

---

## BIBLIOGRAFIA

---

### Evaluación del concreto en la obra.

MALHOTRA, V.M. *Revista IMCYC* vol. XV (julio-agosto 1977), pp. 9 - 18.

Los métodos estándares para evaluar el hormigón en las estructuras, consisten en ensayar a la compresión, flexión o tracción, según sea el caso, probeta confeccionadas con hormigón similar al colocado en la estructura. Estos métodos adolecen todos de graves defectos: demora en la obtención de los resultados y probabilidades no despreciables de que las muestras no sean representativas, por diferencia de compactación y de curado. Por otra parte, es conocido que la resistencia de una probeta de hormigón depende de su forma y de su tamaño y eso hay que tenerlo presente para estimar la resistencia del hormigón en la obra.

En los últimos 35 años se han hecho varios intentos para desarrollar métodos rápidos y de bajo costo, tanto destructivos como no destructivos, que permitan ensayar el hormigón colocado en la estructura, como una manera de superar algunos de los problemas mencionados. Como resultado de esos esfuerzos se ha desarrollado el auscultador de velocidad de las ondas en el hormigón y el martillo de rebote. En años recientes se han desarrollado dos procedimientos más: la penetración de proyectiles y la extracción de pernos.

Además, se han perfeccionado los aparatos para medir la velocidad de las ondas y en la actualidad se cuenta con instrumentos portátiles con indicación digital y se ha puesto a punto un medidor de la madurez del hormigón.

En este trabajo se describen las nuevas

pruebas y el equipo para llevarlas a cabo y se examinan sus ventajas y utilidades. Se considera que la prueba de penetración con la pistola de Windsor es un buen medio para determinar las resistencias relativas del hormigón en diferentes partes de una estructura o en diferentes estructuras. La prueba de extracción da una medida efectiva de la resistencia del hormigón a una combinación de cizalle y tracción; la manera ideal para aplicarla es preparar una o dos muestras de gran tamaño simultáneamente con la obra y en aquéllas disponer la prueba de extracción. El medidor de madurez es útil para la estimación del desarrollo de la hidratación del hormigón en tiempo frío.

### Resistencia del hormigón hasta 30 y 50 años de edad.

WALZ, K. Festigkeitsentwicklung von Beton bis zum Alter von 30 und 50 Jahren. *Beton* N° 3 (marzo 1976) y *Beton* N° 4 (abril 1976).

Este trabajo recoge la información y saca conclusiones de los resultados obtenidos en dos series experimentales. Una de ellas, serie A, se confeccionó en EUA en 1923 y constó de 24 hormigones; la otra, serie D, se hizo en Alemania en 1941 y comprendió 14 hormigones. En ambas se usaron 4 cementos diferentes. En la primera todos fueron portland de molienda más gruesa y de un contenido de C2S mayor que los usuales en la actualidad; en la segunda hubo un portland, dos cementos de alto horno y un cemento siderúrgico, todos ellos cumplían con la norma DIN 1164 de la fecha de confección.

La serie A fue conformada por cilindros de 15 cm de diámetro y 30 de altura que se dejaron a la intemperie en la región noroeste de EUA, más unos pocos que se conservaron en laboratorio. La serie D estuvo constituida por placas de 15 cm de espesor, 40 cm de ancho y 70 cm de altura, que se sumergieron en agua hasta media altura en tres lugares diferentes de Alemania, al aire libre; para determinar la resistencia de los hormigones de esta serie se extrajeron testigos con broca de la parte no sumergida de las placas. Los primeros experimentaron durante los 50 años de exposición alrededor de 1250 ciclos de congelación y deshielo y los segundos en 30 años, aproximadamente 1000 ciclos.

Los hormigones de la serie A eran de 200 a 369 kilos de cemento por metro cúbico, de razón agua cemento 0.41 a 0.69, el agregado era de 38 mm de tamaño máximo y con consistencia de plástica a blanda.

La resistencia a 28 días de estos cilindros fluctuó entre 102 y 261 kgf/cm<sup>2</sup> (equivalentes cúbicas según DIN 1048, 125 y 325) a 50 años las resistencias estuvieron entre 297 y 552 kgf/cm<sup>2</sup> para las probetas dejadas a la intemperie. Comparativamente las probetas dejadas en laboratorio alcanzaron menor resistencia que sus compañeras mantenidas a la intemperie (332 las primeras 379 kgf/cm<sup>2</sup> las segundas).

El aumento de resistencia fue en término medio de 2.4 veces para las probetas de intemperie y de 2.1 para las de laboratorio (Es de suponer que con los cementos actuales, más finos y con menor contenido de C<sub>2</sub>S, el incremento de resistencia sería menor). El crecimiento fue tanto mayor relativamente cuanto menor la resistencia a 28 días. En cuatro de estas seis series la resistencia a 50 años fue algo inferior que a 25, si bien en dos de aquéllas hubo algunas probetas que aumentaron de resistencia de 25 a 50 años. Llama la atención que, por el contrario, la resistencia de los cilindros mantenidos en laboratorio aumentó entre 25 y 50 años. El módulo de elasticidad a 50 años de los cilindros dejados a la intemperie estuvo entre 380 000 y 480 000 kgf/cm<sup>2</sup>,

alrededor de 60 000 kgf/cm<sup>2</sup> más que los valores dados por DIN 1045 para las correspondientes resistencias. Los cilindros conservados en laboratorio tuvieron módulos de elasticidad de alrededor de 70 000 kgf/cm<sup>2</sup> menos que sus compañeros dejados a la intemperie.

La serie D constaba de hormigones de 200 a 300 kilos de cemento por metro cúbico, razón agua cemento de 0.50 a 1.29, áridos del Rihn de 30 mm de tamaño máximo y consistencia K1 y K3.

La resistencia a 28 días fluctuó entre 73 y 498 kgf/cm<sup>2</sup>. A 30 años la resistencia aumentó a 280 y 795 kgf/cm<sup>2</sup> respectivamente. El incremento fue de 2.3 veces para el cemento portland, y de 3.1 veces para los cementos de alto horno y siderúrgico. La resistencia aumentó tanto más a 30 años cuando menor fue a 28 días: el factor de incremento fue de 3.3 para los hormigones con 200 kilos de cemento y sólo de 2.1 para los de 300 kilos.

### Cien años de investigación en química del cemento en Alemania.

LOCHER, F. W. Hundert Jahre Forschung über Zementchemie in Deutschland. *Zement - Kalk - Gips*, vol. 30, n° 9 (septiembre 1977), pp. 420 - 429.

En los comienzos de la industria del cemento, la investigación química en cada fábrica era una condición importante para fabricar cementos con propiedades predeterminadas. Los problemas comunes a la industria eran encomendados a los institutos de investigación de las tres asociaciones alemanas de cemento existentes desde 1902. El laboratorio de W. Michaelis, posteriormente adquirido por H. Kühl, estaba muy ligado a la industria del cemento. Por otra parte, también actuaban en este dominio institutos de varias universidades y asociaciones de investigación.

En primer plano se situaba la investigación de los componentes del clínquer, en

particular la naturaleza y composición de la alita, como punto de partida para calcular el contenido máximo de CaO que podía combinarse en el clínquer. De estas investigaciones resultó que, además del silicato tricálcico, es determinante en ese contenido la cantidad de CaO en la fase líquida del clínquer, pero no el aluminato tricálcico. Los factores que influyen en el endurecimiento hidráulico de la escoria granulada de alto horno fueron estudiados ya hacia 1900 por H. Passow, concluyéndose que los más importantes eran un alto contenido vítreo, una elevada presencia de CaO y MgO y suficiente proporción de  $Al_2O_3$ .

La cantidad de yeso admisible para regular el fraguado era relativamente pequeña, ya que el clínquer tenía generalmente un alto contenido de sulfato como consecuencia de un elevado consumo de combustible. En algunos casos se recurría técnicamente al retardo del fraguado por reacción con la humedad y el  $CO_2$  del aire.

Ensayos de almacenamiento en agua de mar y en agua con anhídrido carbónico que disuelve la cal realizados entre 1890 y 1900, mostraron que el factor decisivo para la durabilidad química del mortero y del hormigón es la impermeabilidad.

### Desarrollo de una metodología para evaluar la seguridad sísmica de edificios existentes.

BRESLER, B. y otros. *Developing methodologies for evaluating the earthquake safety of existing buildings*. Earthquake Engineering Research Center, College of Engineering, University of California, febrero 1977, 142 pp.

Esta publicación consta de cuatro trabajos sobre el tema del epígrafe.

El primero de ellos tiene por autor a B. Bresler y se titula *Evaluación de la seguridad sísmica de edificios existentes*. En él

se presentan ideas preliminares para hacer la evaluación, delineándose un procedimiento que consiste en revisar la documentación técnica relacionada con el edificio; hacer observaciones y ensayos en el terreno incluyendo el análisis de riesgos de fenómenos concomitantes (incendios, desprendimientos de materiales tóxicos, etc); formular un modelo matemático y elegir el método teórico y la intensidad sísmica del lugar para el cálculo de la seguridad estructural, y considerar los posibles métodos para reducir los riesgos de daños y de colapso.

B. Bresler, T. Okada y D. Zisling son los autores del trabajo *Determinación de la seguridad sísmica y reducción de riesgos de daños*. Se postula la necesidad de establecer un procedimiento jurídico para legalizar la inspección de los edificios y de fijar prioridades de revisión en función de las consecuencias que producirían los daños en la comunidad y adicionalmente de la sismicidad local, norma de diseño, tipos de materiales y edad. Hay diversos métodos de evaluación que van desde una simple inspección visual hasta unos muy completos que incluyen mediciones en terreno y análisis especializado; los principales de ellos se exponen brevemente en el trabajo, definiéndose diferentes índices de evaluación como son: una razón ponderada global de los sistemas estructurales de la construcción; razón entre la resistencia sísmica del edificio y la requerida por el diseño sísmico; el cumplimiento de normas. Se exponen criterios para adoptar decisiones sobre reducción de riesgos de daños en los edificios sobre la base de clasificarlos en función de su importancia, aceptar grados diferentes de seguridad en cada clase y fijar plazos máximos para alcanzar los grados asignados. Finalmente se desarrolla el ejemplo de un estudio piloto sobre el efecto de las modificaciones de las normas en la resistencia sísmica de edificios de poca altura de hormigón armado con estructura de marcos.

T. Okada y B. Bresler son los autores del artículo *Seguridad sísmica de edificios existentes de hormigón armado de poca altura*.

*Método de cribado.* En este trabajo se aplica el método a edificios de escuelas. El método clasifica los edificios de acuerdo a tres tipos de mecanismos de falla: flexión, corte y corte por flexión. Se considera comportamiento no lineal en respuesta a dos niveles de intensidad sísmica, uno de 0.3 g y otro de 0.45 g. El método consta de tres etapas o *cribados*. En la primera se evalúa aproximadamente la característica carga-deflexión del primer piso o del piso más débil para usarla en el estudio de la respuesta sísmica considerando espectro de respuesta lineal para evaluar la resistencia y no lineal para evaluar la ductilidad. En la segunda etapa se estima con más precisión el comportamiento estructural total de cada piso adoptándose un análisis de respuesta no lineal en función del tiempo. En la tercera etapa se adopta un análisis de respuesta no lineal basado en la no linealidad de cada componente de la estructura. En este trabajo se describe primariamente la primera etapa, porque la segunda y tercera no están bien desarrolladas todavía.

El último trabajo es *Decisiones de ingeniería en el diseño. Criterio de falla (estado límites)* y está desarrollado por V. Bertero y B. Bresler.

El objetivo de este artículo es discutir los criterios de falla (estados límites inaceptables) que deben considerarse en el diseño sísmico. Después de analizar los criterios principales en uso se pasa revista a las encuestas de daños ocurridos en terremotos recientes. Estas observaciones indican que hay que agregar otros estados límites a los corrientemente usados, relacionados con daños que no están representados en ninguno de los criterios actuales. También se desprende de estas observaciones que un número significativo de edificios existentes son vulnerables y pueden experimentar diversos grados de daños aun en terremotos moderados. En consecuencia, tanto al proyectar nuevos edificios como al evaluar los riesgos de daños en edificios existentes deben considerarse los efectos acumulativos del envejecimiento, condiciones severas de clima, incendio, viento, etc.

**El terremoto de San Juan del 23 de noviembre de 1977. Informe preliminar.**

INPRES, Instituto Nacional de Prevención Sísmica. San Juan, República Argentina, diciembre 1977, 102 pp.

Este es el informe inicial, emitido en edición mimeografiada por el organismo estatal correspondiente, sobre el terremoto de San Juan de noviembre de 1977, que afectó gran parte de Argentina y se sintió también en la zona central de Chile. Su magnitud fue de 7,4 en la escala Richter y su intensidad máxima llegó a IX en la escala MM, en un área de 3 500 kilómetros cuadrados en el entorno de la ciudad de Caucete.

Como introducción al estudio del terremoto en sí se acopian los antecedentes sísmológicos y geológicos pertinentes. Por ejemplo, se hace una reseña de la actividad sísmica de la región, que es la de mayor riesgo sísmico de Argentina e incluso se presenta un mapa de las intensidades máximas probables en 100 años en todo el territorio argentino. Hay también un estudio de la estructura geológica de la zona más afectada, que se resuelve en cuatro áreas de características propias y diferenciadas entre sí.

La zona estaba instrumentada con seis estaciones sísmológicas ubicadas en la cercanía del epicentro y entre los equipos instalados había dos acelerógrafos y 24 sismoscopios, que se complementaron, después del sismo, con tres nuevos acelerógrafos. Este conjunto de instrumentos proporcionó registros de muy buena calidad, tanto del terremoto mismo como de las réplicas que se sucedieron durante aproximadamente 20 días: en el informe se incorporan varios de los registros. El hecho de haber obtenido abundante información instrumental permitió extraer conclusiones precisas sobre las características fundamentales del terremoto.

Las características del terremoto en sí se analizan en relación con la distribución de las intensidades, los efectos geológicos, los fenómenos de licuefacción de suelos y los daños en las construcciones y en la

infraestructura socio-económica.

Se anotan como conclusiones principales de las observaciones realizadas que las construcciones ejecutadas según normas de diseño sísmico tuvieron muy buen comportamiento; que las construcciones de adobe colapsaron en forma masiva (en Caucete casi la mitad de estas construcciones sufrió colapso total y el resto, colapso parcial) y constituyeron el origen de los más importantes daños y víctimas, y que hubo una extensa zona en que se produjo licuefacción de suelos, en algunos casos a gran distancia del epicentro.

**El terremoto de Lima del 3 de octubre de 1974. Distribución de intensidades.**

ESPINOZA, A.F.; HUSID, R.; ALGERMISSEN, S.T. y DE LAS CASAS, J. The Lima earthquake of october 3, 1974: Intensity distribution. *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol. 67, N° 6 (octubre 1977), pp. 1429 - 1440.

Este terremoto tuvo su epicentro 80 km al oeste de Lima en las coordenadas geográficas de 12.2°S y 77.67°W. Dio lugar a severos daños en Lima y en sus alrededores alcanzando una intensidad máxima de IX en la escala Mercalli Modificada en unas pocas zonas desperdigadas de Lima. En el área completa de Lima la intensidad estuvo comprendida entre los grados V y IX, mientras en ciudades al sur de Lima, la intensidad excedió de VIII. Las zonas de más alta intensidad, tanto en Lima como a lo largo de la costa, están aparentemente asociadas con condiciones de suelo desfavorable o con un nivel freático alto, como queda en evidencia en los lugares en que se produjeron daños mayores y/o en que ocurrieron asentamientos diferenciales. Se observó también descenso a lo largo del camino costero al sur de Lima. En Callao hubo asentamientos diferenciales de terrenos, los que estaban asociados con licuación de

suelos. Algunos puntos de gran intensidad, como los de los distritos de La Molina y Chorrillos, están correlacionados con posibles efectos de amplificación local por el suelo. En la terraza cortada por el oleaje de Miraflores hubo descensos de hasta 35 cm en algunas áreas y en Chorrillo se observaron descensos de hasta 15 cm. Se delineó un mapa isosísmico de Lima el que puede servir para la zonificación preliminar de la ciudad con el propósito de evaluar efectos potenciales de los terremotos.

**El terremoto de Lima del 3 de octubre de 1974. Distribución de los daños.**

HUSID, R.; ESPINOZA, A.F. y DE LAS CASAS, J. The Lima earthquake of october 3, 1974: Damage distribution. *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol. 67, N° 5 (octubre 1977), pp. 1441 - 1472.

Este terremoto produjo daños de consideración en edificios construídos de adobe y de quincha y también en estructuras de albañilería, de albañilería reforzada, y de hormigón armado en Lima y sus alrededores. La mayor parte de los daños de estructuras bien construídas se debió, en parte, a carencia de resistencia lateral en el proyecto original y al hecho de que este terremoto tenía una mayor cuota de energía en torno a un período de 0.4 segundos que los terremotos destructivos anteriores. Los tanques de agua situados sobre los techos de edificios de cuatro o cinco pisos se dañaron. Los edificios de un solo piso bien proyectados y construídos quedaron menos afectados que las estructuras elevadas.

En los distritos de Barranco, La Campiña, La Molina y Callao se produjeron daños estructurales considerables en estructuras de hormigón armado. En La Campiña hubo un edificio de tres pisos que se colapsó parcialmente y otros edificios sufrieron daños importantes. En La Molina quedaron

muy dañados los edificios de la Universidad Agraria y algunos llegaron al colapso. En Callao se produjo el colapso de un edificio de cuatro pisos y de la mitad superior de un silo de hormigón. En las estructuras de hormigón armado las riostras entre columnas eran frecuentemente de pequeño diámetro situadas a mucha distancia y no bien conectadas. Corrientemente las armaduras de los elementos resistentes no tenían relación con sus rigideces. Las columnas frontales de los edificios escolares estaban confinadas por muros de ladrillo altos y sus alturas efectivas se reducían mucho por esta disposición constructiva, de modo que los desplazamientos en esa dirección eran muy restringidos. En cambio las columnas del fondo, a causa de las ventanas existentes en los muros, tenían una longitud efectiva mucho mayor. A consecuencia de esto se indujeron grandes fuerzas de corte en las columnas frontales y en ellas se concentraron los daños.

### Estudio para la elaboración de un material aglomerado en base a partículas de madera y una matriz de yeso.

GUZMAN, A.V. Memoria para optar al título de ingeniero civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, noviembre 1977.

Se hizo un estudio sobre el posible uso de aglomerantes inorgánicos y partículas de

madera, extraídas de desperdicios, para elaborar tableros de partículas destinados a tabiquerías soportantes en viviendas de un piso.

Se analizaron las especificaciones de los distintos desperdicios de madera y sus características de tamaño y forma (astillas, virutas, aserrín, etc) y se vieron las propiedades de los aglomerantes inorgánicos, extendiéndose en el hemihidrato de sulfato cálcico. También se analizaron las posibilidades teóricas del material estudiado.

Se prepararon varias láminas con dosificaciones diferentes de partículas y yeso y además con diferentes parámetros de los componentes y los resultados obtenidos sobre algunas propiedades físicas y mecánicas de ellas se comparan con las de un tablero hecho con resinas orgánicas.

Por último, se exponen algunos métodos para obtener las partículas de madera necesarias para el material, entregando una alternativa de producción industrial del compuesto en estudio, con un análisis preliminar de los costos y usos que podría tener.

Se concluye que es factible elaborar tableros de partículas hechos con hemihidrato de sulfato cálcico, cuyas propiedades físicas y mecánicas son similares a las de los tableros hechos con resinas orgánicas de calidad intermedia, y con un costo equivalente a la mitad del costo de estos últimos.

Este trabajo fue realizado en IDIEM y fue dirigido por el Sr. J. Eysimons.