83	Muy desconchado y arenoso.

Notas.—Las superficies indicadas como «arenosas» estaban ligeramente reblandecidas, encontrándose algo desintegradas. Las superficies indicadas como «desconchadas» estaban en tal estado que, con una navaja, podían levantarse pequeñas secciones de la superficie.

La tabla que antecede indica los resultados de una serie de pruebas hechas en el laboratorio para determinar la causa del desconche. Esta serie de pruebas incluía el tratamiento bajo dos diferentes intensidades de pisón en 26 placas de 90 X 90 X 15 centímetros, hechas en moldes colocados en el suelo y a nivel con la superficie. Se cuidó escrupulosamente de las batidas y se empleó la mezcla normal de 1:2:3 1/2. Todas las muestras fueron hechas por el mismo operario, como precaución contra cualquier variación debida a error personal.

Confirmando las observaciones que se ha hecho en el campo, o sea en el terreno práctico, las muestras de laboratorio muestran claramente que la concentración de cloruro de calcio empleado en la cura no es el factor más importante en el desconche, sino que la causa principal estaba mayormente en el grado de apisonamiento. Sin duda esto es debido a que bajo continua percusión de los golpes de la cercha se vence la relativa posición de los agregados, ocurriendo la disgregación de los varios tamaños, y suben a la superficie los

materiales finos inertes, dando por resultado el desconche, sea cual fuere el sistema de cura que se siga.

DESGASTE DE LA SUPERFICIE

Para estudiar el desgaste de la superficie de los pavimentos de hormigón se hicieron varias placas, y a varios períodos de edad se ensayaron estas muestras en una máquina proyectada especialmente para aproximarse al modo de desgastarse los pavimentos de hormigón.

En síntesis, la muestra se coloca horizontalmente en el bastidor de la máquina y hay un brazo que gira me-

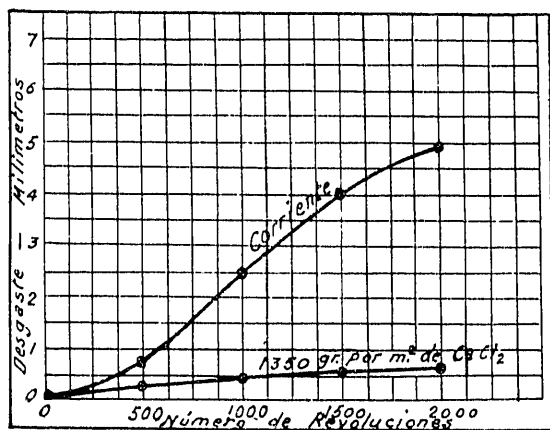


Fig. 4.ª Comparación de desgaste en muestras de hormigón, tratadas y no tratadas

cánicamente y que soporta dos pesos de metal, los que van frotando la muestra al girar; a los pesos precede un chorro continuo de material raspante corriente.

La figura 4.ª indica el valor relativo de desgaste de una superficie tratada con 1350 gramos por metro cuadrado de cloruro de calcio y una no tratada.

La superficie tratada muestra un desgaste casi imperceptible de 0,55 milímetros, o sea algo más de medio milímetro, mientras que la superficie no tratada muestra bien perceptiblemente lo comido por el rozamiento de 5 milímetros bajo el mismo número de revoluciones del aparato.

Las pruebas de compresión y transversal, conjuntamente con la determinación del desgaste como comprobación sobre la calidad del hormigón empleado en la ejecución de las muestras, volvió a demostrar la superioridad en resistencias del material curado químicamente.

Empleo del cloruro de calcio en construcción

Como resultado directo de los experimentos efectuados con el cloruro de calcio, la División de carreteras de Illinois recomienda el empleo de dicho material para la cura de pavimentos de hormigón, habiéndose curado por este sistema en dicho Estado un 75 por 100 del total de kilómetros construidos durante el año 1923.

A fin de familiarizar a los contratistas e ingenieros locales con la debida forma de emplear el cloruro de calcio y suministrar datos sobre los varios cuidados que han de observarse, se ha publicado una circular conteniendo las siguientes instrucciones referentes a la aplicación de cloruro de calcio sobre superficie:

"El cloruro de calcio puede emplearse para la cura de pavimentos en sustitución del sistema de tierra y agua o el de cura por agua, conocido usualmente con el nombre de "sistema de embalses". Entre el material en forma de pequeñas láminas o granular, es preferible el primero, pues se distribuye con mayor facilidad y desaparece menos por la acción del viento o de la lluvia; se aplica 1,5 kgs por metro cuadrado de pavimento, distribuyéndolo uniformemente sobre la superficie acabada del pavimento mediante un dispositivo mecánico de espolvorear, o mediante el empleo de palas y escobas de mango largo. No debe esparcirse el material sobre el pavimento hasta que éste haya fraguado por completo, generalmente de seis a ocho horas después de haber terminado la placa. Debe ponerse gran cuidado en esparcir el material uniformemente, y si con las palas no resultara una distribución uniforme, entonces se debe completar ésta mediante un buen barrido con las escobas. Deben romperse todos los terrones y distribuirles uniformemente sobre la superficie.

El cloruro de calcio no debe aplicarse durante la lluvia, habiendo demostrado experimentos hechos, en forma definitiva, que si a la colocación del cloruro le sigue una lluvia, después de dos o tres horas de haberse aplicado, el pavimento habrá ya absorbido el suficiente cloruro de calcio con anticipación a la lluvia, por lo que no habrá necesidad de volver a aplicar de nuevo dicho producto químico.

Aunque en el sistema de planta central para construcción de carreteras puede omitirse el tendido de tubería de agua para la cura del hormigón efectuando ésta mediante el empleo de cloruro de calcio, no obstante debe protegerse el hormigón recién colocado con arpilleras, las que se conservarán húmedas durante todo el tiempo que estén colocadas. No se permitirá el empleo de cloruro de calcio para remojar la solera. Cuando se emplee este producto químico como sistema de cura, tan pronto como se quiten los encofrados deben embancarse con tierra los bordes del pavimento de hormigón."

TRATAMIENTO INTERNO

El trabajo referente al tratamiento interno, o sea incorporación de materiales curativos con la mezcla, no ha obtenido resultado tan práctico como el obtenido con el tratamiento hecho en la superficie. Desde luego que si se obtuvieran de la incorporación de agentes curativos resistencias tan satisfactorias como se obtienen mediante la aplicación externa del mismo producto, el tratamiento interno sería algo más conveniente, así como el más fácil de controlar entre los dos sistemas. Sin embargo, los recientes ensayos indican que las mayores resistencias del hormigón se obtienen mediante la aplicación externa. En vista de estos resultados, las investigaciones referentes a la incorporación de materiales para la cura se han encaminado principalmente a observaciones sobre características físicas y químicas del cemento, mortero y hormigón, como tiempo de fraguado, temperaturas internas y resistencias en temperaturas bajas. Se han efectuado otros experimentos concernientes al grado de hidratación del cemento, el efecto de volver a moler, así como otras consideraciones teóricas en el fraguado del cemento, como trabajo suplementario en las pruebas más importantes de resistencia.

Se tiene en la imaginación, como asunto para estudio e investigación ulterior, el que sea factible, mediante la

regulación del fraguado en el hormigón para incorporación de cloruro de calcio, controlar el grado de la mezcla y asegurar así con menos esfuerzo por parte del constructor una superficie que resulte más perfecta.

En las especificaciones de Illinois ya se indica que debe incorporarse cloruro de calcio con la mezcla durante temperaturas bajas en cantidad no superior al 2 por 100 por peso con relación al cemento. Este producto actúa como acelerador del fraguado, por lo que se podrán colocar más pronto los materiales de protección, como lonas, paja, etc., sin perjudicar el acabado y con la seguridad de que el hormigón tendrá la debida resistencia en el tiempo que se le da antes de abrir la carretera al tráfico.

Los éxitos obtenidos hasta el presente obligan a la

prosecución de las investigaciones y no limitan los casos a que se pueda aplicar el sistema de cura mediante productos químicos.

Varios laboratorios, y entre ellos el laboratorio de la División de carreteras del Estado de Illinois, están practicando trabajos referentes a la cura del hormigón, los que, sin duda, serán muy valiosos en el futuro. Pero desde luego los experimentos han progresado a tal punto, que la cuestión de reducir el período de cura para pavimentos de hormigón puede contestarse en forma categórica.

La reseña que antecede está tomada del informe presentado por Mr. H. F. Clemmer a la Asociación Americana de Constructores de Carreteras de Chicago, en enero de 1924.

Enrique SOLER
Ingeniero de Caminos

Bibliografía

La Genèse des Continents et des Océans, par A. WEGENER, docteur ès Sciences, professeur de Météorologie à l'Université de Hambourg. Traduit sur la troisième édition allemande par M. REICHEL.—Un vol. de 25 X 17 cm; 161 páginas, con 44 figuras.—Paris: Albert Blanchard, éditeur, 1924.—Precio, en rústica, 12 francos.

Esta notable monografía tiene por objeto explicar y apoyar la teoría de las traslaciones continentales, la más importante entre las posteriores a la de Suess, para darse cuenta de cómo han podido formarse las masas continentales y llegado a adquirir las formas y plegamientos que ostentan.

Concebida por Wegener en 1910, al observar la concordancia entre las costas oriental de la América meridional y occidental del Africa del Sur, cual si se debieran al desgarramiento de una gran masa continental, publicó por primera vez su teoría en 1915, y el libro a que nos referimos es la traducción de la tercera edición alemana, que data del año 1922.

La teoría de Wegener ha suscitado vivas discusiones entre los geólogos, teniendo en la misma Alemania opositores tan importantes como Penck, y si bien no es una cuestión que entra en el campo de la ingeniería, la monografía de que nos ocupamos se leerá con gusto por muchos de nuestros compañeros, dada la importancia y atracción del asunto, y por estar redactada con concisión, sencillez y claridad. Aun cuando habrá varios a los que no convencerán los argumentos del autor, encontrarán todos en ella ideas y datos, muchos de verdadera novedad y otros poco conocidos.

Procurando resumir la teoría de que se trata, diremos que Wegener admite que la corteza terrestre debió constituirse formando dos capas más o menos separadas: la externa o *sial*, según la denominación de Suess, en la que predominan rocas silicatadas aluminosas del tipo de los granitos y que, debajo de las envolventes gaseosa y líquida, acaso recubriese primitivamente toda la Tierra con espesor de unos 30 km; y otra debajo que, siguiendo al mismo autor, llamaremos *simá*, formada por rocas silicatadas magnesianas y con hierro, del tipo de los basaltos y con enorme espesor. La capa de *sial* constituiría como una delgada película sobre el *simá*, y al actuar la atracción luni-solar sobre ella, determinaría mareas que, entre otros fenómenos, darían lugar a que tendiese el *sial* a deslizarse sobre el *simá*, retrasándose su movi-

miento de rotación de E. a W. con respecto al del resto de globo y produciéndose una tendencia a moverse relativamente hacia el W., lo que originaría esfuerzos que darían por resultado jirones, que fraccionarían el *sial* en masas continentales, que irían derivando hacia el W. Estas masas que, como ocurre con los «icebergs», tendrían unas bases sumergidas, acaso de 100 km de espesor de *simá*, formarían enormes zócalos sobre los que relativamente apenas sobresalen los actuales continentes geográficos, y puede demostrarse que, en virtud de la acción de la gravedad actuando sobre el centro del mismo nombre y la fuerza de traslación aplicada a sus centros de flotación, tienden dichas masas, además de moverse hacia el W., a aproximarse al ecuador, produciéndose en definitiva movimientos de deriva hacia el SW. La ruptura del *sial* en masas continentales dejaría espacios que rellenaría el *simá*, y cuando en su movimiento se aproximasen aquellas masas se determinarían, al comprimirse, plegamientos y dislocaciones en sus bordes, lo que daría lugar a las cadenas de montañas, islas destacadas y salidas, por los volcanes, del *simá* aprisionado entre el *sial*. Los plegamientos y dislocaciones se producirán en muchos casos tan sólo por la resistencia que la viscosidad del *simá*, que se encuentra en el fondo de los mares profundos debajo de los sedimentos marinos, opone al avance de las masas continentales. Los terrenos sedimentarios de los actuales continentes, que sólo cuentan, a lo sumo, 8 a 10 km de espesor sobre el *sial*, determinarán por su peso una pequeña inmersión de las masas continentales, y lo mismo ocurrirá con la sobrecarga de los heleros nórdicos, lo que, según Wegener, es el origen de los fiordos. Terminaremos este resumen haciendo observar que, cuando se comparan los macizos continentales sobre sus zócalos a flotantes «icebergs», conviene tener muy presente que sólo puede admitirse este símil, habida cuenta de los cientos de miles de años que constituyen las unidades de tiempo de la Geología, pues sólo así puede concebirse que se muevan sobre el *simá*, cuya viscosidad, según Schweydar, será tan escasa que resultará unas diez mil veces menor que la del lacre a la temperatura ordinaria.

Comienza el libro exponiendo los «Principios de la teoría de las traslaciones continentales» y sus relaciones con las de la contracción del Globo, de los puentes continentales, de la permanencia de los océanos y de la isostasia. Aduce des-