

---

## BIBLIOGRAFIA

---

### Traslado del edificio Cudecom de Bogotá, Colombia.

PAEZ, R. A. *Informe de la construcción* n° 272, año XXVIII (octubre 1975), pp. 49-64.

Se describen los trabajos y obras realizados para trasladar 29 m un edificio de 8 pisos y de 7.000 t de peso, para dejar paso a la avenida Ciudad de Lima, en el centro de Bogotá. La operación se hizo en un plazo de 10 horas.

Para desplazar el edificio se construyeron dos elementos estructurales: *una estructura fija* que constituye las vías de deslizamiento y *una estructura móvil* solidaria al edificio. La primera consistió en una serie de vigas de hormigón armado entre las bases de las columnas en la dirección del desplazamiento y apoyadas sobre los antiguos cimientos. Más allá del edificio se transformaron en cimientos corridos de perfil T invertida formando 8 vías de deslizamiento, una para cada eje de pilares en la dirección del movimiento.

La estructura móvil consistió en una serie de vigas horizontales que unían fuertemente en su base a todos los pilares para rigidizar el conjunto. En el hecho esta estructura es un *chasis* equivalente a una cercha tipo Warren acostada.

Entre la estructura móvil y las vías de deslizamiento se dispusieron rodillos de acero a lado y lado de cada base de los pilares. Los tramos de las bases de los pilares, entre esos rodillos, se demolieron, por fin, con pequeñas cargas de dinamita y de esta manera se traspasó la carga de los pilares a los rodillos.

Para empujar el edificio se usaron 6 gatos hidráulicos: en cuatro de las vías había sendos gatos y otros dos gatos se utilizaron para impulsar dos ejes de columnas cada uno. Los gatos utilizaron como reacción la estructura fija mediante bielas que sujetaban un bloque de anclaje, las bielas se corrían a nuevas posiciones después de un determinado recorrido de los gatos.

Durante la operación se mantuvo un control de la dirección del desplazamiento. Se registraban las desviaciones horizontales en un inscriptor especial y había tres maneras de corregir la dirección: por desplazamiento transversal de dos de los gatos (aquellos que actuaban sobre dos ejes de columnas simultáneamente), por variación de la presión hidráulica en algún o algunos de los gatos y por modificación del ángulo de los rodillos. Sin recurrir a este último medio, que era el más drástico, se lograron resultados satisfactorio con una desviación máxima de 14 mm.

### Recuperación de la verticalidad de un edificio.

ITURRASPE, A., GÜEMES, J., y VALCARCEL, R. *Informes de la Construcción* n° 273, año XXVIII (agosto-septiembre 1975), pp. 87-93.

Un edificio de departamentos, de hormigón armado, de 4 pisos, en Guernica, presentaba un problema de falta de verticalidad derivado de asentamientos diferenciales de los cimientos: una esquina tenía un desplome de 304 mm y las fachadas variaban entre 87 y 290 mm.

La solución del problema tuvo dos face-

tas: una, interrumpir los asentamientos, para lo cual se construyó un sistema de pilotes por fuera del contorno del edificio y en ellos se apoyaron vigas para soportar la base de los pilares; la otra, devolver la verticalidad al inmueble.

El procedimiento adoptado para encarar esa segunda faceta consistió en elevar con gatos hidráulicos los pilares que habían descendido más, para lo cual era necesario romper su continuidad a una cota lo más baja posible. A los pilares se les hizo unos rebajes de poca profundidad a lo largo de un perímetro transversal y en ellos se introdujo un collar soldado de perfil U, por debajo de éste se cruzaron perfiles I y todo el conjunto se apoyó sobre gatos mecánicos asentados sobre calzados de chapa gruesa que a su vez descansaban sobre dados de hormigón contruidos directamente sobre los pisos del semi-sótano.

En esas condiciones se puede demoler un trozo del pilar, cruzar un perfil bajo el collar, situándolo en su eje y elevarlo con gatos hidráulicos.

En el trabajo se explica también cómo se operó en las fachadas sin pilares, se detalla la geometría de la recuperación, la reparación de los pilares rotos una vez que se obtuvieron los resultados deseados y el retiro de los apoyos.

Un método para determinar la resistencia al corte de vigas de hormigón armado, con brazos de carga pequeños.

DESAYI, P. A method for determining the shear strength of reinforced concrete beams with small  $a_v/d$  ratios. *Magazine of concrete research*, vol. 26, n° 86 (marzo 1974), pp. 29-38.

La resistencia al corte de vigas de hormigón ha interesado a muchos investigadores desde hace mucho tiempo. Una de las variables que está entre las de más importancia en esa resistencia es el brazo de carga o razón  $a_v/d$ , entre la distancia del apoyo a la carga

y el canto total de la viga. Gran parte de la investigación existente ha tratado los casos en que  $a_v/d$  es mayor que 1.0 que son los más frecuentes en las vigas corrientes. En algunas, como cartelas, ménsulas y voladizos cortos, sin embargo,  $a_v/d$  es a menudo inferior a 1.0 y, en tales, las teorías corrientes de resistencia al corte no son aplicables. Esta investigación se realizó para hacer luz en esa zona.

Los ensayos realizados indicaron que el esfuerzo de corte a la rotura aumenta desde  $a_v/d = 0$  hasta alcanzar un valor máximo y después decrece. Esta observación no se toma en cuenta en los métodos de cálculo usuales.

Se encontró un método para calcular la resistencia al límite de vigas que fallan por corte, con razones  $a_v/d$  pequeñas, tomando en cuenta incluso la armadura.

Los resultados obtenidos con las fórmulas propuestas se comparan con los de 123 ensayos de vigas de hormigón y 38 de vigas de yeso. El valor medio de la relación entre ambos fue de 1.070 y 0.913 respectivamente, con coeficiente de variación de 19.72% y 21.38% respectivamente.

### Resistencia al fuego de vigas de hormigón pretensadas.

NETHERLANDS COMMITTEE  
FOR CONCRETE RESEARCH  
Brandwerendheid van voorgespannen betonliggers. *CUR, Informe 68*, (diciembre 1975), 55 pp.

Este informe pasa revista de conjunto a la investigación que se ha realizado sobre vigas de hormigón pretensadas. Es continuación del informe CUR 13 *Ensayos al fuego de vigas pretensadas*, en el cual se desarrolló un método para calcular el tiempo de exposición al fuego que puede soportar una viga de hormigón precomprimido hasta que se produzca la falla a consecuencia de que el acero llega a su temperatura crítica. En los ensayos realizados para esa investigación su-

cedió que algunas vigas se apartaron de la regla general y tuvieron una falla prematura y brusca. Estas vigas fueron calificadas como *anormales*.

El actual informe trata estos casos *anormales*. Pueden subdividirse en dos tipos, a saber, los propiamente *anormales* - que corresponden principalmente a vigas de secciones I, en las cuales se desarrollan grietas horizontales continuas en el alma - y los casos en que el deslizamiento de los torones pretensados de 1/2" inicia una falla prematura. Todos los casos de falla prematura son de falla por corte. Por otra parte, el llegar a la temperatura crítica del acero produce fallas similares a las de flexión.

La investigación relacionada con los casos *anormales* se describe en el capítulo 2. El fenómeno parece deberse a que, debido a diferencias de temperaturas que se producen en una viga durante un incendio, se desarrollan grietas horizontales, a cuyo largo hay una capacidad insuficiente de transmisión de corte. Se evitan estos casos si se colocan estribos capaces de resistir todo el esfuerzo de corte que se produce durante el incendio. En el capítulo 4 se expone el procedimiento para calcular esa armadura. El cálculo está basado en la hipótesis de que no se puede transmitir esfuerzo de cizalle a través de la grieta horizontal; por ello, en la práctica sería posible reducir la armadura transversal, sin embargo no se puede dar una opinión fundamentada sobre la magnitud de esta reducción.

La investigación relacionada con el deslizamiento de los cables se realizó principalmente en vigas de sección T con torones pretensados de 1/2" y se discute en el capítulo 3. Estas vigas fueron, en su mayoría, expuestas al fuego en toda su longitud, en contraste con los casos anteriores, en que los extremos de las vigas permanecieron fríos. Para evitar la falla prematura de estas vigas se pueden adoptar algunas de las siguientes precauciones.

a. Evitar el deslizamiento de los tendones, sea anclándolos uno por uno; sea manteniendo fríos los extremos de las vigas, o aislándolos en una distancia de 1 m, si se usan torones de 1/2".

b. Disponiendo una armadura de estribos capaz de resistir la mitad de la fuerza de corte que se produce durante el incendio, armadura que debe abarcar también la zona comprimida. El cálculo de esta armadura se da en el capítulo 4. La resistencia al deslizamiento entre los torones y el hormigón es crítica y puede debilitarse aun más por el esfuerzo de corte durante el incendio: puede ser el factor determinante de la capacidad de carga durante el fuego.

c. Mejorando la adherencia entre los torones y el hormigón. Se analizan dos posibilidades:

El uso de torones de menor diámetro, a saber, 3/8"; el deslizamiento disminuye. Rodear los torones de 1/2" dispuestos en un haz concentrado por una armadura en espiral; en este caso el deslizamiento es aproximadamente el mismo que con torones de 3/8".

La resistencia al fuego de las vigas probadas en esta investigación varió entre 75 y 90 min, excepto para las vigas con armadura en espiral que resistieron alrededor de 110 min.

En el capítulo 4 se expone igualmente el cálculo de la resistencia al fuego para el caso en que se llegue a la temperatura crítica del acero.

Todos los cálculos presentados en este informe están basados en: la resistencia al fuego exigida; la curva normal de temperatura; la carga actuante durante el incendio y las propiedades de los materiales afectados a las altas temperaturas que se produce durante el incendio.

Se desprende de este trabajo que el problema principal que todavía queda por resolver es el de la resistencia a la adherencia del acero con hormigón bajo las circunstancias de un incendio. Parcialmente, sin embargo, se tiene una solución, ya que se encontró que el uso de torones de menor diámetro, 3/8", o el empleo de una armadura en espiral en torno a torones de diámetro corriente, 1/2", dispuestos en haz, dieron buenos resultados o, a lo menos, retardaron la falla debida a una deficiente resistencia a la adherencia.

## Cloruro de sodio, corrosión de la armadura, y el pH de la solución de hidróxido de calcio.

BERMAN, H. A. Sodium chloride, corrosion of reinforcing steel, and the pH of calcium hydroxide solution. *Journal of the American concrete Institute*, Proceeding vol. 72, n° 4 (abril 1975), pp. 150-157.

La medida del potencial de electrodo es una técnica muy practicada para destacar la existencia de corrosión de la armadura de hormigón que contiene cloruros. El voltaje existente no es afectado directamente por la presencia de cloruros, sólo lo es indirectamente por la sal en razón de la tendencia de ésta a iniciar la corrosión.

Se realizó esta investigación experimental para observar directamente el efecto del cloruro de sodio en la corrosión y decidir si el valor del potencial entre el acero y la pasta de cemento era un buen índice del grado de corrosión. Se encontró que ya se producía corrosión con una concentración de cloruro tan baja como 0.18°/o en una solución saturada de hidróxido de calcio expuesta al aire, pero al eliminar el oxígeno la concentración crítica aumentó a 5°/o.

Debe tenerse presente, sin embargo, que la medida de potencial no fija concluyentemente los límites entre hormigón sano y defectuoso. Puede haber bajo potencial en áreas en que el contenido de cloruro es suficiente para iniciar la corrosión, pero que está impedida porque las adyacentes son más anódicas; si éstas se reemplazan por hormigón nuevo puede iniciarse una corrosión muy activa del acero en aquéllas.

Para establecer si los cambios de pH pudieran ser el factor determinante de la corrosión se hicieron medidas de tales cambios originados por variar la concentración de cloruro de sodio en una solución saturada de hidróxido de calcio en atmósfera sin anhídrido carbónico. El pH disminuyó al aumentar el NaCl y viceversa. Pequeños aumentos de cloruro hasta una concentración de 0.05°/o aumentaron el pH; la disminución empezó con concentraciones de

0.06°/o mientras que la corrosión comienza a manifestarse con 0.18°/o.

Los resultados indican que la reducción de pH puede contribuir a la corrosión del acero en el hormigón, pero no lo prueban en forma concluyente. En todo caso, ellos sugieren la conveniencia de investigar la adición de materias alcalinas al hormigón que contenga o pueda estar expuesto a iones de cloro más allá de la concentración crítica como un modo de restablecer un pH adecuado y prevenir la corrosión: puede recurrirse como tentativa a hidróxido de bario, aminas u otros agentes alcalinos.

## Asentamientos diferenciales en edificios.

FERNANDEZ, A. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago enero 1975.

El diseño del sistema de fundación de una estructura, en general queda determinado por el valor que alcancen los asentamientos totales y/o diferenciales de las fundaciones y sólo en casos muy especiales éste queda diseñado por capacidad de soporte.

En la primera parte de este trabajo se incluye un resumen de la información más importante existente a la fecha, relacionada con asentamientos y daños en la estructura, asentamientos límites admisibles según el tipo de estructura y relaciones entre asentamientos totales, diferenciales y distorsiones angulares según el tipo de suelo de apoyo. Se incluye además, un resumen de los principales métodos existentes para al cálculo de asentamientos que consideren la rigidez de la superestructura (interacción suelo-estructura).

La segunda parte de este estudio corresponde a un análisis paramétrico efectuado sobre una estructura espacial aporricada idealizada, apoyada sobre suelos elásticos, efectuado con el objeto de determinar la importancia relativa de algunos de los factores que intervienen en el fenómeno de inter-

acción suelo-estructura. Este análisis muestra, entre otras cosas, la necesidad, en general, de considerar la interacción suelo-estructura tanto en la determinación de esfuerzos en la estructura como de los asentamientos, caso en que debe incluirse la espacialidad de la estructura. Se concluye además, que la importancia de las vigas de fundación en cuanto a rigidización de la estructura, radica fundamentalmente en la rigidez del suelo bajo las mismas (modelado en este estudio en base a la hipótesis de Winkler) y no es su propia rigidez, resultando realmente significativas para suelos tipo arena y grava. Del estudio cualitativo de la influencia del período de construcción se desprende el concepto de tiempo de espera de una estructura en relación a un sismo, cuya destructibilidad dependerá del momento de sobrevenir, siendo máxima, por ejemplo para estructuras apoyadas en suelos no cohesivos en el instante inmediatamente posterior al término de construcción de la misma. La relación entre los asentamientos diferenciales y totales resultan dentro de los órdenes de magnitud obtenidos empíricamente por diversos autores.

Este trabajo fue realizado en IDIEM y fue dirigido por el profesor Pedro Ortigosa.

### Estudio sobre inhibidores de corrosión de cobre.

VALVERDE, M. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, septiembre 1975.

Los embarques marítimos de alambón de cobre de colada continua decapado, requieren la protección del mismo contra la corrosión utilizando inhibidores. En la presente memoria se ha estudiado la capacidad protectora contra la corrosión del cobre de diversos agentes orgánicos tales como benzotriazol, toliltriazol, aceites lubricantes de trefilación y otros, mediante ensayos salt-spray y mediciones electroquímicas en solución aireada de NaCl al 5‰.

Se estableció una relación entre la eficiencia inhibidora obtenida por pérdida de peso, y la corriente de corrosión deducidas de curvas de polarización potenciocinéticas. Esta relación constituye un método rápido de selección de inhibidores de corrosión de cobre.

Se vio también el comportamiento anódico del cobre en función de la concentración de los inhibidores, del tiempo de inmersión del cobre en los mismos y de la concentración del NaCl.

Los resultados obtenidos indican que los agentes orgánicos que tienden una barrera física entre el metal y el medio, poseen escaso poder protector e incluso existen algunos que no obstante construir una barrera física, aceleran el proceso de corrosión debido a una modificación del pH en la interfase metal-solución. Los inhibidores que se quimisorben preservan al cobre de la corrosión por un tiempo más largo, siendo mejores los aplicados en fase vapor; sin embargo cualquiera que sea la naturaleza de la película protectora, si ella sufre destrucción parcial, se acelera la corrosión.

Este trabajo se realizó en IDIEM en la Sección Metales.

### Asentamientos diferenciales en edificios con consideraciones especiales sobre la estructura y el suelo de apoyo.

BINDER, R. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, octubre 1975.

El desarrollo experimentado por la computación digital y el análisis matricial de estructuras permite hoy en día considerar modelos bastante sofisticados para determinar la interacción suelo-estructura y, en especial, los asentamientos diferenciales y las sollicitaciones inducidas por éstos en los distintos elementos de la estructura. En este trabajo, se han analizado por separado algunos factores que influyen en el problema de interacción suelo-estructura, aplicando dichas

técnicas especiales a una estructura espacial aporticada de hormigón armado, apoyada sobre un suelo que se representa de dos formas distintas: como medio elástico y a través de una curva carga-deformación unidimensional (curva  $e$   $\log \sigma_v$ ). Para este último caso se estudia el efecto de aspectos tales como la presión de preconsolidación del suelo, la interacción entre zapatas a través del suelo, y la erraticidad de las características de deformación del suelo.

Se analizan tres modelaciones de la estructura espacial: modelación espacial completa, modelación semi espacial (llamada de Chamecki) y modelación de marcos planos. Además se estudian los momentos y asentamientos en la estructura construída en forma instantánea comparándolos con los obtenidos con una construcción secuencial. En este contexto se estudia también el efecto del fenómeno de *creep* y del envejeci-

miento del hormigón.

Las conclusiones más importantes son:

- Las estructuras espaciales aporticadas con rigidez simétrica, pueden calcularse con suficiente aproximación como marcos planos.
- El error que se comete al suponer construcción instantánea de la estructura es muy importante, especialmente para suelos de baja rigidez.
- El *creep* de la estructura produce variaciones apreciables en las solicitaciones de las vigas.
- La interacción entre zapatas a través del suelo debe considerarse para suelos de reducida rigidez y para separaciones entre zapatas inferiores a 1 1/2 a 2 veces la dimensión promedio de las zapatas.

Este trabajo fue realizado en la Sección Mecánica de Suelos de IDIEM y fue dirigido por el profesor Pedro Ortigosa.

\* \* \*

### Análisis del hormigón fresco.

MATULIC, M. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, diciembre 1975.

Los métodos de ensayo utilizados en el control de calidad del hormigón dan resultados a largo plazo lo que hace que, por muy precisos que ellos sean, el control adolece del grave defecto de no permitir la reacción oportuna para corregir adecuadamente la calidad del hormigón que se está fabricando. Por lo tanto, resulta necesario contar con métodos que, aunque sean menos exactos, permitan conocer si es posible de inmediato la calidad del hormigón. Uno de estos métodos sería el análisis del hormigón fresco, ya que conocida la composición del hormigón de una muestra podemos hacer una evaluación de su calidad.

En este trabajo se han estudiado dos métodos para determinar la composición del hormigón: el método por pesada hidrostática y el método por secado. El primero permite

realizar el análisis de todos los componentes del hormigón y el segundo solamente de la cantidad de agua.

En las experiencias se consideraron variables tales como: tipo y dosis de cemento, tiempo de demora entre la confección y el análisis, temperatura de secado, etc.

Las experiencias se realizaron sucesivamente en pastas de cemento, morteros y hormigones.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que la composición de un hormigón fresco puede determinarse con errores aceptables para fines prácticos. En pastas de cemento y morteros estos errores fueron menores. El análisis de la cantidad de agua resultó más exacto por el método de secado que por el de pesada hidrostática.

Finalmente se hace una descripción de las aplicaciones prácticas de los métodos mencionados, tanto para el control de calidad como para estudios de mezclado y segregación del hormigón

Este trabajo fue realizado en la Sección Investigación de Hormigones de IDIEM y fue dirigido por el profesor Atilano Lamana.