

## NOTICIAS

### ASOCIACION CHILENA DE SISMOLOGIA E INGENIERIA ANTISISMICA

Se ha formado la Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica. La sesión en que se tomó el acuerdo se celebró el 7 de noviembre en el Salón de Actos del Instituto de Ingenieros de Chile.

Los objetivos de la Asociación son:

- a) Impulsar el conocimiento, desarrollo e investigación sismológicos y de la ingeniería antisísmica.
- b) Coordinar los trabajos pertinentes a ese efecto de distintos países y difundir los resultados que se obtengan.
- c) Promover jornadas chilenas para la difusión de trabajos científicos y técnicos.
- d) Estimar el desarrollo de vínculos personales y técnicos entre los miembros de la Asociación.
- e) Representar a la Sismología e Ingeniería Antisísmica de Chile ante la Asociación Latinoamericana de Sismología e Ingeniería Antisísmica (ALSIA) y ante la International Association for Earthquake Engineering (IAEE).

Se designó un Directorio Provisional que tendrá por misión tramitar la legalización del Estatuto y desarrollar otras labores de organización.

El Director Provisional quedó constituido por los señores Rodrigo Flores (presidente), Arturo Arias (vicepresidente), Lautaro Ponce (secretario), Julio Ibáñez (tesorero) y César Barros (prosecretario).

En su primera reunión el Directorio Provisional encomendó al señor Flores la tramitación del Estatuto y acordó lo siguiente: 1) dar cuenta a la Asociación Internacional de Ingeniería Antisísmica de la formación de la Asociación Chilena; 2) hacer conocer la formación de esta Asociación a todas aquellas personas que eventualmente pudieran formar parte de ella; 3) realizar las Primeras Jornadas Chilenas de Ingeniería Antisísmica en la

2a. quincena de julio de 1963, en Santiago, fijándose el 1º de mayo como fecha para la recepción de los resúmenes de trabajos y el 15 de junio como fecha final para la entrega de los trabajos in extenso.

\* \*

### CEMENTOS CHILENOS

Algunos de los cementos chilenos han sido modificados en la primera mitad del año en curso.

Los cambios se produjeron en el Cemento Melón Corriente y en el Cemento Polpaico Especial, a partir de febrero, y consistieron en aumentar el contenido de agregados que entran en su composición, a saber: agregado Tipo A en el primero y puzolana en el segundo, desde 20 a 30%.

La norma 2.30-92, actualmente en vigencia, admite 20% de agregado como máximo para estos tipos de cementos.

El consejo de INDITECNOR ha aprobado las nuevas normas 30-92 E, Cementos con Agregados Tipo A y 30-93 E, Cemento Puzolánicos, las cuales admiten hasta 30% de agregados para las clases de cementos con denominación Portland y hasta 50% para las clases sin denominación Portland; sin embargo esas normas todavía no tienen carácter oficial por falta del decreto respectivo que les de esa condición. Seguramente los fabricantes se basaron en estas normas para lanzar al mercado los productos modificados.

\* \*

### 7ª. REUNION PLENARIA DEL COMITE EUROPEO DEL HORMIGON.

Entre abril y mayo de este año se realizó en Luxemburgo la 7ª reunión plenaria del Comité Europeo del Hormigón.

El objetivo fundamental de esta

reunión fue la discusión de un Proyecto de Recomendaciones para el cálculo y ejecución de obras de hormigón armado, el cual contenía las resoluciones ya adoptadas en reuniones previas por la Asamblea Plenaria del Comité. En esta reunión se introdujeron ciertas modificaciones y se esbozaron algunos temas nuevos. El texto del proyecto, tal como ha quedado, será publicado próximamente.

En rasgos generales, estas Recomendaciones se componen de dos partes, la primera se denomina Principios y la segunda, Recomendaciones.

En los Principios se anotan fundamentos y criterios básicos según los cuales deben dimensionarse o verificarse las obras de hormigón armado. La idea matriz es que las estructuras y los elementos que las componen se calcularán de modo que tengan un cierto grado de seguridad con respecto a un estado límite, que es el estado en que la estructura dejaría de cumplir las funciones para las cuales fue concebida y puede estar determinado, según los casos, por rotura, la fisuración, el pandeo, la magnitud de las deformaciones, el desequilibrio estático, etc.

El grado de seguridad debería elegirse en cada caso en función de la probabilidad de destrucción de la obra y de los riesgos y daños materiales y contra vidas humanas que ello implica. Como el cálculo de tales probabilidades y riesgos es complicado, en sustitución se opta por reducir la resistencia característica del material por un divisor  $\gamma_m$  y amplificar las sobrecargas características por un factor  $\gamma_s$ : el producto de  $\gamma_m$  por  $\gamma_s$  es el coeficiente de seguridad de la obra.

En lo que se refiere a las hipótesis de cálculo para las diversas sollicitaciones, se admiten diagramas simplificados de distribución de compresiones y se fija en 3,5% el acortamiento máximo del hormigón en flexión simple. La compresión y el pandeo se asimilan a flexión compuesta considerando un momento adicional derivado de las deformaciones. Respecto de la torsión se admite que el conocimiento de esta sollicitación es todavía incompleto. Para el cálculo de las deformaciones se establece que hay que tomar en cuenta el efecto conjunto de

los fenómenos elásticos, de fisuración, de retracción y de fluencia.

Las recomendaciones constituyen una proposición de un procedimiento práctico para el cálculo, proyecto y ejecución de las obras de hormigón armado, basado en los principios anteriores.

En ellas se incluyen datos, curvas y fórmulas que permiten estimar muchos de los parámetros que intervienen en los cálculos cuando no se tiene información experimental directa. Se dan valores y se precisa el criterio para calcular las resistencias características y los coeficientes de seguridad. Es interesante anotar que en los casos de sobrecargas excepcionales tales como tornados, sismos, etc. se propone usar un coeficiente global de seguridad muy cercano a la unidad.

Para el cálculo mismo se admite utilizar los métodos de la resistencia de materiales, de la teoría de la elasticidad o bien los de la plasticidad; en este último caso se tratan en forma diferente las estructuras formadas por piezas prismáticas, las planas y las estructuras diversas, tales como membranas de simple o doble curvatura.

Se indica la manera de dimensionar las secciones de piezas sometidas a flexión simple o compuesta, flexión desviada, compresión centrada, pandeo, esfuerzos tangenciales, torsión y sollicitaciones especiales. Algunos de estos casos están plenamente desarrollados y otros solamente enunciados por falta de conocimiento suficiente.

Por último se presentan disposiciones varias que atañen a la ejecución de la obra, calidad y ensayo de los materiales e interpretación de los resultados.

\* \*

## XVII CONGRESO DE LA ASOCIACION BRASILEÑA DE METALES.

Del 9 al 4 de julio de 1962 se efectuó en Río de Janeiro, el XVII Congreso de la Asociación Brasileña de Metales. Estos Congresos se realizan anualmente y son de gran interés desde el punto de vista de la tecnología de la metalurgia de transformación. Este año se celebraron reuniones técnicas de cuatro comi-

siones que sesionaron simultáneamente los días 9 y 10 de julio, conferencias de metalurgistas europeos especialmente invitados y un foro sobre metales no-ferrosos. Además se realizaron visitas a in-

dustrias tales como la Fábrica Nacional de Motores, la Usina de Volta de la Cía. Siderúrgica Nacional y otros establecimientos industriales de interés.

\* \*

## EUGENE FREYSSINET (1879 - 1962)

El día 8 de junio murió Eugène Freyssinet en Saint Martin de Vesubie, cerca de Niza, a la edad de 83 años.

Fue uno de los grandes constructores de nuestra época. Prosiguiendo y confirmando una brillante tradición francesa,



hizo obras extraordinarias de hormigón armado, perfeccionó las técnicas y el conocimiento del hormigón, e ideó una nueva manera de construir al realizar el hormigón pretensado.

Nació en Objat (Corrèze) el 13 de junio de 1879. Hizo sus estudios de ingeniero en la Ecole Polytechnique y en la Ecole des Ponts et Chaussées, donde fue discípulo de Mesnager, Rabut y Séjourné. El entusiasmo y las enseñanzas de Charles Rabut, a cuyo curso asistió en 1903/1904, fueron decisivos para Freyssinet. En su curso, preconizaba Rabut la utilización de fuerzas auxiliares para la obtención de estados elásticos iniciales elegidos de antemano, idea que recogió Freyssinet y, con

fe y perseverancia admirables a lo largo de su vida, supo hacer posible y de aplicación general.

Terminada su carrera, Freyssinet se hizo cargo, en 1905, de su servicio de ingeniero de Ponts et Chaussées en el departamento de Allier, que ocupó hasta 1914. En 1907 proyectó el puente de Le Veudre, con 3 arcos de 3 articulaciones, de 68-72,5-68 m de luz, sumamente rebajados (1/15). En este puente utilizó un método de descimbramiento ideado por él, que consiste en levantar el arco sobre la cimbra mediante el empuje horizontal de gatos hidráulicos dispuestos en clave. Para ensayarlo, construyó un modelo de arco de 50 m de luz y 2 m de flecha, en el que contrarrestó los empujes por un tirante de hormigón precomprimido: este tirante, construido en 1908, es el antecesor de las obras que había de hacer por ese sistema. Otra novedad fue el empleo en el puente de un tipo de articulaciones plásticas de hormigón prefabricado, que modificadas poco después, constituyeron las articulaciones que Freyssinet empleó en todos sus puentes desde 1910.

Terminado el puente de Le Veudre en 1911, Freyssinet comenzó a observar, meses después, un descenso gradual del nivel de las claves, lo que aumentaba considerablemente los esfuerzos en los arcos: ello indicaba una disminución del módulo de elasticidad del hormigón, que las normas entonces en vigor consideraban constante. Pero Freyssinet pudo salvar al puente colocando de nuevo los gatos de descimbramiento en las claves y levantando los arcos a la altura teórica, cerrando con hormigón el espacio entre cada dos semi-arcos. Esa operación, entonces de emergencia, la utilizó después de manera planeada, quedando la apertura de clave como

una maniobra clásica para compensar las deformaciones de retracción y fluencia, lo que permitió la construcción de arcos de grandes luces.

El puente de Le Veudre fue el origen de la preocupación de Freyssinet por las deformaciones diferidas del hormigón, fenómeno que sólo llegó a aclararse muchos años después y en parte por las observaciones que él hizo en el puente de Plougastel.

En 1914 fue nombrado director técnico de la empresa Limousin. Poco después comenzaba la guerra, quedando interrumpida la construcción de dos obras importantes proyectadas por Freyssinet: el viaducto del Bernard y el puente de Villeneuve sur Lot. El primero constaba de un arco de 165 m de luz libre; se encontraba con las fundaciones casi terminadas y ya no fue reanudado después de la guerra, quedando finalmente inconcluso. El puente de Villeneuve sur Lot pudo ser descimbrado a fines de 1915, y completado en 1919. Se compone de un solo vano en arco de 98 m de luz, la mayor realizada hasta entonces en hormigón sin armar.

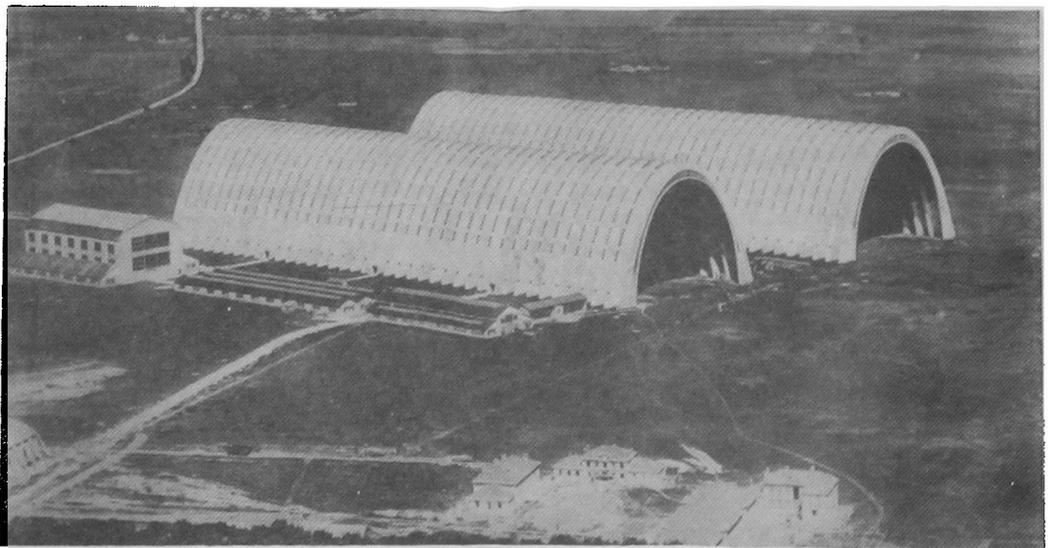
Freyssinet fue movilizadado en 1914 como capitán del arma de ingenieros. En su servicio durante la guerra realizó una gran cantidad de obras, entre ellas hangares para aviones y grandes naves in-

dustriales. Son notables los hangares de Avord, Istres y Villacoublay, formados por bóvedas cilíndricas de unos 40 m de luz, con nervios dispuestos sobre el extradós, colocación que, al dejar el interior sin ningún saliente, le permitió el empleo de un moldaje desplazable.

Desde 1917 construyó pequeñas embarcaciones de hormigón armado, empleando la vibración del hormigón, método ideado por él.

Después de la guerra construyó el puente de Tonneins sobre el Garona, con 5 arcos empotrados continuos de 46 m, el puente colgante de hormigón armado de Laon, el puente de Candelier sobre el Sambre y el puente de Saint Pierre de Vauvray, con tablero suspendido y arco de 131,80 m de luz, entonces record mundial.

En 1921 ganó el concurso de proyecto y construcción de hangares para dirigibles en el aeropuerto de Orly. Su solución consistió en dos bóvedas de hormigón armado, de 90 m de luz, 50 m de altura de clave y 300 m de longitud, apoyadas directamente en el suelo sin más intermedio que las zapatas de fundación. El perfil de las bóvedas era ondulado, con onda trapecial, forma elegida entre otras analizadas, por dar la rigidez necesaria con la menor superficie de moldaje y gran facilidad para el descimbra-



Hangares de Orly.



Puente de Plougastel

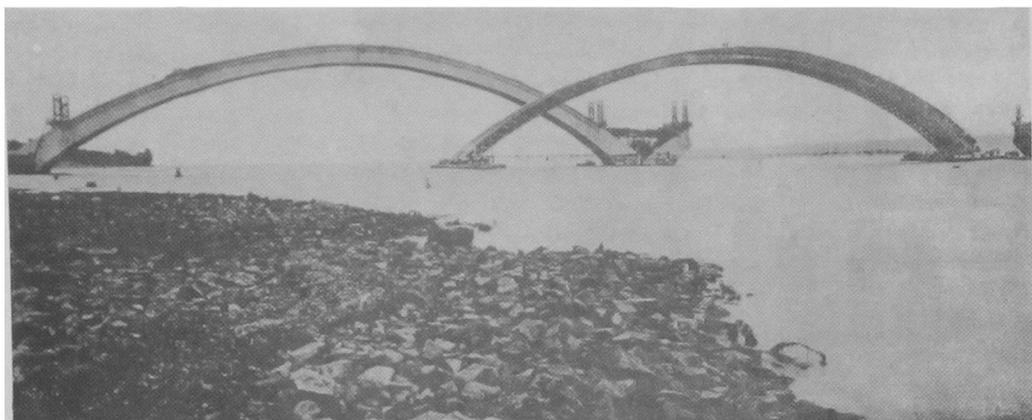
miento. Empleó una cimbra rodante sobre rieles que fue construída por partes en el suelo, sin necesidad de ningún andamiaje. El hormigón fue colocado por vibración. Esta obra maestra de la ingeniería fue destruída durante la segunda guerra mundial.

Deben citarse aquí las naves industriales de la Compagnie Nationale des Radiateurs en Dammarie-les-Lys, y los talleres de reparación de material de ferrocarriles en Bagneux, que constituyen las primeras bóvedas conoides en diente de sierra.

El puente de Plougastel (1926/29), en el estuario del Elorn, cerca de Brest, fue proyectado por Freyssinet ideando el empleo de una cimbra móvil, flotante, y constituyendo así el puente por 3 arcos iguales, de 172,60 m de luz libre, la mayor realizada hasta entonces en hormigón armado. La distancia entre ejes de cepas es de 186,40 m. La cimbra consistió en un arco de madera, compuesto de un extradós y un intradós, unidos por nervios en celosía, constituyendo una sección tubular rígida; en su construcción se emplearon piezas delgadas de madera unidas por clavado y rejuntando con mor-

tero los ensamblés a compresión. Se montó la cimbra en la orilla, sobre caballetes; los desplazamientos se hacían sobre dos balsas de hormigón armado, una pata cada apoyo, los que a su vez iban atirantados entre sí por cables.

En 1928 dejó la empresa Limousin y su actividad de constructor de hormigón armado para dedicarse a los estudios que dieron lugar a una serie de patentes para la realización del hormigón pretensado, y a sus teorías sobre la fluencia y sobre la constitución del hormigón. El aporte fundamental de Freyssinet al pretensado es el haber establecido la necesidad del empleo de hormigones y aceros de alta resistencia para aminorar las pérdidas por fluencia, problema éste del que había tomado conciencia y conocimiento en su experiencia anterior como constructor de bóvedas de hormigón. Además de ello tuvo Freyssinet el ingenio de idear los dispositivos necesarios para realizar el pretensado: así, sus patentes incluyen gatos hidráulicos de doble efecto, conos de anclaje, gatos planos para realizar el pretensado sin necesidad de cables, sistemas especiales de pretensado de tubos y de túneles, etc.



Construcción del puente de Plougastel

Hay que añadir el mérito de haber concebido y expuesto de una manera general el pretensado, vocable (*précontrainte*) creado por él, que empleó por primera vez en una publicación en 1933.

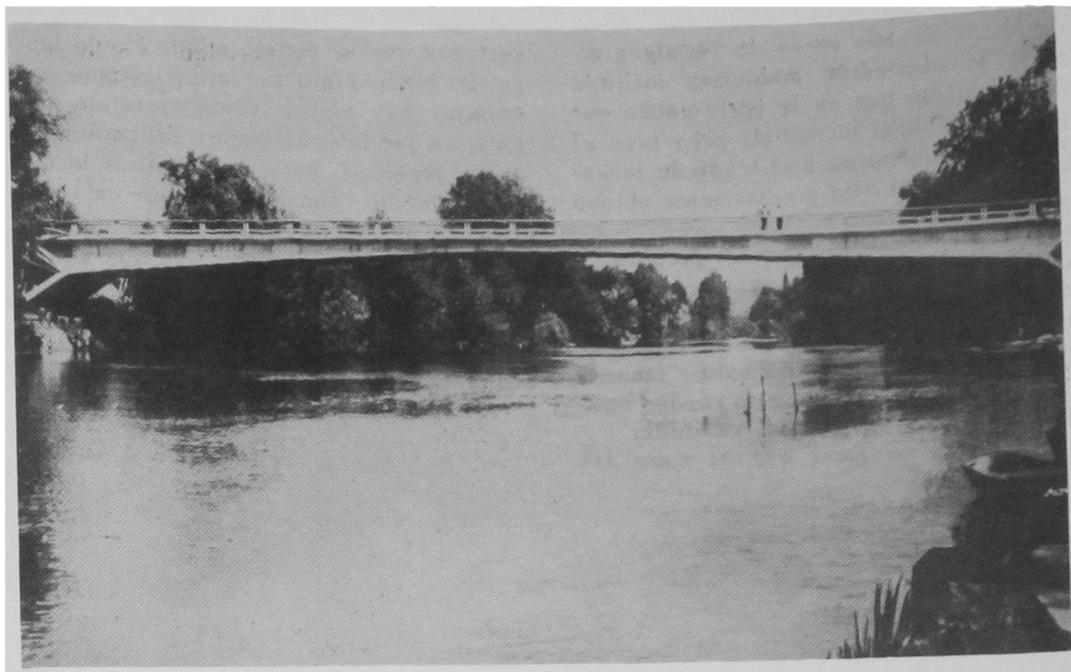
Las primeras aplicaciones del pretensado fueron la construcción de una prensa de ensayo (1929) para el propio laboratorio de Freyssinet y la fabricación de postes para líneas eléctricas (1932). Pero la aplicación por la que el pretensado se dio a conocer fue el refuerzo de las fundaciones de la Estación Marítima de El Havre (1933/35). El problema lo resolvió Freyssinet uniendo los macizos de fundación con otros intermedios, y pretensando el conjunto con cables, constituyendo así vigas continuas. El trabajo de refuerzo incluyó la hincada de pilotes prefabricados, que en su confección eran tratados por vibración, extracción de agua por presión y calentamiento al vapor, consiguiendo un endurecimiento extraordinariamente rápido.

A pedido de la casa Wayss und Freytag, proyectó en 1933 un modelo a escala  $\frac{1}{3}$  de una viga de 60 m de luz, que fue construido y ensayado primero en Francfort y después de Stuttgart: este modelo se puede considerar como la primera viga de hormigón pretensado asimilable a una viga de puente. En Francia, Freyssinet concedió la exclusividad de sus patentes a la empresa Campenon Bernard. A partir de entonces se realizaron obras como tableros de puentes y compuertas de la represa de Oued Fodda en Argelia (1935), cajones de fundación

en el puerto de Brest (1935/39) y recrecimiento de la represa Beni-Bahdel en Argelia (1938/42). Mientras tanto, se realizaron con los métodos de Freyssinet una serie de puentes en las autopistas alemanas. En 1939, ideó el anclaje por conos, que tuvo una gran importancia en el desarrollo del pretensado. Este sistema permitió la construcción de puentes por elementos prefabricados, como el puente de Luzancy, de 50 m de luz, cuya construcción, iniciada en 1941, fue interrumpida por la ocupación y terminada después de la guerra.

En 1943 se constituyó la S.T.U.P. (*Société Technique pour l'Utilisation de la Précontrainte*), que aumentó la difusión de los procedimientos de Freyssinet en Francia y en el extranjero. Terminada la guerra, Freyssinet construyó cinco puentes sobre el Marne, puentes en arco de 74 m de luz, con espesor variable de 2,40 m en los arranques a 0,86 m en la clave. Fueron prefabricados por dovelas de 2 m en una planta central en Esbly; con las dovelas se constituyeron, mediante un pretensado provisional, elementos de arco que fueron colocados en posición con cables desde las orillas. Los puentes están pretensados en tres direcciones. Bajo las articulaciones se dispusieron gatos planos para regular la directriz de los arcos después de su lanzamiento; esos gatos quedaron permanentes, para permitir la corrección de eventuales deformaciones en cualquier momento.

Con la S.T.U.P., fueron numerosas



Puente de Esbly.

las realizaciones de Freyssinet; contó para ello con la colaboración de ingenieros de gran valía como Lebellet y Guyon. Entre otras obras se pueden citar las siguientes: el puente del Galeao en Río de Janeiro (1947/48), las pistas del aeropuerto de Orly (1947/51), 3 estanques en Orleans (1946/51), la galería cubierta de Rouen (1848/51), 3 puentes en la autopista Caracas - La Guaira con arcos de 152, 146 y 138 m de luz (1950/1953), 6 viaductos sobre el Oued Djer en Argelia (1951/53), la reconstrucción de la Estación Marítima de El Havre (1951/53), el puente de Juazeiro sobre el río San Francisco en Brasil (1953), las pistas del aeropuerto Argel-Maison Blanche (1953/54), la basílica subterránea de Lourdes (1956/58).

En Chile se han construido por los procedimientos de Freyssinet 8 puentes de hormigón pretensado, habiendo 2 más en construcción y 3 por comenzarse. Entre los puentes terminados, está el puente sifón de Loncomilla con 6 tramos de 41,5 m y 2 de 35 m, el puente sobre el Maipo en Santo Domingo con 28 tramos de 30 m, y el puente sobre el Ñuble en Chillán con 22 tramos de 35,5 m. Se han

construido también instalaciones industriales.

Freyssinet fue un hombre animado de una gran vocación. Su afán por imponerle forma a la materia le hizo llevar al límite las dimensiones y la audacia de sus obras: planteados allí los problemas, se vio obligado a salirse de los métodos habituales, y a idear nuevas formas, nuevas maneras de construir, y también a enfrentarse con leyes del material no manifiestas hasta entonces.

En las construcciones de Freyssinet debe valorarse no sólo la obra terminada, sino el proceso con que fue construida, el cual fue de tal manera importante que en muchos casos decidió la forma de la estructura. A pesar de las grandes dimensiones de sus obras, supo siempre encontrar procedimientos de construcción elegantes y simples: y esto lo pudo conseguir gracias a un estudio acucioso de los más mínimos detalles. No fue simplemente un calculista, sino íntegramente un constructor y tuvo su puesto al pie de la obra. Estudió y conoció bien el material con que trabajaba - el hormigón - y supo extraer de él las máximas posibilidades. Las carac-

terísticas de sus obras de hormigón armado le plantearon problemas inéditos del hormigón, que se le presentaban como una temible incógnita; pero tuvo el valor de resolverlos y el tesón de investigarlos, y con ello precisamente obtuvo sus mayores triunfos.

Logró la realización del pretensado como fruto de una idea mantenida durante años, por la que arriesgó su posición y su prestigio, y en la que tuvo que invertir todo su coraje para salvar innumerables dificultades. Por ello pueden comprenderse bien sus propias palabras:

“Puedo asegurar que si entre las

certezas que he podido adquirir a lo largo de medio siglo de investigaciones y trabajos hay alguna verdaderamente segura, es que las cualidades del carácter - valor, probidad, amor y respeto a la tarea aceptada - son infinitamente más necesarias al ingeniero que las de la inteligencia, que no es nunca más que un útil a las órdenes del ser moral”.

Y ésta es la enseñanza más valiosa y el ejemplo que nos deja su vida, llena de pasión por el arte de construir.

Atilano LAMANA