

Aplicacion del concreto armado en Obras Marítimas

Las conclusiones del Congreso de Navegacion de San Petersburgo

(31 de Mayo a 7 de Junio de 1908)

POR

CÁRLOS HOERNING D.

Las aplicaciones del concreto armado en Chile hasta ahora son contadas. Se limitan a algunos pisos, pilares, tabiques i cornisas en dos o tres edificios fiscales en Santiago, a un puente carretero sobre el estero de Viña del Mar, a muy pocos edificios en Valparaíso (en cambio hai muchos en que se ha hecho algo que parece ser concreto mal armado o barro armado) a un sifon en el canal de Camarico (en Talca), a los malecones de Talcahuano i de Puerto Montt, a las fundaciones del muelle de Taltal i a una que otra obra de poco interes.

La aplicacion mas importante es la de Talcahuano. El malecon se hace con cajones de concreto armado que se construyen en tierra i se llevan flotando hasta el lugar donde deben colocarse. Se les hunde dejando entrar agua a los compartimentos i finalmente se rellenan con una mezcla o concreto muy pobre (1).

Es curioso observar que entre nosotros apenas se ha usado el concreto armado en todos aquellos casos en que miles de aplicaciones en Europa i en Estados Unidos han demostrado de sobra las ventajas del nuevo sistema de construccion. Es de suponer que ello se debe a que no se ha creado todavia en nuestra Universidad una cátedra especial para tan importante materia, i en los cursos existentes no es posible tratar con alguna detencion las aplicaciones del concreto armado, ménos aun esponer

(1) Véase «La Dársena para el Puerto Militar de Talcahuano», folleto publicado por la seccion de Hidráulica del Apostadero Naval en 1904. En la pág. 78 se lee ítem 16: del presupuesto: Muros de malecones de cajones de cemento armado rellenos de concreto débil, Valor, 1 582 686,00 pesos,

los métodos de cálculo, dar detalles de construcción, etc. Los estudios universitarios son casi nulos en lo que se refiere al concreto armado i pocos son los profesionales que, una vez salidos de las aulas, han tenido ocasion de familiarizarse con un tema sobre el cual, hasta hace poco, se estendía una atmósfera de secreto i reinaba un caos de opiniones.—En cambio se emplea el concreto armado en grande escala en el único caso en que aun sus partidarios mas entusiastas no podrian recomendarlo hoi dia sin restriccion.

No es mi propósito criticar las obras nuevas del puerto de Talcahuano. Estimo que los trabajos de concreto armado se hacen con todo cuidado i no he visto mejores en Europa i en Estados Unidos. Pero creo que es arriesgado hacer aplicaciones que en Europa están todavía en via de ensayo. Esos paises tanto mas avanzados que el nuestro pueden darse el lujo de verificar esperimentos costosos, pero seria duro para nosotros que el puerto de Talcahuano resultara una demostracion de que son fundados los temores que se abrigan sobre el buen comportamiento del concreto armado en el agua de mar. Es sabido que el cemento Portland se descompone en el mar; una vez que falte la proteccion a la armadura, ésta se corre i la obra perecerá en un tiempo relativamente corto.

Recordemos aquí la resistencia de los contratistas para responder del éxito de las obras con cajones de concreto armado que proyectó el señor Kraus para Valparaíso. Por otra parte el señor Broekman no ha querido emplear ese tipo de molo para San Antonio, en vista de las discusiones habidas en el último Congreso de Navegacion (Véase páj. 54 de la memoria del proyecto Broekman).

Me parece, pues, que interesará a los colegas que no han podido imponerse de los trabajos presentados al Congreso de Navegacion de San Petersburgo conocer, en extracto, los resultados a que se llegó sobre la aplicacion del concreto armado en obras marítimas. Adelantaré desde luego que no pudo arribarse a ninguna conclusion definitiva, pero para el caso que nos interesa, esto es conclusion suficiente: aprovechémosnos de la esperiencia adquirida en Europa i miéntas no sea concluyente, abstengámonos de esperimentar por nuestra cuenta.

Los trabajos presentados al último Congreso de Navegacion i que se refieren al concreto armado, se dividen en dos grupos: 1) aplicaciones en obras fluviales, 2) aplicacion en obras marítimas i medios de asegurar su conservacion.

El empleo del concreto armado en estas dos clases de obras data de apénas una decena de años. Cuando las construcciones se encuentran en agua dulce, los resultados han sido enteramente satisfactorios i el nuevo material podrá reemplazar todos aquellos que ántes se usaban esclusivamente. No sucede lo mismo en obras marítimas.

Presentaron memorias referentes al segundo grupo, que es el que nos interesa, los señores:

- 1) Wouter Cool, Ingeniero de las Obras Públicas de Rotterdam (Holanda).
- 2) Moeller, Ingeniero del puerto de Wilhelmshaven (Alemania).
- 3) Nikolsky; Ingeniero de Vías i Comunicaciones (Rusia).
- 4) Twelvetrees (Inglaterra).
- 5) Voisin, Ingeniero jefe de Puentes i Calzadas (Francia).

Los señores Drouguine i Abramoff debian hacer un resumen de las memorias i deducir de ellas conclusiones jenerales para ser votadas en el Congreso.

En la sesion del 7 de Junio, destinada a tratar del concreto armado, no se presentaron dichos señores, ni enviaron el trabajo que se les habia encomendado. Entónces algunos caballeros del Comité directivo creyeron necesario suplir esta falta, improvisando un «informe jeneral» en un cuarto de hora ántes de la sesion. Se escogieron seis párrafos de las diversas memorias del primero i segundo grupo i se leyeron como «conclusiones jenerales». A pesar de que en varias memorias se citaban ejemplos de obras de concreto armado que han dado buen resultado, el informe jeneral se limitó a condenar ese material.

Naturalmente, los partidarios del concreto armado no pudieron aceptar ese *compte-rendu* confeccionado por personas sin esperiencia ni conocimientos especiales en la materia. Se pidió segunda discusion para que se presentaran los ingenieros encargados de la redaccion de las conclusiones jenerales, pero como estos señores no podian asistir al Congreso, se retiró la indicacion. Entónces el profesor Siegmund Müller (Charlottenburgo) criticó con razones técnicas i citando ejemplos las conclusiones prematuras i mal estudiadas del «informe jeneral» improvisado. Fué secundado en esto por el profesor Schultze (Danzig). En un largo discurso el profesor Belebubsky (San Petersburgo) se mostró mui partidario del concreto armado i M. Voisin (Francia) apoyó i amplió las críticas hechas por los ingenieros nombrados.

Por fin se aceptó unánimemente una resolucion presentada por el profesor Müller i modificada por el profesor Schultze i por M. Voisin, que dice que el Congreso espera que la Comision permanente proponga para el próximo Congreso de Navegacion, en vista de las esperiencias alentadoras que se tienen, se trate del empleo del concreto armado en obras marítimas i fluviales como cuestion determinada i no en forma de comunicaciones libres; criterio que se habia adoptado hasta ahora. Esto quiere decir que el Congreso reconoció la importancia del tema, razon por la cual será en el futuro uno de los puntos obligados del programa.

Lo espuesto hace ver que debemos esperar hasta que se reuna el próximo Congreso de Navegacion para tener conclusiones definitivas o por lo ménos mas concordantes sobre la aplicacion del concreto armado en obras marítimas. Creo que las siguientes palabras, pronunciadas por el Ministro de Comercio i de Industria de Rusia en la sesion de apertura del Congreso, caracterizan mui bien el estado actual del tema en cuestion: «Tenemos delante de nosotros el importante problema de desarrollar i construir nuestros puertos de acuerdo con los intereses comerciales. Debo mencionar

aquí que en los puertos rusos se va abriendo paso el empleo del concreto armado i *se ensaya* (2) su aplicacion a los malecones, muelles, rompe-olas, faros, etc.

Las memorias de los cinco ingenieros nombrados anteriormente son mas bien resúmenes concisos de los trabajos efectuados en diversos puertos, i para dar una idea de ellos habria que traducir esas memorias casi sin recortarlas, lo que alargaria demasiado esta lijera esposicion.

El señor Voisin, por ejemplo, cita las aplicaciones del concreto armado en los puertos franceses, clasificándolos como sigue:

- 1) Pilotajes i tablestacados, en 9 puertos.
- 2) Muelles, estacadas, molos, pasarelas, en 8 puertos.
- 3) Rompeolas, enrocados, etc., en 2 puertos.
- 4) Trabajos diversos.

En esta última seccion se describen dos alcantarillas que desembocan en el mar, una defensa de talud i el empleo de cajones en los puertos de Marsella, Tenès, Dellys, Dieppe i Calais. Los casos mas interesantes son los de Dellys i de Dieppe, pero como las obras fueron empezadas sólo en 1906, no era posible, cuando M. Voisin escribió su memoria, juzgar por ellas del comportamiento del concreto armado.

Cosa análoga sucede en Alemania, donde encontramos la aplicacion de mayor importancia en los malecones de Wilhelmshaven. Fueron construidos entre 1905 i 1907.

En Inglaterra se han usado bloques macizos de concreto desde años atras i con buen resultado. En cambio el concreto armado es de mui reciente empleo.

Las esperiencias en Holanda tampoco permiten fallar en definitiva la causa del concreto armado.

En resumen, puede decirse que todos los ingenieros están de acuerdo én esto: para que el concreto armado pueda emplearse en el mar como elemento de construccion definitivo, es preciso evitar que el cemento Portland se destruya. Los métodos que se han empleado con ese fin son los indicados a continuacion, pero sobre ninguno de ellos hai esperiencias suficientes para juzgar de su eficacia.

- 1) Aumentar la dosis de cemento.
- 2) Aplicar un enlucido de cemento puro i sobre éste algunas capas de coaltar, o de ciertos hidrocarburos (3).

(2) Subrayado por el infrascrito.

(3) El folleto citado en la nota (1) dice (páj. 31): Quitados los moldes se cubre la construccion esteriormente con un enlucido de mortero compuesto de 800 Kg de cemento por m³ de arena. El contratista deberá ademas tomar las precauciones para hacer los cajones de hormigon completamente impermeables, ya sea cubriendo el bloque con una capa de alquitran u otra composicion adecuada.

- 3) Agregar trass al cemento.
 - 4) Reemplazar el cemento Portland por cemento de escoria i agregarle trass.
-

Por ser de especial interes para nosotros espondré todavía, con mas detencion, la opinion de M. Nikolsky sobre el empleo de cajones de concreto armado (citada por el señor Broekman en su memoria sobre el puerto de San Antonio).

Miéntras no se conozca un método seguro para impedir la destruccion del cemento Portland por el agua de mar, debemos aceptar que la duracion del concreto armado en el mar es limitada, lo cual no quiere decir que no puede prestar servicios mui útiles, por ejemplo en forma de cajones de dimensiones colosales. En algunos puertos como Madrás, estos cajones tuvieron por objeto hacer flotables los bloques que van a formar los molos; pero en aplicaciones recientes, como en el puerto de Touapsé, en el Mar Negro, es el cajon mismo que constituye la parte resistente, pues los huecos ya no se rellenan con bloques de concreto o colando hormigon en ellos, sino con piedra i arena que no hacen otro papel que el de lastre. En estas circunstancias la destruccion del concreto armado por el agua de mar hará fracasar toda la obra. Por eso el señor Nikolsky propone que se utilice el concreto armado en los grandes cajones como simple método de construccion, como un procedimiento rápido, cómodo i barato para permitir la ejecucion de los molos; pero una vez colocados los cajones en su lugar i rellenos, cesan sus servicios.

Aceptando esta idea, conviene tener presente que las paredes trasversales que dividen el cajon en diversos compartimentos tienden a impedir que el bloque dentro del cajon forme un monolito i hai por consiguiente interes en disminuirlas en lo posible. Con mayor razon deben evitarse las divisiones longitudinales, puesto que el fraccionamiento del bloque en ese sentido seria mui peligroso. El señor Nikolsky propone emplear divisiones que puedan retirarse a medida que avance el trabajo dentro del cajon. Es claro que con la disminucion de las divisiones trasversales no podrá recurrirse al método espedito de hundir los cajones, llenándolos con agua; pero la ventaja de obtener mayor seguridad en la construccion compensa este inconveniente.

Para terminar, repito que no ha sido mi intencion criticar las obras que se hacen en Talcahuano. Pero seria de verdadero interes que el jefe de esos trabajos, el distinguido ingeniero don Enrique Barraza, ilustrara al Instituto con su opinion sobre el tema que encabeza estas pájinas a fin de disipar las dudas que naturalmente nos asaltan al leer las memorias del último Congreso de Navegacion.

CÁRLOS HOERNING D.,
Ingeniero civil.