

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

680-19 PERMEABILIDAD DEL HORMIGÓN

(Permeability of concrete).

P. S. Nigam.

De: "THE INDIAN CONCRETE JOURNAL", vol. XXVIII, nº 4, abril 1954,
pág. 122.

- - -

Este artículo describe los trabajos realizados por el autor en el Laboratorio de Construcción Hidráulica de la Universidad de Roma. La finalidad de esta investigación fué, en primer lugar, encontrar un método y unos aparatos, dignos de confianza, para la determinación de la permeabilidad de diferentes hormigones; también se perseguía examinar, aunque de una forma somera, la dependencia entre la permeabilidad y ciertas propiedades de diversos hormigones.

Los ensayos se realizaron con calicatas, cilíndricas y huecas, obtenidas de los bloques de hormigón, eliminándose así la influencia que ejercen las paredes de los moldes sobre la disposición de las partículas, y, en gran extensión, la de la concentración del mortero y de las partículas más finas junto a dichas paredes. En la prueba de permeabilidad, el agua, a presión constante, rodeaba la superficie exterior del cilindro y podría pasar por permeabilidad hasta el interior, que se encontraba a la presión atmosférica (como es natural, las dos bases quedaron fuera del contacto del agua). Se prepararon también probetas, idénticas a las anteriores, con los mismos bloques, para realizar simultáneamente ensayos sobre compresión y fraguado.

Para la obtención de las calicatas y su perforación, se

utilizaron aparatos especiales, cuya descripción completa aparece en el artículo. De la misma forma, también se indica el sistema empleado para la determinación de permeabilidad, junto con las precauciones que se tomaron para impedir que el agua penetrase por las bases de los cilindros o, por lo menos, para advertir cuando había ocurrido tal cosa. El agua, que pudiese atravesar, por permeabilidad, al interior del cilindro, era recogida por un conducto y medida.

En la preparación de los bloques se siguieron unas ciertas normas: El tiempo de mezcla fué de cuatro minutos; los bloques se sacaron de los moldes de madera al cabo de dos días y se conservaron en el laboratorio protegidos por tablas de madera y cubiertos con arena húmeda. Las probetas se cortaron, normalmente, a los 45 días de colocar la mezcla en los moldes.

La prueba de permeabilidad se llevó a cabo en dos días. Durante el primer día, el agua se mantuvo, en la campana del aparato, a una presión de 5 atm. durante una hora, a 10 atm. durante otra hora, y a 15 durante otras más; este primer día se considera como un período de empapamiento de las probetas de ensayo, y, aunque se midió la percolación en cada uno de los períodos, no se tienen en cuenta dichas medidas en cuanto a las determinaciones de permeabilidad.

El siguiente día, se mantuvo la presión constante a 15 atm. durante ocho horas, y se midió la cantidad de agua percolada durante determinados períodos. En algunos casos se extendió el ensayo al día siguiente, durante otras ocho horas. Los volúmenes de agua recogida se convirtieron en valores del coeficiente de permeabilidad, según se define en la teoría de la filtración, considerando la probeta de ensayo como un medio, de forma cilín-

drica, permeable, sujeto a presión uniforme sobre su superficie externa y a presión nula en su interior.

Presenta a continuación el autor los cálculos matemáticos utilizados, y las tablas numéricas obtenidas le sirven para realizar un análisis minucioso del problema. A continuación exponemos las conclusiones que dedujo:

1. Es suficiente, en el caso de determinaciones de la permeabilidad para aplicaciones técnicas, realizar las pruebas correspondientes sobre hormigones de 45 días; en algunos casos, se ha advertido la existencia de una ligera disminución de la permeabilidad de los hormigones más antiguos. Desde luego, el alargamiento en el período de envejecimiento es, en la práctica, un inconveniente en cuanto se refiere a medidas y conclusiones.

Igualmente, se encontró que la prueba de los dos días, con un total de once horas, era suficiente.

2. Un interesante aspecto de los resultados es el hecho de que se encontraron algunas diferencias de permeabilidad aun entre las distintas probetas, a pesar de que se tomaron las precauciones posibles para conseguir la máxima uniformidad del hormigón.

Desde un punto de vista experimental, esta conducta singular apunta la necesidad de ensanchar la base de la investigación, ensayando un mayor número de probetas. También aparece la necesidad de prestar una gran atención al problema de la uniformidad. Ocurre que las estructuras finas, incluso con una buena mezcla y gran cuidado en la preparación, no presentan una impermeabilidad absoluta. Por el contrario, se obtiene más fácilmente dicha impermeabilidad en aquellas estructuras más gruesas, donde

las faltas de uniformidad local se compensan mejor.

3. Las conclusiones sobre la dependencia de la permeabilidad, en diversos hormigones, no son completamente satisfactorias, sino solamente indicativas. Las variables consideradas son: tipo de cemento, dosificación y relación agua/cemento.

a) En lo que se refiere al cemento, los resultados obtenidos, si se consideran en su totalidad, muestran una superioridad neta del cemento puzolánico sobre el cemento normal. Es suficiente hacer notar en este aspecto que mientras que en la primera serie se tuvieron treinta probetas impermeables, en la segunda sólo se tuvieron nueve.

b) En lo que se refiere a las curvas de dosificación, existe la tendencia de asignarles una influencia sobre la permeabilidad superior a la que indican los resultados. La relación entre la permeabilidad y la dosificación se halla en el siguiente hecho: En el momento de comenzar la vibración, el mortero de la mezcla se hace más fluido y se difunde entre el esqueleto del árido agregado. Si la composición es pobre en partículas finas, el mortero llena solamente los huecos inferiores del molde, mientras que la parte superior permanece desabastecida y, por consiguiente, mal unida y altamente permeable. El hormigón resultante tiene pues una composición diferente de la de la mezcla de que se ha partido, habiéndose enriquecido en mortero.

En las probetas de ensayo se quitó la capa superior, pero en las construcciones es imposible tal cosa, y, por consiguiente, es necesario remediar este hecho. En primer lugar, la composición de la mezcla debe ser tal, que tenga el suficiente mortero para llenar los huecos, existentes en el entramado formado -

por el árido agregado, a lo largo de toda la altura del molde. Esta condición puede juzgarse por el aspecto superficial del hormigón, después de vibración prolongada; el esqueleto del árido debe quedar completamente sumergido en el mortero sin que puedan formarse capas de mortero puro entre dos capas sucesivas de mezcla. Esto provocaría efectos nocivos sobre la homogeneidad elástica del material.

c) Se obtiene una buena impermeabilidad con los menores valores de la relación agua/cemento. S.F.S.

- - -