
BIBLIOGRAFIA

Principios recomendados para el control de calidad del hormigón y criterios para su aceptación y rechazo.

JOINT COMMITTEE CEB – CIB – FIP – RILEM. Monografías del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, nº 326 (abril 1975), 109 pp.

El control de calidad del hormigón y los criterios para su aceptación y rechazo han sido objeto de discusión y análisis en Europa Occidental desde hace mucho tiempo. Diversas comisiones han tratado el tema y la más reciente, una mixta de los cinco grupos más importantes relacionados con el hormigón, elaboró un documento que constituye la redacción final de las recomendaciones sobre la materia, el cual se publica en esta monografía en versión española e inglesa. Estas recomendaciones, con seguridad, se incorporarán muy pronto a las normas de hormigón armado de los países europeos que formaron parte de esta comisión.

La introducción del trabajo ilustra sus fundamentos y su alcance y la mejor forma de hacerlos ver es transcribir algunos de sus párrafos.

“Es una realidad confirmada por la experiencia que las propiedades mecánicas de los materiales estructurales, las dimensiones geométricas de las estructuras y las acciones que las estructuras deben soportar, están todas ellas sometidas a variaciones aleatorias. Como consecuencia de ello, se acepta universalmente que el proyecto de estructuras ha de basarse en métodos probabilistas, con preferencia a los métodos deterministas tradicionales.”

“En principio, si el proyectista fuese capaz de modelar con precisión la distribu-

ción de probabilidades de las acciones sobre una estructura y la distribución de probabilidades de la capacidad resistente de dicha estructura, podría determinar la probabilidad de fallo correspondiente.”

“El proyecto no puede asegurar, por sí solo, que en la relación de la estructura se emplearán realmente los materiales y métodos requeridos. Tras la fase de proyecto viene la fase de producción, la cual está sujeta a variaciones aleatorias de manera tal que no es posible predecir con certeza cuál será su resultado final. A mayor abundamiento, la información sobre la cual juzgamos los resultados en la fase de producción es, en sí misma, el resultado de unos procesos variables de muestreo y ensayo para el control de calidad y la toma de decisiones de aceptación o rechazo.”

“Ante toda esta incertidumbre que rodea a la información sobre la cual se basan las diversas decisiones que hay que ir tomando en el proceso de convertir un proyecto en una construcción, es absolutamente necesario establecer unas reglas para la interpretación de la información variable. Dichas reglas deben tener en cuenta debidamente el riesgo implicado en cada toma de decisión, con objeto de que la evaluación inicialmente hecha por el proyectista del riesgo global no se vea comprometida en la realización final del proyecto.”

“Este documento se refiere básicamente al control de calidad del hormigón y a los criterios para su aceptación o rechazo, pero no pretende cubrir todos los aspectos relacionados con la calidad, en particular la durabilidad.”

“Aun cuando no hay que identificar la calidad del hormigón con su resistencia, la resistencia a la compresión es un parámetro

principal que se utiliza normalmente para juzgar la calidad del hormigón. Por ello, este documento se refiere muy a menudo a la resistencia a compresión; pero debe destacarse que las ideas y criterios generales aquí establecidos son igualmente válidos para otros parámetros, representativos de otras propiedades del hormigón, tales como la resistencia a tracción, la relación agua/cemento, etc."

"La resistencia de un hormigón dado no tiene un valor único, sino que ha de ser descrita como una población de infinito número de valores. La experiencia demuestra que, cuando el hormigón se fabrica bajo condiciones constantes, la distribución de esta población puede considerarse como normal (gausiana) y describirse completamente con dos parámetros, a saber, la media y la desviación típica. Las instrucciones modernas simplifican la descripción de la distribución de resistencias reduciendo los dos parámetros de la distribución a uno solo, llamado valor característico de la resistencia."

"Ahora bien, la estructura se construirá muy raras veces con exactamente la misma resistencia especificada para el hormigón. La resistencia del hormigón realmente utilizada dependerá de las variaciones aleatorias de la calidad producida y ofrecida, así como de las variaciones aleatorias de la calidad que resulta aceptada cuando es ofrecida."

"Proyecto, producción y aceptación son claramente tres funciones separadas. En muchos casos, la responsabilidad de tales funciones corresponde a muy diferentes autoridades, entre las que pueden presentarse conflictos de intereses aun cuando todas ellas tengan el objetivo común de realizar una estructura segura y económica. Dadas las diferentes prácticas administrativas usuales en los distintos países en lo que respecta a responsabilidades, existe un claro riesgo de confusión cuando se habla de estos temas a nivel internacional."

"Y a la hora de establecer reglas prácticas para cada una de estas funciones, con objeto de ordenar los diferentes intereses y responsabilidades, es importante no perder de vista

la interacción entre estas actividades dentro del objetivo común que todos tratan de alcanzar."

"Por ejemplo, cabe combinar unas normas muy rígidas para el control de producción con un criterio de aceptación relativamente tolerante y pequeñas consecuencias en caso de rechazo. En el otro extremo, pueden establecerse unas pocas normas de control de producción, dejando al fabricante de hormigón en mayor libertad, pero imponiendo un criterio de aceptación severo y grandes consecuencias en caso de rechazo. Dentro del amplio espectro de combinaciones posibles entre normas de control de producción y criterios de aceptación o rechazo, habrá un juego óptimo de reglas que será el más económico para operar en unas condiciones particulares, según cuáles sean la práctica administrativa reguladora de responsabilidades, el grado de perfeccionamiento de los procesos de producción, la importancia de la estructura y la viabilidad de un control estricto."

"Dentro de un mismo país, existe un amplio abanico de estructuras en cuanto a su importancia, así como de calidad y precisión de proyectos y procesos de ejecución. Entre países existen grandes diferencias de prácticas administrativas, de responsabilidad e, incluso, de viabilidad de ejercer controles estrictos. Ante esta situación y, dadas unas reglas uniformes para el proyecto, parece conveniente tomar en consideración diferentes procedimientos de control de hormigón y criterios de aceptación, sobre la base, a la vez, del grado de perfeccionamiento del proceso de fabricación y de la importancia de la estructura, de manera tal que, para cada tipo de obra, se pueda adoptar la combinación de normas más económicas."

"Pero todavía hace falta mucha investigación para poder desarrollar un sistema de principios recomendados que se base totalmente en la filosofía descrita. Y sin embargo, existe una necesidad inmediata de establecer algunas recomendaciones, para orientación de los distintos países, que sean lo más consistentes posible con dicha filosofía y que, a la vez, se basen al máximo en la práctica ordinaria."

“Este documento es un intento de establecer recomendaciones, en la medida en que es posible hoy día.”

En efecto, sus instrucciones, con muy buen juicio, se internan en un enfoque conceptual teórico de la solución del problema, tal vez lo justo para no perjudicar su aplicabilidad práctica y al mismo tiempo proponen un marco general dentro del cual caben muchas soluciones particulares.

Hay cuatro aspectos que se tratan con bastante detalle. En primer lugar se presentan los datos del proyecto; entre ellos, se define la resistencia característica como el valor que corresponde a un 5°/o de fracción defectuosa y se señala cuáles son los valores de la desviación típica del hormigón que se pueden utilizar en los casos normales. Se dan normas de control de producción, para el cual se otorga la mayor libertad posible al contratista y se recomienda la adopción de un método de control acelerado de probetas y también el empleo del análisis rápido del hormigón fresco. El tercer aspecto se refiere a criterios de aceptación y rechazo, los cuales quedan establecidos por una función de aceptación y por una curva característica de operación, definida ésta por el riesgo del productor y el del utilizador. Por último, se exponen las acciones que deben aplicarse según se cumpla o no con el criterio elegido y se resumen en un diagrama de flujo.

E.G.

Resinas epóxicas. Aplicaciones en las construcciones de hormigón armado y pretensado.

WERSE, H., P. Epoxidharze-Anwendung in Beton-und Stahlbetonbau. *Betonwerk + Fertigteil-Technik*, 1ª parte, vol. 40, n° 10 (octubre 1974) pp. 675-680; 2ª parte, vol. 40, n° 11 (noviembre 1974) pp. 731-736; 3ª parte, vol. 40, n° 12 (diciembre 1974) pp. 773-779.

Las resinas epóxicas han adquirido importancia en construcción masiva como adhesivos, materiales de inyección y aglomerantes

para morteros. Con una función preponderante de protección las resinas además se están usando como impregnantes, sellos, pintura y cubiertas en pisos de industrias, fachadas, chimeneas, capachos, pistas de rodados, superestructuras, y cubiertas de puentes. Otra posibilidad adicional de aplicación es el cierre de juntas.

A pesar de esta diversificación de aplicaciones todavía es insuficiente el conocimiento de las resinas. Este trabajo tiene por objetivo contribuir a aclarar en parte las numerosas y frecuentes preguntas que se plantean en relación con el uso de las resinas.

Dependiendo de la ordenación de las masas en la obra, debe especificarse para la elección de la resina, el endurecedor, el aditivo, y la carga. Al aplicarla sobre hormigón o acero es de importancia la condición o estado de la superficie; al pegar rieles de grúa se han investigado diversas influencias sobre la adherencia.

El tiempo de espera entre capas individuales juega un papel en la preparación y se plantea la posibilidad de reparación de capas de EP. El desarrollo de resistencia tuvo que aclararse en relación con la reparación de inevitables descascaramientos de los cantos de pilotes de hinca. De las propiedades de las masas endurecidas se dedujo la resistencia permanente para evaluar la capacidad de carga. Para tapar juntas es de importancia establecer en qué medida son elásticas las deformaciones y en qué medida son plásticas y hasta qué punto son flexibles; la correspondiente investigación estudió también la influencia del grado de llenado, del tipo de carga y del tiempo. El tapado de grietas en un sótano fue ocasión para verificar la capacidad de deformación de una resina reforzada con fibras de vidrio. En la adhesión con otros materiales repercute el coeficiente de dilatación térmico por las posibles diferencias de temperatura, hubo que aclarar qué influencia tenía el grado de llenado. La estabilidad pudo observarse en obras existentes. La inestabilidad al agua de la resina fue explorada en relación con el tapado de juntas de una tubería a presión. En busca del mejoramiento de la protección

a la corrosión de piezas prefabricadas había que probar si la permeabilidad disminuía cuando se impregnaban las piezas y si a través de esta medida puede ser influenciada la profundidad de carbonatación. La superficie superior de un estanque de combustible debió reforzarse e impermeabilizarse; se planteó la cuestión de cómo repercutía este tratamiento en la conductividad eléctrica y con ello en el riesgo de explosión.

Un caso de falla dio la ocasión para seguir el rastro a la importancia de la contracción producida por la reacción en las tensiones de las capas. Fue necesario desarrollar procedimientos de ensayos especiales para llevar a cabo esta investigación. Las posibilidades de tapar grietas, de reforzar elementos de construcción y de pegar piezas prefabricadas están indicadas en las instrucciones de aplicación.

El efecto de las cargas de impacto en los edificios. Informe de puesta a punto.

COMITE RILEM 21-IL. The effect of impact loading on building. State of the art report. *Matériaux et constructions*, vol. 8, nº 44 (marzo - abril 1975), pp. 77-130.

El Comité 21-IL de la RILEM se constituyó en 1971 en Copenhague después de algunos años de discusiones previas de gestación. Su finalidad era y es reunir información sobre la naturaleza y la frecuencia de las cargas de impacto sobre edificios, y además ver manera de desarrollar ensayos normalizados de resistencia a impactos. En este conjunto de siete trabajos se presenta un resumen de tres años de labor del comité, en que se exponen los aspectos más importantes sobre el tema de cargas dinámicas.

Se trata de cargas de corta duración que se pueden clasificar en tres categorías tipificadas por impacto de masas pesadas, explosiones o ráfagas de aire, y terremotos. En los impactos la magnitud máxima de la sollicitación y sus variaciones a lo largo del tiempo dependen de las masas que intervie-

nen, incluida la de la estructura. En las explosiones y ráfagas de aire, una y otras son prácticamente independientes de la masa y de la manera de deformarse de la estructura. En los terremotos, nuevamente tienen gran influencia la masa y la rigidez de la estructura. Otras cargas dinámicas, aparte de las tres categorías anteriores, son las producidas por máquinas oscilantes mal balanceadas, por vibraciones inducidas por el tránsito y por el colapso de algún elemento soportante de la estructura. Factores importantes que pueden determinar cómo responde la estructura son el número y la frecuencia de los ciclos de carga. Cuando los ciclos se repiten pueden producirse daños acumulativos o bien amplificación de la respuesta por resonancia; en los casos de impulso aislados no caben esas posibilidades. Este informe sólo se preocupa de cargas de un ciclo.

Se puede ilustrar mejor las exigencias de cálculo considerando algunas cargas típicas: a) los choques de aviones son muy raros y pueden ignorarse justificadamente, excepto en la proximidad de los aeropuertos o en estructuras en que se pueden tolerar daños, entre ellas los reactores nucleares; b) los impactos de vehículos son más probables, pero, por otro lado, resulta más fácil disponer defensas contra ellos; c) la caída de objetos durante la construcción, las explosiones y los efectos de explosivos son riesgos comparables a los de choque de vehículos, pero respecto a ellos es más difícil estimar los límites de su intensidad; el criterio de diseño en estos casos debe ser localizar los daños resultantes sin que se traduzcan en colapso de partes extensas de la estructura; d) los choques de objetos disparados por explosiones pueden, en general, no tomarse en cuenta, excepto en estructuras muy vulnerables, en tales casos debe proyectarse para evitar la penetración, y e) la caída de rocas tiene que ser considerada en zonas montañosas y el criterio de diseño es resistir los impactos sin daños permanentes.

Para poner a punto los procedimientos y criterios de cálculo hace falta reunir información sobre la magnitud de las cargas y su probabilidad de ocurrencia durante la vida

útil de tipos especiales de estructuras; desarrollar procedimientos analíticos para predecir la respuesta de las estructuras: desde lo que sucede en la zona de contacto hasta la respuesta global, sería de interés poder definir *cargas estáticas equivalentes*, y conocer el comportamiento de los materiales a altas velocidades de deformación.

Estas consideraciones condujeron a la siguiente elección de temas en este informe: rango de las posibles cargas, magnitudes y duración de ellas, tratado por Struck y Voggenreiter; revisión de los procedimientos analíticos para calcular la propagación de deformaciones y tensiones y de la respuesta global de la estructura, presentado por Sahlin y Nilsson; influencia de la velocidad de deformación en las propiedades de los materiales, por Mainstone; procedimientos de ensayo y discusión de experiencias realizadas, por Olesen y Skov, y situación actual, posibilidades con que se cuenta para el cálculo y áreas en que se requiere investigación experimental y teórica, por Kavyrchine y Struck.

E.G.G.

Evaluación del ensayo de arrancamiento para determinar la resistencia del hormigón en sitio.

MALHOTRA, V. H. Evaluation of the pull-out test to determine strength of in-situ concrete. *Matériaux et constructions*, vol. 8, n° 43 (enero — febrero 1975), pp. 19-31.

Se han hecho muchas tentativas para desarrollar procedimientos rápidos y sencillos de medir la resistencia del hormigón colocado y endurecido, en obra. El ensayo de arrancamiento se originó en la U.R.S.S. en 1934 con ese propósito. Consiste en medir la fuerza necesaria para desprender del hormigón una barra de acero ensanchada en un extremo, el que se ha dejado embutido en aquél durante su colocación. Debido a su forma especial, la barra arranca un cono de hormigón y la fuerza de arrancamiento está relacionada con la resistencia de cilindros

compañeros.

En este estudio se exploró sistemáticamente la relación entre una y otra, en una serie de mezclas con razones agua-cemento y contenidos de cemento diferentes y a tres edades.

Se encontró que el ensayo es satisfactorio para estimar la resistencia in-situ del hormigón tanto a las primeras fechas como a edades más avanzadas. Los resultados son reproducibles con un grado de exactitud aceptable. Hay una relación directa entre la fuerza de arrancamiento y la compresión, pero ella es variable según los niveles de resistencia: en estas experiencias varió desde 18% para 32.9 MN/m² de resistencia a la compresión hasta 46% para 7.9 MN/m². La desviación estándar no es muy alta, pero sí mayor que la que se produce en compresión.

Este ensayo es, en todo caso, mejor que el del martillo de rebote y que otros semejantes; sin embargo, tiene que ser dispuesto con anticipación y sus implementos deben colocarse en el moldaje antes de depositar el hormigón. Estas exigencias reducen las posibilidades prácticas del procedimiento.

El comienzo del agrietamiento y la ductilidad del hormigón reforzado con fibras de acero.

SWAMY, R., N. y MANGAT, P., S. The onset of cracking and ductility of steel fiber concrete. *Cement and Concrete Research*, vol. 5, n° 1 (enero 1975), pp. 37-53.

Este trabajo tiene el propósito de estudiar con más precisión el papel de las fibras de refuerzo en la resistencia a la fisuración (primera grieta) por flexión y la ductilidad del compuesto. Se usaron cuatro métodos de medida para ver cuál era más apropiado en la detección de la iniciación de las grietas: extensómetros a resistencia eléctrica (strain gages), medición de flecha al centro, velocidad de pulsos ultrasónicos, e inscripción de la curva carga-flecha. Los tres primeros fueron muy concordantes, no así el cuarto, que dio valores significativa y sistemáticamente

más altos que los anteriores. Los ensayos consistieron en someter a flexión probetas prismáticas preparadas con seis mezclas diferentes, en las cuales se varió o el diámetro de las fibras o el volumen porcentual de ellas.

Se concluyó que la presencia de fibras de acero aumenta la resistencia al agrietamiento por flexión y que la resistencia a la rotura aumenta aun más. Sin embargo, este último aumento se produce a partir de un porcentaje límite mínimo de fibras.

La capacidad de deformación después de producidas las grietas aumenta mucho y en consecuencia también aumenta la capacidad de absorber energía del compuesto; este último aumento es lineal con el volumen de fibras. Vale dejar anotado que con un 2.50 por ciento de fibras en volumen se decuplica la energía absorbida en relación con la del hormigón sin fibras.

Por último hay un pequeño aumento del módulo de flexión, que también es favorable para complementar la rigidez de vigas con una envolvente con fibras.

La influencia de las variaciones resistentes de los materiales y de las variaciones dimensionales de las piezas de hormigón armado sobre su capacidad resistente.

CALAVERA, J. *Monografías del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento*, nº 324 (febrero 1975) 74 pp.

Se analiza el problema de la influencia de las variaciones de las resistencias del hormigón y del acero y de las dimensiones de la sección y posición de las armaduras en la capacidad resistente de las piezas de hormigón armado, limitado a aquellas de sección rectangular sometidas a flexocompresión.

El análisis realizado resulta útil en patología de hormigón armado, para el estudio de zonas localizadas, acerca de las cuales se ha llegado a tener una información suficientemente profunda de sus características resistentes y dimensionales como para permitir un estudio determinista de su estado resistente.

Por este motivo el estudio se ha realizado en teoría determinista, es decir, estudiando el equilibrio de las secciones en valores *característicos* y no en valores *de cálculo*.

Las fórmulas y gráficos obtenidos, permiten, en general, conseguir la variación de resistencia (y bajo ciertas condiciones, la variación de seguridad) de una pieza de hormigón armado cuyas resistencias de los materiales y dimensiones son las especificadas (nominales), cuando bien la resistencia de un material o una de las dimensiones de la pieza ha sufrido una variación determinada Δ . En este sentido debería hablarse de *variación de resistencia nominal* y *variación de seguridad nominal*, ambas por supuesto en sentido determinista aunque por brevedad se omite en el trabajo a veces la palabra *nominal*.

Para este estudio se ha operado con un bloque rectangular de tensiones tomando $\sigma = 0.85 f_{ck}$ y altura del bloque de 0.8 la distancia de la fibra superior a la neutra; se ha supuesto una relación altura útil - altura total de 0.9 y se han tomado para los coeficientes de minoración de las resistencias $\gamma_s = 1.15$ para el acero y $\gamma_s = 1.5$ para el hormigón.

La técnica de encolado de las piezas prefabricadas del puente Rio-Niteroi.

DIAZ, E.R. The technique of glueing precast elements of the Rio-Niteroi bridge. *Matériaux et constructions*, vol. 8, nº 43 (enero - febrero 1975), pp. 43-50.

La superestructura de hormigón pretensado del puente que une Rio de Janeiro con Niteroi, a través de la vía de Guanabara, se construyó por el método cantilever por medio de piezas prefabricadas de 110 toneladas pegadas entre sí con resina epóxica. Se trata del puente encolado más importante que se ha proyectado y construido en el mundo: tiene 7484 m de longitud y 26 m de ancho.

Se exponen las teorías y los datos en que se ha basado la concepción de las juntas transversales encoladas. Las experiencias previas realizadas mostraron que el módulo de cizalle, G , de las resinas epóxicas, varía en

función de la temperatura y se eligió aquélla que experimentaba menos variación.

Se efectuó un estudio experimental del comportamiento estructural de las uniones encoladas en un modelo a escala 1/6 del puente, y se constató que las zonas encoladas no afectaban la seguridad de la estructura y que la rotura se producía como si la viga fuera monolítica.

Las fisuras de tracción tienden a formarse en la zona de las juntas en que las armaduras normales no tienen continuidad. Tales fisuras no se forman exactamente en las juntas sino a algunos centímetros de ellas.

Duarnte la construcción se determinaron diversas características importantes de las juntas encoladas en relación con los procedimientos constructivos. Se usó una probeta de hormigón encolado proyectada con este objeto. Se estableció que las superficies de pegado no podían estar mojadas ni húmedas y para evitar esas eventualidades su puso a punto un procedimiento de secado de las superficies en contacto. Se hizo también una serie de trabajos experimentales por medio de una probeta prismática con tres llaves en la junta. Resultó que los prismas con llaves tenían 42% de eficacia en la junta, aun sin encolado.

Sobre la elección de una fórmula para calcular la fluencia lenta del hormigón, válida para normas prácticas de estructuras.

BAZANT, Z. P. y OSMAN, E. On the choice of creep function for standard recommendations on practical analysis of structures. *Cement and Concrete Research*, vol. 5, n° 2 (marzo 1975), pp. 129-138.

La fluencia lenta del hormigón está apenas mencionada en la norma chilena de hormigón armado (Artículo 10°) y se deja bastante de lado en las prácticas de cálculo. Esta omisión parece ser de pocas consecuencias debido a la vigencia del cálculo proporcional con tensiones relativamente bajas. Se está estudiando en la actualidad la nueva norma

chilena, en la cual, con seguridad, se adoptará el cálculo al límite y con esa modalidad no puede ignorarse la fluencia lenta. En todas las normas de este tipo, la fluencia lenta juega un papel importante en el cálculo de las tensiones y de las deformaciones y tanto más cuanto mayores sean las tensiones de trabajo.

En las recomendaciones del Comité Europeo del Hormigón, CEB, se calcula la fluencia lenta unitaria según la función $\varphi(t') F(t-t')$ en que t' es la edad del hormigón sometido a carga y t el tiempo que dura la carga. En una reciente revisión de estas recomendaciones se propone reemplazar esa expresión por otra de la forma $f(t-t') + g(t) - g(t')$. Los autores calcularon, con técnicas de optimización, las funciones f y g que mejor se ajustaban a los datos experimentales disponibles y llegaron a la conclusión que la nueva fórmula propuesta, al contrario de la anterior, no da una buena aproximación de las curvas experimentales en el rango completo de t que interesa. Además, la simplificación del cálculo estructural que se intenta obtener con la nueva fórmula, puede lograrse, aun en mayor grado, con otro método recientemente desarrollado. En resumen se estima que es preferible retener la función $\varphi(t') F(t-t')$ actual, si bien se pueden ajustar mejor las expresiones de φ y F .

E.G.

El flujo de agua en los hormigones de áridos livianos y su influencia en la retracción y en la resistencia a la compresión.

VAQUIER, A.; MORIN, D. y THENOZ, B. Les mouvements d'eau dans les betons de granulats légers et leur influence sur le retrait et la résistance a la compression simple de ces betons. *Revue des Matériaux de Construction*, n° 690 (septiembre - octubre 1974) pp. 291-299.

Los hormigones de áridos livianos están muy en boga, particularmente en las zonas donde no hay áridos naturales. En tales zonas se acentúa la fabricación de agregados livianos

a partir de arcillas, de esquistos o de cenizas calcinadas. Sin embargo, los hormigones livianos tienen cualidades propias que los hacen elegibles independientemente de los problemas de abastecimiento: a más de contar con resistencias a la compresión no despreciable, reducen la masa de las construcciones, son buenos aislantes térmicos y resisten bien al fuego.

En contrapartida tienen algunos inconvenientes. Los más importantes son la dificultad de preparación y colocación, y los cambios dimensionales. Estos dos efectos están directamente ligados al intercambio de agua entre los áridos y la pasta.

Era pues de gran importancia práctica estudiar con precisión el mecanismo de los desplazamientos de agua y sus repercusiones

sobre las propiedades físico-químicas del hormigón, durante el transcurso del fraguado y del endurecimiento.

En la primera parte de este artículo se reúnen datos y mediciones relacionados a los áridos por sí en primer lugar, y luego los provenientes de la interrelación entre los áridos y un medio acuoso. De allí se deduce una granulometría racional y un procedimiento de preparación de las probetas de hormigón liviano para ensayos.

Basándose en esa información y en otras pertinentes al caso se estudian, en la segunda parte, los cambios de agua entre los áridos livianos y el mortero, lo que permite tratar, en la tercera parte, la influencia de tales intercambios en la retracción y en la resistencia a la compresión.

* * *

Diseño y construcción de una celda extensométrica de carga para la determinación de fatigas inducidas por fundaciones en rellenos de suelo.

BOTTINELLI, L. P. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, junio 1975.

Esta tesis tiene como finalidad entregar el diseño y modo de fabricación de un instrumento destinado a la medición de presiones verticales en el interior de suelos mejorados mediante rellenos y sometidos a carga en su superficie. El aparato, el que se ha denominado *Celda extensométrica de carga*, opera basado en las deformaciones que dichas presiones producen en un diafragma elástico cir-

cular, introducido en un medio elástico. Estas deformaciones son medidas mediante sensores electromecánicos y comparadas con las curvas de carga-deformación, obtenidas en los ensayos de calibración del instrumento.

Las características físicas y geométricas del instrumento han sido determinadas experimentalmente, basándose en modelos anteriores, y su funcionamiento ha sido comprobado mediante un ensayo de carga en una masa de arena homogénea. La capacidad de carga es de 0.3 kgf/cm^2 y la sensibilidad es de 0.001 kgf/cm^2 , pero pueden obtenerse otras diferentes variando el espesor de las placas de la celda.

Este trabajo fue realizado en IDIEM y fue dirigido por el profesor Luis Acuña de la Sección Ensayos No Destructivos.