

# Sismo y prefabricación en Hormigón

Arquitecto ORESTE DEPETRIS I.

## EXPERIENCIA DEL GRUPO DEPETRIS Y REFLEXIONES PARA UNA ARQUITECTURA ANTISISMICA.

El sismo último otorgó mayoría de edad a los Sistemas Industrializados de Prefabricación en Hormigón en nuestro país. Así lo demuestra el buen comportamiento de las obras industrializadas incorporadas al país (en no más de dos décadas), particularmente en la vivienda altura media, a través de los sistemas: ruso, K.P.D., de grandes paneles, El Belloto; italiano, STRUCTURAPID, adaptado asísmicamente por DEPETRIS; francés, OUTINOR, de células habitacionales, para mayor altura; y otros, de Alemania y U.S.A., con técnicas de moldaje en acero y aluminio, con hormigón bombeado.

Me voy a referir, en particular, a las construcciones en hormigón armado y/o precomprimido prefabricadas, en un breve análisis comparativo con la construcción tradicional, y, en general, expondré algunas reflexiones sobre la arquitectura del hormigón, en proyección hacia una arquitectura del hormigón, en proyección hacia una arquitectura antisísmica.

La industrialización de la construcción, y por ende la prefabricación, implica, como todo producto industrial, un rígido control de calidad en la fabricación de los elementos, diseño constructivo, montaje y uniones, resaltando la necesaria acuciosa dirección técnica a cargo de un ingeniero o constructor civil de experiencia comprobada.

No sucede así con la construcción tradicional, que en su mayoría está a cargo de un práctico, reconocido como jefe de obra, sin formación tecnológica y con una mentalidad formada en el tiempo por la improvisación, que a la construcción tradicional le es tan característica, originada en parte por el hecho de que en las obras, fuera de los planos de estructura, no se cuenta con planos de construcción.

Las principales fallas constructivas detectadas en la construcción tradicional en hormigón armado, que han sido reiterativas desde sismos anteriores, tienen relación con el confinamiento del hormigón: la primera, que la experiencia ha demostrado ser prácticamente inevitable, las juntas de hormigón; la segunda, el corrimiento de los estribos durante el hormigonado tanto de vigas como de pilares, gravísimo en un primer piso de planta libre; la tercera, el uso de hormigones de ripio grueso y/o arena fina, en que el hormigón de confinamiento perimetral es reemplazado, de hecho, por una costra de mortero no resistente; la cuarta, las grifaduras de enfierraduras, falla típica en la base de pilares; y quinta, el tradicional puntereado y el calado del hormigón, para recibir el estuco y embutir las instalaciones mecánicas o eléctricas, respectivamente, lo que contribuye al debilitamiento del elemento estructural.

Las fallas de confinamiento de elementos, que son las más críticas, no son posibles en la prefabricación; el hormigonado de elementos en banco horizontal asegura una estricta posición de la enfierradura y permite una eficiente vibración, dando como resultado elementos de condición monolítica y de excelente terminación, sin el sofisticado recurso del estuco. A esto hay que agregar que las juntas están prediseñadas y que su ejecución es perfectamente controlable.

Las bondades de la prefabricación a que he hecho mención, se logran en la medida de atenerse estrictamente a la tecnología que lleva implícita, en caso contrario, se corre también el riesgo de tener fallas de conexión o de montaje. Al respecto,



### SISTEMA STRUCTURAPID.

*"Prefabricación en altura media que ha testimoniado buen comportamiento antisísmico".* Arqts. Cárdenas, Covacević, Farrú.

el doctor de Ingeniería Antisísmica, Patricio Ruíz, sostiene: *"Las estructuras se comportan como fueron construídas y no como fueron diseñadas"*.

El grado de responsabilidad de las fallas, en mi opinión, corresponde en primer lugar a la construcción, en segundo término al diseño y en tercera instancia al cálculo estructural; en esto último hay que reconocer que, en casos puntuales, el ingeniero calculista, por exigencias arquitectónicas, debe resolver situaciones al límite, en circunstancias de que él no participa en la construcción.

En toda época es posible lograr una buena construcción, a pesar de los distintos niveles tecnológicos. Una muestra la constituye

mi propia experiencia en el sismo que destruyó Chillán el año 1939, donde las pocas construcciones en hormigón existentes sufrieron serios daños, exceptuando una residencia construida dos años antes del sismo, diseñada en dos pisos más un tercero de torre de caja-escala y realizada en albañilería de ladrillo y hormigón armado; a pesar de que se estructuró con las normas de la época y de que el hormigón se efectuó revuelto a pala, sin betonera ni vibradores, la construcción tuvo un óptimo comportamiento, tanto en la obra gruesa como en sus terminaciones, sin detectarse la más mínima grieta. En el diseño arquitectónico, comparto la opinión de especialistas en ingeniería antisísmica, en el sentido de que la estructura debiera ajustarse a una cierta simetría planimétrica, condición que se hace más necesaria en la medida de que el edificio sea más alto. Un buen ejemplo, que refrenda lo dicho, es la Torre Santa María, en la que nos correspondió participar prefabricando vigas y losas a nivel de todos los pisos. Dichos elementos están conectados ortogonalmente a la caja ascensor-escala, lograda con moldaje deslizante, y a la estructura perimetral.

En el plano de mejor comprender la arquitectura del hormigón, me parece interesante y apropiado transmitir algunas opiniones y dar a conocer mis puntos de vista al respecto:

Hace algunos años, con ocasión de un coloquio en el taller de Mies Van der Rohe en Chicago, éste manifestó a Carlos Bresciani B., Premio Nacional de Arquitectura 1970, que el hormigón era el material más indicado para las construcciones en nuestro país, debido a nuestros recursos de cemento, áridos y madera para moldes.

Mies Van der Rohe y otros arquitectos emigrados de Alemania a U.S.A. en la época del nazismo, tenían mayor formación en la tecnología y estructuración en acero; así, la Bauhaus se expresa en formas geométricas planas y rectilíneas, en que no estaba ajena la influencia del Cubismo de ese entonces, aún en las obras de hormigón. Acto seguido Le Corbusier irrumpe con sus proyectos de edificios sobre pilotes, teniendo su arquitectura, así como otras provenientes del centro de Europa, una gran influencia y divulgación en Latinoamérica. Eramos así receptores de una arquitectura que, aunque siendo de hormigón, no estaba diseñada como para un continente en constante actividad telúrica, como lo es el nuestro.

Pier Luigi Nervi introduce una revolucionaria concepción arquitectónico-estructural, con reminiscencia pétrea gótico-renacentista, que se expresa en formas plásticas y dúctiles, mediante elementos prefabricados que reciben tensiones y esfuerzos que fluyen a través del todo en armónica colaboración, obteniendo con sus nervaduras una notable reducción del peso muerto, al que contribuye aún más con su

aporte del ferrocemento. De esta manera, Nervi aporta fundamentos para un planteamiento constructivo antisísmico de diseño arquitectónico en hormigón.

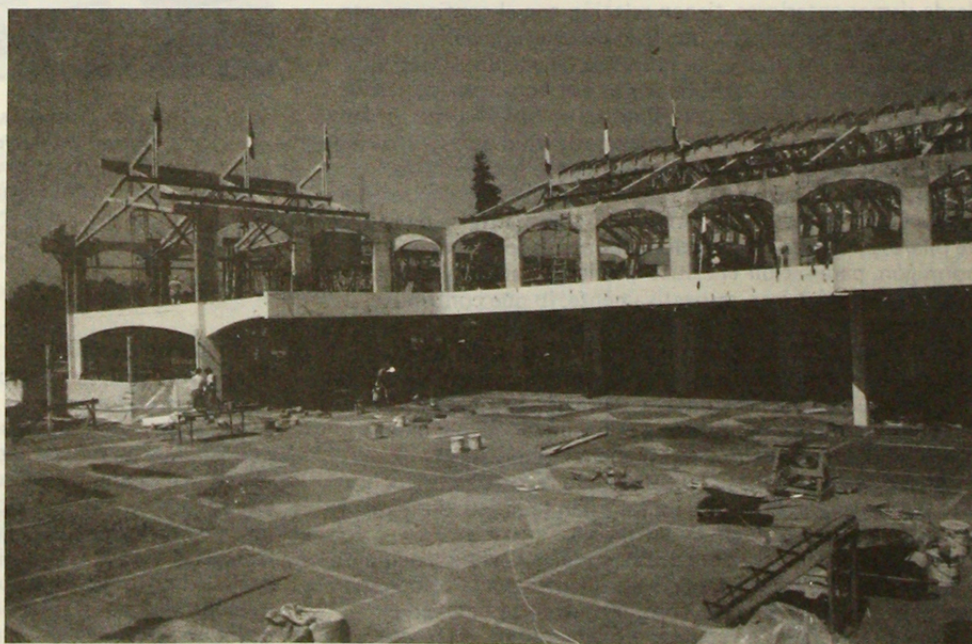
En este contexto, consideraría del mayor interés promover una investigación de las arquitecturas pétreas de aztecas, mayas e incas y de la arquitectura japonesa de madera, por su similitud de comportamiento con el hormigón.

La Prefabricación en Hormigón Armado y Precomprimido la introduce en el país el GRUPO DEPETRIS el año 1955 en el área de la ARQUITECTURA INDUSTRIAL, donde logra su mayor desarrollo y especialización en obras civiles y en la vivienda de altura media, SISTEMA STRUCTURAPID, obras que, en conjunto, han testimoniado un buen comportamiento antisísmico. En estos trabajos predominó siempre una labor de equipo de carácter "interdisciplinario", donde se integran la arquitectura, la ingeniería y la construcción bajo una sola tuición y dirección, método que reconoce como indivisible el binomio ciencia-arte (fundamento omnipotente en la obra de Nervi).

Estos treinta años de experiencia culminan con las recientes obras de Remodelación del Estadio Italiano, donde la tecnología del "hormigón armado prefabricado en planta" es suplida por la del "hormigón armado prefabricado en sitio", con equipos y moldes transportables. Esta simplificación tecnológica representa el mejor aporte que se puede entregar para la difusión y desarrollo de la prefabricación en Chile, a través de la técnica del premoldeado, por su grado de accesibilidad a cualquier empresa constructora y por su posibilidad de uso en cualquier punto de nuestra geografía.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Revista C.A. N° 24: "Prefabricación Pesada".
2. Revista C.A. N° 28: "Planeamiento Industrial".
3. "Experiencias en Construcción Prefabricada en Chile, 1955-80", trabajo presentado en las PRIMERAS JORNADAS CHILENAS DEL HORMIGON ESTRUCTURAL, organizadas por ACHIDHE (Asoc. Chilena del Hormigón Estructural), 1982, IDIEM (Instituto de Investigación y Ensayo de Materiales), Universidad de Chile.



TECNOLOGIA DEL HORMIGON ARMADO PREFABRICADO EN SITIO. Remodelación del Stadio Italiano. Arqtos. Grossi, Arenas, Zacarelli.