

## BIBLIOGRAFIA

### *Sismo del 28 de marzo de 1965 Chile. Informe sobre daños en estructuras\**

MONGE, J.; ROSENBERG, L.A.; VIVES, A., y YOMA, F. Laboratorio de Estructuras, Departamento de Obras Civiles, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, noviembre 1965.

Con el fin de añadir información sobre el último terremoto chileno, hemos hecho un amplio resumen de este trabajo, el cual se suma a lo publicado en los últimos números de la Revista del IDIEM\*.

El sismo cuyos efectos examina la publicación que comentamos prolonga la lista de los ocurridos en Chile en el transcurso del presente siglo. Los principales han sido el sismo de 1906 que asoló Valparaíso, el de 1939 que destruyó Chillán, el de 1960 que causó daños en varias ciudades de la Zona Sur y el de marzo de 1965 que afectó principalmente la parte norte de la Zona Central.

Este sismo se produjo el domingo 28 de marzo de 1965 a las 12.33 horas y sus efectos destructivos se hicieron notar hasta San Bernardo por el sur e Illapel por el norte, figurando entre las ciudades dañadas Viña del Mar, Valparaíso y Santiago. El epicentro fue ubicado a unos 140 km de Santiago, en la zona vecina a La Ligua. Las intensidades máximas que el sismo alcanzó corresponden a los grados 8 a 9 de la escala internacional de Mercalli modificada, de doce grados.

Las pérdidas de vidas humanas que

produjo este sismo ascienden a 248, distribuidas en la siguiente forma: en la avalancha de El Cobre, 222; por rodados de rocas, 5; por derrumbe de muros, cornisas, chimeneas, 19; por efecto del pánico, 2. Además de los daños a obras públicas se destruyeron alrededor de 21.000 viviendas y más de 71.000 debieron ser reparadas.

Esta publicación, que es una anticipación de la definitiva que debe aparecer en los Anales de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de 1965, constituye un buen testimonio del efecto de este sismo, tanto en las estructuras más corrientes como en las de mayor importancia. Algunos aspectos de este trabajo pudieron haber recibido mayor elaboración; sin embargo la calidad y el interés de la información seleccionada bastan para otorgarle importancia documental.

Se describen brevemente pero con claridad los daños producidos en distintos tipos de estructuras: edificios e instalaciones industriales, y obras de ingeniería. En la introducción se incluyen los datos que caracterizan el sismo geográficamente y desde el punto de vista de su intensidad y aceleraciones, e incluso daños, tanto materiales como de vidas humanas. El último capítulo, dedicado a los comentarios, discute las observaciones expuestas en los capítulos anteriores y da indicaciones para proyectar las estructuras con mayor seguridad.

Las estructuras de hormigón armado y las de acero son tratadas con mayor extensión. Se muestra claramente una vez más cómo cobran importancia fallas muy corrientes puestas ya en evidencia en los sismos de 1960.

\*"Informe preliminar del terremoto del 28 de marzo de 1965." E. Kausel, vol. 4, n° 1 (mayo 1965), pp. 23-28.

"Efectos del terremoto de marzo de 1965" vol. 4, n° 1 (mayo 1965), pp. 77-81.

"Efectos del sismo de marzo de 1965 en los tranques de relaves de El Cobre", R. Dobry, vol. 4, n° 2 (octubre 1965), pp. 85-107.

"Cálculo de los espectros de respuesta en Santiago del sismo del 28 de marzo de 1965", L. PETIT-LAURENT vol. 4, n° 3 (diciembre 1965), pp. 151-158.

"Acelerogramas del temblor del 28 de marzo de 1965 en Santiago", L. PETIT-LAURENT vol. 5, n° 1 (mayo 1966), pp. 39-42.

En primer término se analizan las fallas clasificadas como comunes a los distintos tipos de edificación: choque entre cuerpos de un mismo edificio o entre edificios contiguos, fallas de estanques ubicados sobre edificios de varios pisos y fallas de elementos secundarios u ornamentales - chimeneas, tejas, cornisas.

Al comentar el primer tipo de falla - choque entre cuerpos de un mismo edificio - se mencionan la norma californiana SEAOC\* de 1960, el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de México y la Norma Chilena, INDITECNOR 63-9d, que cuando se redactó el informe estaba en estudio y que actualmente está en proceso de legalización. Esta última norma aconseja, entre otras indicaciones, dejar entre edificios contiguos o cuerpos de un mismo edificio, proyectados como estructuras separadas, una separación no menor del dos por mil de su altura con un mínimo de 2,5 cm\*.

En el caso de estanques ubicados en la parte superior de edificios altos, el movimiento generado por el sismo se amplifica produciéndose fuertes sollicitaciones en la estructura del estanque (Fig. 1). Estas sollicitaciones son mayo-



Fig. 1. Falla de la estructura soportante de un estanque.

res que las que existirían si el estanque estuviera colocado directamente sobre el suelo. En Japón se suele evitar este tipo de construcción por el peligro que es-

to puede representar tanto para los habitantes de los pisos superiores como para la estabilidad general de la estructura. La norma chilena mencionada establece que tanto estanques como otras estructuras menores - chimeneas, glorietas, casetas de ascensor, etc. - deben calcularse para resistir una fuerza horizontal igual a su masa por el doble de la aceleración del piso en que se encuentran\*. El reglamento mexicano tiene una exigencia semejante, pero agrega que la aceleración considerada no debe ser menor que 0,15 g.

Respecto de elementos secundarios u ornamentales tales como antepechos, parapetos, piñones, mojinetes, etc., las normas recomiendan en general coeficientes sísmicos altos ya que la experiencia ha demostrado que son elementos peligrosos que han originado a menudo accidentes fatales. En particular la norma chilena recomienda calcularlos para resistir una fuerza horizontal igual a la mitad de su peso.

Los daños en las estructuras de acero examinadas no son atribuibles a las ordenanzas vigentes sino más bien a fallas de construcción. En especial en el caso de estructuras metálicas livianas hechas con barras redondas de acero soldadas entre sí formando un reticulado, solución tan difundida en nuestro país por sus ventajas económicas, su seguridad es un tanto discutible debido por un lado a fallas de construcción muy corrientes, soldaduras de dudosa calidad, barras de celosía curvadas en sus extremos y por otro lado a fallas de montaje dado que las costaneras o vigas descansan en puntos superiores de vigas maestras que no siempre coinciden con los nudos, de modo que se produce una flexión local que se suma a la compresión existente.

En las estructuras de hormigón armado se observaron muchas fallas debidas a juntas de hormigonado mal dispuestas o a faltas de estribos. Se pudo observar la poca seguridad que dan los tabiques de albañilería de ladrillos o de bloques, o los tabiques de yeso en edificios altos de hormigón armado.

En el caso de estructuras con muros de albañilería, provistas de pilares y cadenas de hormigón armado, la nota más

\* Las cifras que se dan en el informe son ligeramente diferentes. Esto se debe a que durante su redacción la norma estaba aún en estudio.

sobresaliente por la cantidad y diversidad de las fallas observadas la dieron las albañilerías de bloques de hormigón, aunque también se observaron fallas en albañilerías de ladrillos. Es sin embargo de mucho interés el caso de viviendas de la población del Instituto de Vivienda Rural ubicada en La Ligua, muy cerca del epicentro, consistentes en edificios de un piso, con muros de albañilería, en el cual solamente las cadenas eran de hormigón armado y que resistió sin ningún daño en su estructura\*.

Se da también información sobre viviendas construidas con otros materiales: edificios con estructura de madera (rellena con adobillo u hormigón), casas y bodegas de adobe, y otros tipos de construcciones que no están consideradas en la ordenanza actual.

Las tabiquerías de madera presentaron un comportamiento satisfactorio, no así la construcción de adobe, que en opinión de los autores debe descartarse definitivamente.

Los daños provocados por fallas de fundaciones fueron divididos en tres clases: asentamientos diferenciales, fallas de corte y fallas de taludes. Los casos descritos en el trabajo hablan por sí mismos del riesgo en que se incurre al proyectar las fundaciones sin tomar en cuenta las características de los diversos suelos. En esta parte del estudio, al referirse a taludes se hace el alcance de que algunos de éstos estaban protegidos por muros de mampostería bien dimensionados para condiciones estáticas, pero fallaron durante el sismo.

En el análisis de las fallas de obras de ingeniería resaltan dos casos: las fallas de tranques de relaves ubicados en cerros de la zona más afectada por el sismo y la falla del puente sobre el estero Pullalli en la carretera panamericana norte.

Los tranques de relaves que fallaron eran seis y pertenecían a diferentes minas. Estos tranques están formados por residuos del proceso de concentración de los minerales de cobre, y no cuentan con ninguna estructura de tierra o de hormigón que asegure su estabilidad. Se construyen de modo que la parte más gruesa del material, distribuido por me-

dio de canaletas o tuberías, es separada por agujeros practicados en el fondo de ellas, y forma una especie de muro de contención. El agua y el material fino se depositan detrás de este muro formando una especie de laguna. El tranque de la mina El Soldado y varios otros se construyeron con el muro ubicado transversalmente con relación a la máxima pendiente de la quebrada; por efecto del sismo algunos de estos muros se destruyeron y el contenido se derramó extendiéndose. En el caso de El Soldado esto produjo efectos devastadores en las viviendas del pueblo El Cobre. En la construcción de estos tranques, de los cuales existen algunos ubicados en otras zonas del país, no participaron ingenieros y, según parece, nunca se estudió su estabilidad ante sismos fuertes.

El puente sobre el estero Pullalli constaba de siete tramos: contando desde el extremo sur, los cuatro primeros eran simplemente apoyados y en los otros tres tramos, de mayor luz, el puente estaba estructurado en forma de viga Gerber con articulaciones en los tramos 5 y 7.

Por efecto del sismo, el quinto tramo del puente deslizó transversalmente sobre su articulación, girando sobre su apoyo sur y cayendo al lecho del estero. (Fig. 2).



Fig. 2. Puente Pullalli, falla de la articulación en la viga Gerber con la consiguiente caída del tramo simplemente apoyado.

En otros países se ha observado que durante sismos fuertes pueden aparecer en los apoyos de vigas de puentes, fuer-

\*Conviene aclarar, ya que no está dicho en el informe, que el suelo de fundación de esta zona está constituido por una grava arenosa, con lentes limo-arcillosos, de capacidad mediana a alta formando un estrato que estaría sobre rocas granodioríticas situadas a poca profundidad. Se trata por lo tanto de un terreno de fundación de buena calidad. Sobre los suelos de fundación de otros casos analizados no tenemos información.

zas del orden del peso propio de éstas. Conviene, pues, que el proyecto consulte amarras u otros sistemas de fijación para evitar que estos apoyos salten o se desplacen lateralmente.

M. PIÑEIRO

\* \*

**Efectos del sismo de marzo de 1965.**

**Provincias de Aconcagua y Valparaíso.**

ALISTE, N.; MORAGA, A.; y ALVAREZ, L. Instituto de Investigaciones Geológicas, Boletín nº 29, Santiago 1966.

Este boletín contiene tres trabajos relativos al sismo de marzo de 1965. En conjunto dan una buena visión de los daños producidos por el sismo en ciertos tipos de estructuras. Los tres trabajos están ilustrados con profusión de fotografías de muy buena calidad. A continuación daremos un breve resumen de cada uno. *Efectos del terremoto de marzo de 1965 en Papudo, La Ligua, Cabildo y Alicahue.* ALISTE, N.; MORAGA, A.

Luego de una breve descripción de la geología de la zona se presenta una estadística de los daños en viviendas de los diversos puntos visitados. Finalmente se informa sobre los derrumbes de tierra y los deslizamientos de relaves observados en la zona.

**Efectos del terremoto de marzo de 1965 en los relaves de la mina El Soldado.** ALISTE, N.; MORAGA, A.

Se dan diversos datos: ubicación, antecedentes generales, topográficos y geológicos de los tranques de relaves de la mina El Soldado. Recordamos que el derrumbe de los relaves de esta mina sepultó parte del pueblo minero de El Cobre que se encontraba adyacente a ellos.

Se incluyen observaciones sobre el estado de los relaves después del sismo y se describen las características del área cubierta por la avalancha.

En las conclusiones se indica cuál fue la posible secuencia de los acontecimientos durante el derrumbe de los tranques y se analizan los diversos factores que provocaron su deslizamiento.

**Efectos de un sismo en tranques de relaves.** ALVAREZ, L.

Se visitaron diversas plantas de con-

centración de minerales de las provincias de Aconcagua y Valparaíso y se estudió el estado de los tranques después del sismo y las características de los materiales almacenados. Esto permitió confeccionar un cuadro comparativo del comportamiento de nueve tranques distribuidos en la zona, contando en cada caso con variada información. En las conclusiones se dan algunas explicaciones sobre las causas que provocaron la rotura de estos tranques y algunas indicaciones para la construcción de tranques que garanticen una mayor seguridad.

M. P.

\* \*

**El temblor de San Salvador, 3 de mayo de 1965: Ingeniería Sísmica.**

ROSENBLUETH, E. y PRINCE, J. Ingeniería, vol. 36, nº 1 (enero 1966), pp. 31 - 58.

Este trabajo versa sobre los efectos del temblor de San Salvador en edificios y otras estructuras, e incluye recomendaciones relativas al refuerzo de las estructuras dañadas y a las que se construyan subsecuentemente en El Salvador. En las conclusiones se hace ver que el movimiento, en la zona norte de la ciudad, fue probablemente un impulso único en un solo sentido. La aceleración máxima del terreno fue del orden de 0,5 a 0,8 veces la gravedad y la velocidad máxima del orden de 65 cm/seg. Hacia el centro de la ciudad es posible que el movimiento haya sido más complicado con componentes apreciables en todas las direcciones.

Se destaca que es aconsejable la instalación de un número reducido de acelerógrafos para registro de movimientos intensos, complementados con un gran número de sismoscopios, cuyos datos servirían para preparar mapas de micro-regionalización.

La mayor parte de pérdidas de vida ocurrió por colapso de casas de adobe con entramado de madera. El comportamiento de las construcciones de este tipo fue en general satisfactorio; sólo falló cuando se conjugaron tres factores: la madera ya estaba podrida, el suelo de cimentación era arena suelta y se hallaba en la zona de máxima intensidad.

En estructuras de hormigón armado la mayoría de los daños importantes obedeció a que se diseñaron con iguales secciones y cuantías los marcos paralelos entre sí, a que se despreciaron en el análisis los muros de albañilería ligados a los marcos y a que no se dejaron holguras amplias en juntas de construcción. Los dos primeros factores causaron torsiones imprevistas y el tercero originó choques. Los muros que no llegaban al techo de una planta rigidizaron pronunciadamente las columnas a las que iban ligados y les hicieron tomar fuerza cortante excesiva. Algunos muros ligados a estructuras relativamente flexibles sufrieron agrietamiento por carecer de la resistencia necesaria.

Contribuyeron también el uso de coeficientes sísmicos demasiado pequeños para estructuras rígidas, concentraciones de rigidez ignoradas en el análisis, exceso de resistencia en ciertos niveles, escasez de refuerzo transversal en columnas, anclajes insuficientes, empleo de materiales defectuosos y detalles defectuosos de doblado del refuerzo.

En arenas sueltas no cementadas y en rellenos artificiales no compactados hubo hundimientos diferenciales apreciables.

E. G.

\* \*

### *El terremoto de Skopje, Yugoslavia.*

BERG, G.V. "The Skopje, Yugoslavia earthquake, July 26, 1963" American Iron and Steel Institute, Nueva York 1964. 77 pp.

Se presentan descripciones, fotografías y conclusiones sobre el terremoto de Skopje de 1963. La información se recogió en el terreno mismo por una comisión de 5 ingenieros del American Iron and Steel Institute.

El terremoto de 1963 de Skopje, Yugoslavia, tuvo una magnitud de 6, que corresponde a un evento sísmico de menor importancia. Sin embargo produjo grandes daños en una zona reducida en el centro de la ciudad. La intensidad estimada fue de VIII en la escala Mercalli Modificada. Estas características: daños grandes concentrados en un área pequeña y pequeña magnitud, permiten deducir que el foco fue poco profundo, tal vez de diez a quince km bajo la superficie. La ciudad está formada en sue-

lo aluvial del valle del río Vardar, formado por arena y grava bien compactadas y considerado como buen terreno de fundación. Hay una parte, más allá del valle, donde hay roca terciaria; allí los daños fueron mucho menores.

El terremoto fue de corta duración, con componentes predominantes de período corto. Las estructuras de corto período propio, casas y edificios de uno o dos pisos, sufrieron grandes daños, mientras que las de período largo fueron menos afectadas.

En Yugoslavia hay una ordenanza de construcción antisísmica que rige desde 1948. En la región de alta sismicidad, en la cual está incluida Skopje, se especifica una fuerza lateral equivalente a 0,03 g aplicada a la carga permanente más la mitad de la carga útil en cada piso; también se especifican cargas de viento de 40 a 125 kg/m<sup>2</sup> según la altura y el grado de exposición del edificio. En la realidad, en un gran número de casos, no se respetaron las disposiciones de la ordenanza sobre fuerzas laterales. En algunas de las estructuras más importantes se consideraron las cargas de viento. Según las averiguaciones hechas por la comisión, sólo en las Torres de Karpos, grupo de edificios de catorce pisos, se tomaron en cuenta en el cálculo las disposiciones de la ordenanza antisísmica.

En casi todos los casos en que se consideraron las fuerzas laterales, los principales elementos resistentes fueron las cajas de escaleras y de ascensores; en algunos de ellos se hizo participar a los elementos de los marcos, y en otros no. Sólo un edificio, el Centro de Estudiantes, se proyectó de manera que todas las fuerzas laterales fueran resistidas por marcos sin participación de otros elementos.

Las estructuras de muros soportantes de albañilería no armados fueron inadecuadas para resistir las fuerzas laterales del sismo. Las estructuras con marcos de hormigón armado no calculadas para absorber esfuerzos laterales sufrieron severos daños. En cambio aquéllas con marcos calculados para resistir fuerzas laterales sufrieron desde daños irreparables hasta insignificantes. El Centro de Estudiantes experimentó grandes daños. Dos de las Torres Karpos sólo sufrieron leves daños; la tercera tuvo daños considerables.

El terremoto de Skopje repite leccio-

nes ya conocidas sobre algunos principios fundamentales de ingeniería antisísmica. El principio de las rigideces relativas establece que si una estructura está sometida a cargas laterales, los elementos resistentes comparten las cargas en proporción a sus rigideces. En Skopje hubo varios ejemplos de fallas debidas a exceso de rigidez de algunos elementos estructurales.

Otro principio es el de que las estructuras, para comportarse satisfactoriamente en los terremotos, no sólo deben tener resistencia sino también ductilidad. Debe reconocerse que en un terremoto intenso algunos de los elementos resistentes son solicitados hasta su máxima capacidad. Si son frágiles se romperán descargándose bruscamente sobre los restantes elementos. En cambio si son dúctiles, siguen participando en la resistencia lateral y sólo descargan sobre el resto de la estructura el exceso sobre la carga máxima que soportan. En Skopje la mayoría de los edificios empleaban materiales frágiles, hormigón simple o albañilería no armada, y a esto se debieron muchos de los daños más severos.

Por último se insiste en que el comportamiento de una estructura queda influenciado por la presencia de elementos no estructurales, los cuales muy a menudo no se toman en cuenta en la estructura idealizada en que se basa el cálculo. En Skopje muchas de las estructuras de marco se proyectaron haciendo recaer toda la resistencia lateral en las cajas de escaleras y de ascensores. Idealmente los marcos, por ser mucho más flexibles, quedan sometidos a tensiones muy bajas. En realidad dichos marcos están rellenos con muros y su rigidez aumenta mucho. Como resultado se produjeron esfuerzos de corte elevados en las columnas, que causaron daños en varios edificios.

En resumen, las estructuras de Skopje se comportaron pobremente en el terremoto. Hubo numerosas fallas estructurales y muchas de ellas resultaron o irreparables o de reparación muy costosa.

Si se hubiera respetado la ordenanza antisísmica yugoslava, junto con los principios señalados anteriormente, este terremoto no hubiera tenido caracteres tan desastrosos.

E. G.

### Construcción modular.

NEUFERT, E. "Bauordnungslehre", Bauverlag Gmb H., Wiesbaden-Berlín 1965, 336 pp.

La primera edición de esta obra la publicó el profesor Neufert en 1943 y en ella previó el enorme desarrollo de la productividad en la construcción gracias a la prefabricación. En 1961 aparece la segunda edición con una redacción completamente renovada y ahora se entrega la tercera edición corregida y aumentada considerando los conocimientos más recientes sobre la materia.

En estos momentos, cuando la construcción vive la difícil etapa de transición hacia la industrialización, es indispensable unificar los criterios sobre la coordinación modular, y el aporte del profesor Neufert en esta obra es presentar los fundamentos del sistema modular alemán y su aplicación en diversos tipos de construcción.

Es conocida la labor de Neufert y su esfuerzo por racionalizar los métodos en la industria de la construcción. Así lo atestiguan las 22 ediciones en alemán de su obra "El arte de proyectar en arquitectura" que ha sido traducida a varios idiomas, incluyendo el español. Desde hace mucho tiempo constituye un instrumento de consulta para todos los profesionales de la construcción. Es el mejor respaldo de su "Construcción Modular" que ahora comentamos.

Presentada en formato DIN a 4 (21 x 30 cm) esta obra esmeradamente ilustrada, incluye en sus 336 páginas, ejemplos de proyectos de construcción y tablas.

En un estilo conciso y directo acompañándose siempre de las figuras adecuadas para facilitar la comprensión del texto, Neufert comienza por demostrar científica, técnica, práctica, histórica y artísticamente la eficacia del sistema de dimensionamiento modular alemán, comentando de paso algunos sistemas de dimensionamiento modular extranjeros.

Basado en la teoría de Eichhorn sobre la relación entre la escala de medición acústica de la música y una escala de medición óptica del arte de construir, Neufert presenta una breve introducción en el tema para señalar la importancia de la armonía en las medicio-

nes humanas y de qué manera pueden encontrarse los factores de unión entre ellas.

Indica luego la utilidad de ayudarse de reticulados para proporcionar las diferentes partes constructivas de un proyecto arquitectónico. Con el objeto de evitar las mayores dificultades que presenta el operar con módulos dimensionales, se dan instrucciones para su manejo con tablas, escalas y reticulados a base de la medida fundamental de 2,50m (IBA), y sus derivadas.

WOBA = IBA/4 = 625 mm para construcciones habitacionales.

BA = IBA/10 = 250 mm, y BA/2 = IBA/20 = 125 mm para elementos de construcción pequeños.

Con el sistema modular indicado y con sus conceptos sobre las técnicas racionales de construcción, el autor da las instrucciones necesarias para proyectar, dimensionar y construir empleando los métodos y elementos más modernos que ofrece la industria de la construcción.

Aunque incursiona por todos los campos, da especial importancia a la construcción industrial, tomando en cuenta todos los recursos de la prefabricación disponibles en la actualidad y la gran cantidad de reglas que es preciso respetar para la elaboración de un proyecto.

La racionalización que Neufert ofrece en esta obra, tiende a eliminar algunas fases tediosas de la construcción y a evitar monótonos y repetidos trabajos que han llegado a convertirse en rutinarios, poco aptos para profesionales poseedores de espíritu creador e investigador.

La constante evolución de los métodos de construcción e incluso de los sistemas de prefabricación obliga a estar al día en los conocimientos de las técnicas modernas y a dominarlas. "Construcción Modular" será una gran ayuda para ello. Sería conveniente entonces ponerla al alcance de los profesionales de habla hispana y su traducción será, a no dudarlo, un éxito para el que emprenda esa labor.

M. OSSA.

\* \*

### **Recomendaciones para la construcción de pisos y losas de hormigón.**

ACI COMMITTEE 302 "Recommended practice for concrete floor and slab construction" Journal of the American Concrete Institute, Proceedings vol. 63, nº 1 (enero 1966) pp. 1 - 58.

La calidad de un piso o una losa de hormigón depende en gran parte de la obtención de una superficie dura y durable que sea plana y sin grietas. Esas propiedades de la superficie dependen de las operaciones de hormigonado. En particular es crítica la sincronización de esas operaciones y de las técnicas de la terminación. De lo contrario, se obtienen cualidades indeseables en la capa de desgaste que pueden dar lugar a superficies blandas y polvorientas, hormigón permeable, agrietamiento y escasa durabilidad.

Para obtener un buen piso, las especificaciones del proyecto deben cubrir todos los aspectos de preparación del lugar, materiales para el hormigón, dosificación, hormigonado, mano de obra y curado. Además son necesarias una inspección y una vigilancia adecuadas durante la ejecución de todas las operaciones de trabajo incluyendo particularmente las relacionadas con la terminación.

Los diez capítulos que comprende este artículo dan instrucciones detalladas y completas sobre la buena confección de toda clase de losas y pisos de hormigón. Se incluye finalmente una extensa lista de referencias bibliográficas y un apéndice sobre los factores que influyen en la resistencia al desgaste del hormigón.

\* \*

### **Proposición de especificaciones ACI para hormigón estructural de edificios.**

ACI COMMITTEE 301. "Proposed ACI standard specifications for structural concrete for buildings". Journal of the American Concrete Institute, Proceedings vol. 63, nº 2 (febrero 1966), pp. 161-218.

El comité del ACI propone estas espe-

cificaciones como una referencia estándar que el ingeniero o el arquitecto pueden incluir en cualquier proyecto de edificación, citando sólo los capítulos individuales pertinentes en las especificaciones de su respectivo proyecto. Se insiste que ellos deben ser citados y no copiados por el hecho que los significados pueden variar al extraerse del texto original.

Las especificaciones tipo que aquí se dan hay que suplementarlas con los requisitos especiales correspondientes a cada proyecto individual. Para ello se incluyen cuatro listas que señalan las condiciones y partidas que necesitarán o pueden necesitar un tratamiento especial según lo considere el responsable del proyecto. Estas listas aparecen clasificadas como: requisitos obligatorios; requisitos obligatorios adicionales, que comprenden partidas que por su contenido son aplicables a proyectos determinados; requisitos que están en discordancia con las anteriores disposiciones; y requisitos que son solamente optativos.

Los 18 capítulos de estas especificaciones tipo comprenden todas las etapas de la construcción de edificios de hormigón armado.

\* \*

### *Ensayos del cemento por el método RILEM - CEMBUREAU.*

NIELSEN, J. "Cement testing according to the Rilem - Cembureau method" Bulletin RILEM, nº 31, (junio 1966), pp. 225 - 234.

Se efectuó un estudio del método Rilem - Cembureau como preparación para la aplicación de este método al ensayo del cemento.

Una serie de ensayos comparativos entre siete laboratorios mostró variaciones de resistencia debidas en parte a la arena empleada y en parte a los dispositivos de compresión.

Se examinaron al microscopio secciones delgadas de diferentes tipos de arena cuarzosa y al mismo tiempo se efectuaron ensayos comparativos de resistencia. A pesar de que todos los tipos examinados cumplían las especificaciones, se encontraron variaciones considerables en su resistencia a la compresión y en su contenido de aire. Se piensa que esas variaciones son debi-

das probablemente a diferencias en la forma de las partículas y en su textura superficial.

Para los ensayos de compresión, algunos laboratorios utilizan un dispositivo tal como el descrito por DIN 1164 (I) mientras que otros usan el descrito en DIN 1165 (II). Los dispositivos se contrastaron en cuanto a la excentricidad de carga y a la planidad con la ayuda de un cubo de acero sobre el cual se habían pegado estampillas extensométricas. Después, se determinaron los diagramas tensión-deformación y los tipos de rotura para las probetas de ensayo. Se comprobó que diferentes dispositivos de compresión del tipo II no dan resultados uniformes. Uno de esos dispositivos dio casi únicamente rotura por hendimiento y bajas resistencias a la compresión, siendo la carga excéntrica. Otro dio rotura por hendimiento o en X y en cambio resistencias a la compresión superiores. El dispositivo de compresión del tipo I dio resultados concordantes y se produjeron solamente roturas en X. Los dispositivos se ajustaron previamente con ayuda de un cilindro de acero de módulo de elasticidad conocido sobre el cual se habían pegado estampillas extensométricas.

Resumen del autor.

\* \*

### *La consistencia del hormigón y su predicción.*

POPOVICS, S. "Concrete consistency and its prediction". Bulletin RILEM, nº 31 (junio 1966), pp. 235 - 252.

Más de doscientos hormigones de composición diferente se sometieron a ensayo de consistencia según diversos métodos: versiones europeas del ensayo de penetración, ensayo de asentamiento, ensayo de escurrimiento, ensayo de remoldeo. Además la consistencia se avaluó por la apariencia. Se describen brevemente los métodos de ensayo y se presentan los resultados.

Según esos resultados se han establecido fórmulas para predecir la cantidad de agua exigida por el hormigón como función de la consistencia, del contenido de cemento y de la granulometría. Se verifica la fiabilidad de estas nuevas fórmulas por comparación di-

recta e indirecta. Por último se presentan fórmulas de relación entre las medidas de consistencia efectuadas según dos métodos diferentes.

Si bien los límites de validez de estas nuevas fórmulas son bastante estrechos, se estima que pueden contribuir a una mejor comprensión de la consistencia y de la trabajabilidad del hormigón.

Resumen del autor.

\* \*

*Influencia del tipo de cemento, de la razón agua-cemento y del almacenamiento sobre la evolución de la resistencia del hormigón.*

BONZEL, J.; y DAHMS, J. "Der Einfluss des Zements, des Wasserzementwerts und der Lagerung auf die Festigkeitsentwicklung des Betons". Beton, vol. 7, nº 16 (julio 1966), pp. 299 - 305.

De 1961 a 1965, el Instituto de Investigaciones de la Industria del Cemento examinó la influencia del tipo de cemento, de la razón agua-cemento y del almacenamiento sobre el desarrollo de la resistencia de 66 hormigones de calidades B 225 a B 600. Los ensayos debían proveer información sobre la resistencia a la compresión que se podía alcanzar con hormigones tanto de poca como de mucha edad, de composición, fabricación, compactación y tratamiento posterior normales. Los hormigones se confeccionaron con 11 tipos de cementos (6 portland, 1 portland siderúrgico, 3 de alto horno y 1 puzolánico) y con razones agua-cemento de 0,45 a 0,80. Se determinaron su densidad y su resistencia a la compresión después de almacenarlos en agua durante 3, 7, 28, 90 y 180 días, y también luego de un almacenamiento al aire durante 28 y 180 días.

En todos los hormigones, la resistencia a la compresión aumentó, como era de prever, a medida que la razón agua-cemento disminuía y que la edad era mayor. En los intervalos de razón agua-cemento pequeña (0,40 a 0,60) fue más apreciable este hecho que en los de razón agua-cemento mayor (0,60 a 0,80), especialmente en los hormigones de poca edad. Con respecto a la resistencia a compresión a 28 días, la resistencia a los 3 días fue aproximadamente

de un 70% con los cementos de endurecimiento rápido, 50 a 60% con cementos de endurecimiento normal y de un 20 a un 40% con los cementos de endurecimiento lento; la resistencia a la compresión a los 180 días fue cerca de 104% con los cementos de endurecimiento rápido, 110 a 125% con los cementos de endurecimiento normal y 125 a 150% con los cementos de endurecimiento lento. La totalidad de los hormigones fabricados con los diferentes cementos tenían en todas las edades y en relación a la resistencia a la compresión media de los hormigones de razón agua-cemento 0,45, las resistencias que se indican: 75% (media) para una razón agua-cemento de 0,60 y 50% (media) para una razón agua-cemento de 0,80. Hasta la edad de 180 días la resistencia a la compresión de cubos de 20 cm de arista fue prácticamente la misma para almacenamiento en agua hasta 7 días antes del ensayo, o para almacenamiento al aire precedido de un curado húmedo en los primeros 7 días (DIN 1048).

\* \*

*Relaciones entre las propiedades del cemento y las del hormigón.*

BLAINE, R.L.; ARNI, H.T.; FOSTER B.E., et al. "Interrelations between cement and concrete properties, Part 1. Materials, techniques, water requirements and trace elements". Building Science Series 2, National Bureau of Standards, 1965, 36 pp. US\$ 0,35.

En estudios realizados en el National Bureau of Standards (NBS) sobre las relaciones entre las propiedades del cemento y las del hormigón, se hicieron muchos ensayos de distintos tipos sobre un gran número de cementos portland.

Debido al gran volumen de los datos obtenidos y a la diversidad de los ensayos realizados, los resultados se dan a conocer en una serie de trabajos.

La publicación que ahora se presenta es la primera de dicha serie, y consta de tres trabajos. El primero se refiere a los materiales, métodos generales de ensayo y de análisis estadístico empleado a través de todo este estudio. En el segundo se analiza, para los diferentes cementos, la demanda de agua de

las pastas puras, de los morteros y de los hormigones. El último se refiere a la presencia de constituyentes menores y trazas en los cementos portland.

En trabajos posteriores se incluirán estudios sobre expansión debida a sulfatos, calor de hidratación, expansión en autoclave, resistencia a la compresión curado normal y con curado al vapor, retracción, absorción, durabilidad ante ciclos de congelación y deshielo, etc.

Los objetivos que se tuvieron presentes al emprender este estudio, en 1953, fueron:

1. Revisar las propiedades de los cementos que entonces se estaban fabricando.
2. Estudiar más profundamente en qué grado los ensayos especificados pueden predecir las propiedades a edades posteriores de los cementos y de los hormigones, y
3. Descubrir, si fuera posible, un criterio mejor para tales predicciones.

Para esto, se tomaron muestras de cementos portland de los diferentes tipos, provenientes de distintos productores y zonas de los Estados Unidos, y unos pocos de otros países, en total 199 cementos diferentes.

Este estudio tiene carácter exploratorio y se contenta con dar una visión amplia de las posibles combinaciones de variables que puedan asociarse con diversas propiedades de los cementos y hormigones.

*Demanda de agua de los cementos portland.* R.L. BLAINE, H.T. ARNI, R.A. CLEVENGER.

Las relaciones entre las características del cemento y la demanda de agua de las pastas de cemento, de los morteros y de los hormigones fabricados con 199 cementos portland de diferentes tipos, se estudiaron mediante el ajuste de ecuaciones de regresión de múltiples variables con la ayuda de un computador digital. Las principales variables que parecen tener los mayores efectos son las siguientes:

1. Para las pastas de cemento de consistencia normal: la finura.
2. Para los morteros 1:4 y 1:2,75 de consistencia normal: el contenido de aire, el contenido de  $Al_2O_3$  y el módulo de sílice.
3. Para los hormigones: el contenido de aire, de  $Al_2O_3$  y de  $Fe_2O_3$ .

El uso de la razón  $Al_2O_3$  en lugar del

porcentaje de  $Al_2O_3$  en los cálculos se tradujo en ecuaciones concordantes. Otras variables comúnmente determinadas, así como algunos constituyentes menores y trazas, también parecían estar asociadas con la demanda de agua pero, en menor grado.

*Presencia de constituyentes menores o trazas en cementos portland.* R.L. BLAINE, L. BEAN y E.K. HUBBARD.

Por medio de análisis espectrográfico fueron determinados los constituyentes menores y trazas de 186 cementos portland. Los valores semicuantitativos obtenidos alcanzaban hasta 1% para Ti y Mn, 0,5% para P y Zr, 0,2% para Ba y Zn, 0,1% para V, y 0,05% para Cu, Mo y Pb. Otros elementos tales como Cr, Li, Ni, Co, Rb, Ag, B y Sn, se encontraron en menores porcentajes y sólo en algunos cementos. Las cantidades de  $Na_2O$ ,  $K_2O$  y Sr O fueron determinadas por fotometría de llama en 199 cementos. Se presentan las distribuciones de frecuencias y se discute el efecto de estos constituyentes menores y trazas en los valores de óxidos y en el cálculo de los porcentajes de compuestos.

\* \*

### *La microscopía del hormigón.*

DREISLER, I. "Zur Mikroskopie des Betons". Zement - Kalk - Gips, año 55, nº 5 (mayo 1966) pp. 216-222.

Los exámenes microscópicos del hormigón se hacen en general por transparencia, con luz polarizada, sobre preparaciones dispersadas o sobre muestras de sección delgada. El autor presenta micrografías, con las que muestra las posibilidades de la microscopía del hormigón. En primer lugar, señala cómo se puede con la ayuda de un microscopio identificar distintos tipos de cemento (sin hidratar) y hacer una apreciación sobre la composición mineralógica de los áridos. Una vez que se adquiere cierta experiencia, estos exámenes pueden realizarse sobre el hormigón endurecido. Para entonces el observador podrá también detectar el hidróxido cálcico que se forma durante la hidratación del cemento.

De especial importancia es la investigación microscópica de nuevas formaciones tanto en el interior del hormigón como sobre él. De esta manera, es fre-

cuente obtener valiosas indicaciones en cuanto a las reacciones producidas por el anhídrido carbónico y los sulfatos. Además, la observación de costras, estalactitas y eflorescencias permite explicarse el origen de estas formaciones.

\* \*

### *Efecto de escala en modelos de vigas de concreto armado.*

PAPARONI, M., y BAEZ, J. Boletín Informativo, Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, año III, n° 10-11 (abril-septiembre 1965), pp. 9 - 108.

Se presentan los resultados obtenidos del ensayo de 86 vigas de concreto y mortero, estudiadas en 5 escalas diferentes, desde 1:1 hasta 1:24. Estas se elaboraron con dos porcentajes de refuerzo, 1% y 4% y tres tipos de materiales: concreto normal, concreto preparado con agregado pequeño y mortero. Como base de comparación se llevaron a cabo ensayos de compresión, tracción y flexión escalados.

Los resultados confirman las predicciones teóricas sobre el incremento de la resistencia relativa de las vigas al disminuir su tamaño. Los ensayos de control de pequeña escala presentaron dispersiones excesivamente grandes para admitirlos como tales.

La deformabilidad relativa de las vigas señala valores crecientes al reducir el tamaño de las mismas.

Se presenta un análisis de los resultados desde el punto de vista de las teorías de rotura del concreto armado y se intentan explicar las discrepancias observadas entre los valores experimentales y los predichos.

Resumen de los autores

\* \*

### *Salto de Aldeadávila*

MARTINEZ ARTOLA, P. Informes de la Construcción. Año XIX, n° 180 (mayo 1966) pp. 37 - 52.

La parte del tramo internacional del Duero, que, de acuerdo con el Convenio his-

pano-portugués de 11 de agosto de 1927 y las pertinentes autorizaciones administrativas del Gobierno español, fue concedida a Iberduero, S.A., es la correspondiente al desnivel existente entre las desembocaduras de los ríos Tormes y Huebra, en el Duero fronterizo.

Parece que el aprovechamiento de un tramo de río con pendiente del 0,372 por 100 debía realizarse mediante galerías en presión, pero la importancia de los caudales a derivar, la demanda del mercado eléctrico y las condiciones topográficas y geológicas del valle aconsejaron la solución de saltos de pie de presa.

La presa es de tipo bóveda, de gran espesor, de 140 m de altura, con vertedero de superficie, compuesto de ocho compuertas de sector de 14 x 8,30 m cada una, y un resguardo de 5 m. La capacidad del vaso cerrado es de 115 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. La central generadora es subterránea y cuenta con seis grupos de 142.500 kVA, cada uno.

En este artículo se describen minuciosamente los datos, características y construcción de tan importante obra.

Resumen del autor.

\* \*

### *Conocimientos actuales sobre las subestructuras de deformación en aluminio puro.*

KITTL, P. Informe Técnico n° 11, IDIEM, Universidad de Chile, Santiago 1966, 13 pp.

Se describen los diferentes métodos aplicados actualmente para el estudio de las subestructuras de deformación en el aluminio puro. De la comparación de los resultados obtenidos con estos métodos, se pone de manifiesto que existen discrepancias entre ellos. Como resultado de este análisis se muestra cuáles son los problemas que actualmente quedan por resolver.

Resumen del autor

\* \*

### *Germanio en cenizas de carbones chilenos.*

GRAWEN, J.; RABBA, S., y CONTRERAS, R. Informe Técnico n° 12 IDIEM, Universidad de Chile, Santiago 1966, 10 pp.

Se dan los contenidos de germanio en

varias muestras de cenizas de carbones chilenos. Las muestras provienen de la combustión industrial de los carbones y de combustiones hechas en el laboratorio.

En la casi totalidad de las muestras ensayadas se encontró germanio en cantidades que van desde 0,001% hasta 0,24% del peso de las cenizas.

\* \*

***Técnica de crecimiento de cristales de fierro alfa por el método de recocido y deformación.***

LAWRENCE, F.V. Jr; VILASECA, P., y JONES, R.C. "Technique in growing alpha iron crystals by the strain-anneal method" Massa-

chusetts Institute of Technology. Research Report R66-11, abril 1966. 25 pp.

Se pasa revista a la información existente sobre la aplicación del método de recocido y deformación crítica en el crecimiento de cristales de fierro alfa en el estado sólido y sobre los aspectos teóricos del proceso.

Se describen los procedimientos usados por los autores para el crecimiento de cristales de fierro alfa y se discuten las dificultades técnicas que se presentaron. Se encontró que el éxito del proceso depende en forma crítica de la naturaleza y control de la deformación en frío y de los tratamientos térmicos previos al crecimiento de los cristales.

Resumen de los autores

\* \*