



EL HORMIGÓN ELABORADO Y SU HISTORIA (PRIMERA ENTREGA)

LOS HORMIGONES ANTIGUOS



MS. ING. MAXIMILIANO SEGERER

En esta edición, paso a paso los principales hitos desde el año 5600 aC hasta 1824. En la próxima entrega, una visión sobre el hormigón moderno.

No se tiene certeza sobre quién utilizó el hormigón por primera vez, pero es probable que se haya descubierto al mismo tiempo que el hombre dominó el fuego. Se cree que las altas temperaturas transformaban la piedra en polvo cuando los primitivos encendían fuego dentro de sus cavernas de piedras calcáreas, yeso y arcilla. Luego, al caer la llu-

via, el polvo y las piedras se unían formando una masa sólidamente cementada de forma distinta a la original.

Si bien no hay manera de determinar la primera vez que se utilizó un material aglomerante, los vestigios indican que la obra de hormigón más antigua fue construida alrededor de los años 5600 aC, en las riberas del río Danubio, en Yugoslavia, en la localidad de

Lepensky, conocido yacimiento arqueológico. Esta obra estaba conformada por los pisos de las chozas de la Edad de Piedra, construidos mediante la unión de tierra caliza, arena, grava y agua, mezcla que puede ser considerada como un hormigón rudimentario.

En los años 3000 aC, en la construcción de las pirámides y los templos se emplearon barros mezclados con paja para pegar mampuestos, y



Los primeros hormigones, a orillas del Danubio

Lepensky, Yugoslavia

5600 aC



3000 aC

Las Pirámides

Egipto





también morteros de yeso y cal en las pirámides.

De 2500 a 500 aC, en la construcción de la Gran Muralla China se utilizaron materiales cementícos de base calcárea en conjunto con bambú como elementos de refuerzo para la pega de bloques.

Asimismo, en las construcciones del Imperio Romano, del 300 aC al 475 dC se usaron aglomerantes a base de cal mezclados con materiales puzolánicos y arena, en proporciones de una parte de cal, cuatro de arena y dos de puzolánicos. Estos materiales provenían de la localidad de Pozzuoli, cerca del volcán Vesubio, y se construyeron templos, los baños romanos, el Coliseo, el Panteón de Roma y el Pont du Gard en Nîmes, entre otros centenares de obras. Los primeros aditivos para hormigones que se utilizaron consistieron en sangre animal y leche, para modificar las propiedades de sus hormigones.

En el Imperio Romano, para reducir el peso de los muros se optó por aligerar el hormigón mediante la inclusión de jarras de barro en su masa, la utilización de agregados livianos de procedencia volcánica y el diseño de las construcciones con formas de arco.

En el año 75 dC se completó el Coliseo empleando grandes cantidades de hormigón romano. Para algunos arcos del mismo y de la Basílica de Constantino se utilizaron hormigones alivianados.

En el año 128 dC se completó el Panteón, el cual presenta una cúpula de 44 metros de diámetro de hormigón simple, sin ningún refuerzo a tracción. Fue la construcción más grande hasta 1913. Se emplearon diversos agregados, como basalto para las fundaciones, cenizas volcánicas para los muros y piedra pómez para la cúpula.

En América, entre los años 200 aC y 1000 dC, hay vestigios de desarrollo de materiales cementantes

y estructuras imponentes como las ciudades de los mayas y los aztecas en México o las construcciones de Machu Pichu en Perú. Las pirámides de Teotihuacan consistían en un núcleo de tierra apisonada revestida de piedra aglomerada con una mezcla de tierra volcánica, cal y agua, agregando resinas vegetales que permitían una mejor trabajabilidad de los morteros.

En Alemania, en el año 700 dC, Saxons idea y construye las primeras mezcladoras de hormigón, donde se colocaban los materiales a mezclar y, mediante una viga que constaba de paletas y giraba sobre un eje, se efectuaba la mezcla a tracción a sangre por hombres o animales.

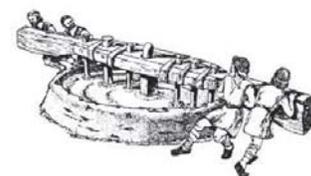
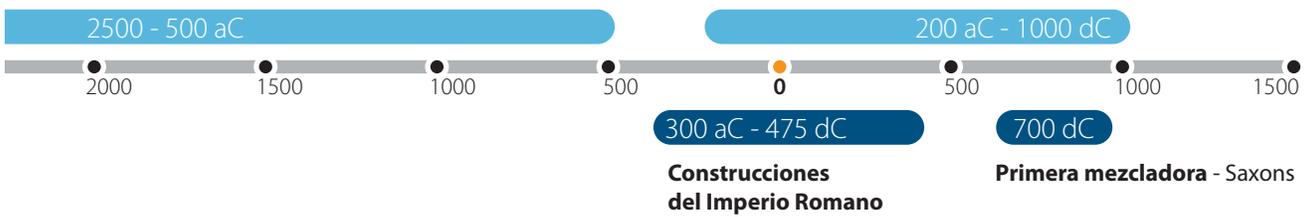
En Europa, la caída del Imperio Romano declinó el uso del hormigón y muchos de los conocimientos desarrollados desaparecieron casi por completo. Entre los años 500 y 1500 dC no se emplearon materiales aglomerantes,»



Gran Muralla
China



Ciudades Mayas y Aztecas
América



El hormigón elaborado y su historia (segunda entrega)

Empezando a descubrir el hormigón y su versatilidad

En esta nueva edición, un recorrido por los hitos más relevantes del hormigón moderno de 1824 a 1900

Ms. Ing. Maximiliano Segerer

Control y Desarrollo de Hormigones
www.cdormigones.com.ar

Sin lugar a dudas el hecho más destacado del siglo XIX en lo que respecta a la historia del hormigón fue el descubrimiento del cemento Pórtland y su estudio, tanto en Europa como en los Estados Unidos.

Durante este período mejoró notablemente el proceso de fabricación y se construyeron las primeras estructuras de hormigón armado, denotando la versatilidad de este nuevo material.

Fue justamente en Inglaterra, en 1824, que el albañil inglés Joseph Aspdin, de Leeds, inventó el cemento Pórtland, calcinando una mezcla fina de tres partes de piedra caliza triturada por una de arcilla finamente dividida en un horno de cal hasta que el dióxido de carbono fuera eliminado.



Inglaterra / Joseph Aspdin
Inventó el cemento Pórtland

1.824 dC



Isaac Johnson

Mejora el proceso de producción del cemento

1.845 dC

1800

1.826 dC

Inglaterra / Joseph Aspdin
Primera fábrica de cemento



1850

1.855 dC

Louis Vicat
Primer puente de hormigón de cemento



El 21 de octubre de ese mismo año, Aspdin patentó su descubrimiento, convirtiéndose en el inventor del cemento Pórtland, aunque su método de fabricación fue conservado en secreto y sólo se empleaba para producir ladrillos con apariencia de rocas de Pórtland.

Dos años después, se instaló en Wakefield, a su mando, la primera fábrica de cemento, que funcionó entre 1826 y 1828, siendo luego demolida para la construcción de una vía férrea.

De aquella época se conserva un edificio y la fábrica de armas de Wakefield, cuya fachada está confeccionada con ese tipo de cemento.

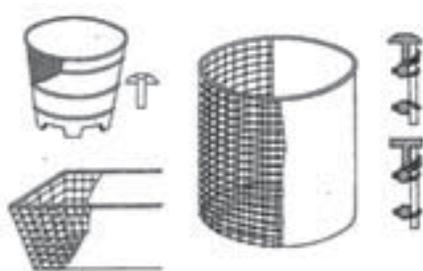
En 1835 se llevó a cabo la primera construcción, en la cual se empleó en gran escala el cemento Pórtland. Fue la casa construida por John Bazley and White and Sons, en Swanscombe, Kent. Allí se empleó en muros, tejas, marcos de ventanas, trabajos de decoración e incluso gnomos de adorno en el jardín delantero. Sin embargo, no se utilizó para el entpiso porque aún no se conocía la técnica del hormigón armado.

El proceso de producción del cemento fue mejorado por Isaac Johnson en 1845, cuando logró

con éxito fabricar este producto calcinando una mezcla de caliza y arcilla hasta la formación del clinker, el cual después fue pulverizado obteniendo un compuesto fuertemente cementante. Esta temperatura de calcinación debía elevarse hasta el máximo que pudiera lograrse con métodos de esos tiempos. Johnson describió sus experimentos más explícitamente que Aspdin.

En Francia, en 1848, Jean-Louis Lambot fue el primero en emplear refuerzo en el hormigón, construyendo pequeños botes de hormigón con refuerzo de barras de acero y alambre, aunque no se lo considera el inventor del mismo. En 1855, Louis Vicat construyó en el Jardín Botánico de Grenoble el primer puente de hormigón de cemento Pórtland moldeado *in situ*.

En ese país, entre los años 1860 y 1867 el desarrollo del hormigón como material de construcción se afianzó realmente con la invención del hormigón armado, atribuida al jardinero parisino Joseph Monier, quien en 1860 fabricó jarrones de mortero de cemento reforzado con rejado de alambre. Fue en 1861 que el ingeniero francés Coignet estableció normas para fabricar »



Joseph Monier
Invención del hormigón armado

1.860 - 1.867 dC



Estados Unidos / William E. Ward
Primera vivienda de hormigón armado

1.875 dC

1.880

1.870 dC

François Hennebi
Primeras construcciones de hormigón armado monolítico



1.877 dC

Inglaterra / Thaddeus Hyatt
Principios fundamentales del hormigón armado



bóvedas, vigas y tubos con este novedoso material y, asociado con Monier, en 1867 presentó los primeros ejemplares, año en que este último obtuvo sus primeras patentes.

En 1870, François Hennebique proyectó las primeras construcciones de hormigón armado monolítico, patentando algunos elementos estructurales. La primera construcción de ese tipo fue el Almacén de Vinos y Licores de Bridge Street, Reading, Berkshire. Tres años más tarde, Monier diseñó y construyó el primer puente de hormigón armado del mundo, en Chazelet, Francia. Consistió en cuatro vigas de hormigón armado con forma de arco y con cubierta de madera.

Por otro lado, en Estados Unidos, en 1875 William E. Ward construyó la primera vivienda de hormigón armado de ese país, en Port Chester, Nueva York, diseñada por el arquitecto Robert Mook.

Dos años después, en Inglaterra, Thaddeus Hyatt publicó en "An Account of Some Experiments with Portland Cement Concrete Combined with Iron as a Building Material" los principios

fundamentales del hormigón armado, que aquí detallamos:

- 1) El acero no resiste bien al fuego.
- 2) El hormigón armado es considerado como resistente al fuego.
- 3) La adherencia entre hormigón y acero es suficientemente fuerte para que trabajen en conjunto.
- 4) El funcionamiento del conjunto de hormigón y acero chato o redondo es perfecto y constituye un material económico.
- 5) Los coeficientes de dilatación térmica del acero y del hormigón son suficientemente iguales.
- 6) La relación entre ambos módulos de elasticidad es igual a 20.
- 7) El hormigón con acero del lado traccionado se presenta apto para una gran cantidad de estructuras.

También en Francia, en 1887, Henri Le Chatelier estableció diferentes óxidos para preparar cantidades específicas de cemento. Descubrió que el clinker está compuesto fundamentalmente por tres componentes, llamándolos: alita (silicato



Francia / Henri Le Chatelier

Estableció diferentes óxidos

1.887 dC



Argentina / Ingeniero Duclout

Ensayo de las cales y cementos de Córdoba



Estados Unidos / George Bartholomew

Primera calle de hormigón del mundo

1.891 dC



1880

1.885 - 1.890 dC

Argentina / Biale y Cassaffousth

Instalan "La Nueva Argentina"



tricálcico), belita (silicato bicálcico) y celita (ferroaluminato tetracálcico y aluminato tricálcico). Así, fue el primero en proponer que el endurecimiento de la mezcla es causado por la formación de productos cristalinos derivados de la reacción entre el cemento y el agua.

En ese contexto, en nuestro país, específicamente entre los años 1885 y 1890, los ingenieros Biale y Cassaffousth instalaron una fábrica, que llamaron "La Nueva Argentina", para la construcción de los diques San Roque y Mal Paso y su red de canales, en Córdoba, aunque realmente fabricaban cales hidráulicas. En 1887, el ingeniero Duclout publicó un informe, bajo el título "Ensayos de las cales y cementos de Córdoba", en el cual analizó las características de los cementos producidos.

Entre 1889 y 1893, en los Estados Unidos se construyeron los primeros puentes de hormigón armado. Y en 1891 George Bartholomew realizó la primera calle de hormigón del mundo en Bellefontaine, Ohio, la cual permanece transitable actualmente, lo que sería un hito,

fundamentalmente para uno de los principales campos de aplicación de hormigones modernos.

En Inglaterra, en 1897 se construyó el primer edificio de varios pisos de hormigón armado en Europa: una hilandería de Weaver's & Company en Swansea. El proyecto fue realizado por François Hennebique y Henry C. Portsmouth, y, para la construcción, que llevó dos años, contrataron mano de obra especializada de Francia.

En Suiza, dos años más tarde, el ingeniero Robert Maillart proyectó y construyó el primer puente de gran luz (40 metros) en Europa (Stauffacher Bridge), en Zurich, Suiza.

Por su parte, en 1900 comenzó en Francia la construcción del Pont Camille de Hogues, en Châtellerault, con luces de 52 metros, diseñado por F. Hennebique.

Así, tanto en Europa como en los Estados Unidos, entre 1899 y 1910 se inventaron y patentaron los primeros sistemas de mezclado del hormigón, diferentes de los manuales; un nuevo hito para ser destacado en la historia moderna de este material que sigue evolucionando a lo largo de los años. «



Inglatera / Hennebique y Portsmouth
Primer edificio de varios pisos de hormigón

1.897 dC



Francia / F. Hennebique
Construcción del Pont Camille de Hogues

1.900 dC

1.900

1.899 dC

Suiza / Robert Maillart
Primer puente de gran luz (40 metros)





posiblemente por su mala calidad debido a la cocción incompleta de la cal, el descuido de la mano de obra, las malas técnicas constructivas y la falta de disponibilidad de rocas puzolánicas. Estos problemas fueron solucionados hacia finales del siglo XIII, dando un resurgimiento al empleo de aglomerantes en morteros y hormigones.

En Inglaterra también se utilizó entre los años 1500 y 1600 para la catedral de Salisbury con cimentación en hormigón que aún permanece en buen estado, la Torre de Londres y la casa Moreton, en Cheshire, cuyo piso superior fue construido con un material que combina cal, arena y ceniza de madera y fue empleado en los cuartos que tenían chimeneas a fin de eliminar los riesgos de incendio en los pisos de madera.

En ese país, Bryan Higgins obtuvo la patente de una cal hidráulica para emplear en terminaciones

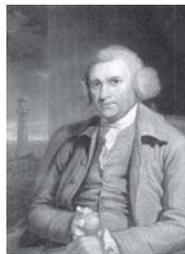
exteriores (revoques). En 1793, John Smeaton descubrió que calcinando piedra caliza con trazas de arcilla se obtiene un aglomerante que endurece bajo el agua (cal hidráulica). Fue empleada en la reconstrucción del Faro de Edystone, el cual había fallado por la estructura del mismo y no por su fundación. Asimismo, en 1796 James Parker patentó un cemento hidráulico obtenido calcinando nódulos de caliza impura (impurezas = arcillas) llamado cemento Parker y conocido como cemento Romano.

En Francia, en 1810 Louis Vicat preparó en laboratorio una cal hidráulica calcinando mezclas sintéticas de calizas y arcillas en diferentes proporciones, descubriendo que el carácter de hidraulicidad (fragüe bajo el agua) está dado por el contenido de arcilla de la mezcla. Realizó una clasificación, diferenciando las cales que fraguan y endurecen sólo en el aire (cales aéreas) y aquéllas que fraguan y

endurecen también bajo el agua (cales hidráulicas). Dos años después, comenzó la construcción del primer puente de hormigón simple del mundo en Souillac -el Pont de Louis Vicat- empleando cal hidráulica como aglomerante. El mismo cuenta con luces de 22 metros y forma abovedada con una longitud total de 180 metros.

En los Estados Unidos, entre 1818 y 1825 se construyó el canal Erie, la primera gran obra en demandar cemento en ese país, donde se utilizaron cales hidráulicas. El ingeniero Canvass White descubrió depósitos de rocas calizas naturalmente arcillosas en Madison, New York, que con sólo calcinarlas se obtenían propiedades hidráulicas.

Estas, como tantas otras obras, dan testimonio de la propiedad que tiene el hormigón para soportar los embates de la naturaleza y el paso del tiempo, con una evolución notoria del material y sus propiedades a lo largo de los siglos. ¶



Faro de Edystone
John Smeaton

1793 dC

Cal hidráulica
Louis Vicat

1810 dC



1500 - 1600 dC

Catedral Salisbury
Inglaterra



1796 dC

Cemento hidráulico
James Parker



1818 - 1825 dC

Canal Erie
Estados Unidos





El hormigón elaborado y su historia

La evolución de la industria

En esta tercera entrega, los hechos más destacados entre 1900 y 1974, una época en la cual el hormigón elaborado revolucionó la industria de la construcción y comenzó a tener infinidad de aplicaciones, incluso para enaltecer la estética y diseño de estructuras.

◀ La Tourette, de Le Corbusier

▶ Edificio Ingalls

Ms. Ing. Maximiliano Segerer

Control y Desarrollo de Hormigones

www.cdormigones.com.ar

Un invento en la ciudad de Hamburgo, Alemania, en 1903, revolucionó el desarrollo de la industria de la construcción cuando el ingeniero Juergen Hinrich Magens hizo transportar el primer metro cúbico de hormigón producido en una mezcladora estacionaria en un vehículo especial tirado por caballos hacia una obra distante a 11 kilómetros.

Siguiendo con la historia, en 1904 se destaca la construcción del edificio Ingalls con estructura de hormigón armado que por sus 16 pisos se convirtió en el más alto de Cincinnati, en el estado norteamericano de Ohio. Un año después, en ese mismo país el arquitecto estadounidense Frank Lloyd Wright comenzó con la construcción del Unity Temple, en el Oak Park de Illinois, aprovechando las virtudes del hormigón, y se convirtió en una de sus obras más destacadas.

Recién en el año 1907 los ingenieros argentinos Senestrai y Gavier, con el asesoramiento de los ingenieros franceses E. Candlot y M. Le Chatelier, crearon en Rodríguez del Busto, provincia de Córdoba, la Fábrica Nacional de Cemento Pórtland, que luego de 20 años debió cerrarse por dificultades económicas. Para ese entonces, contrataron con la casa Gabriel Anker de París el primer horno rotativo del país.

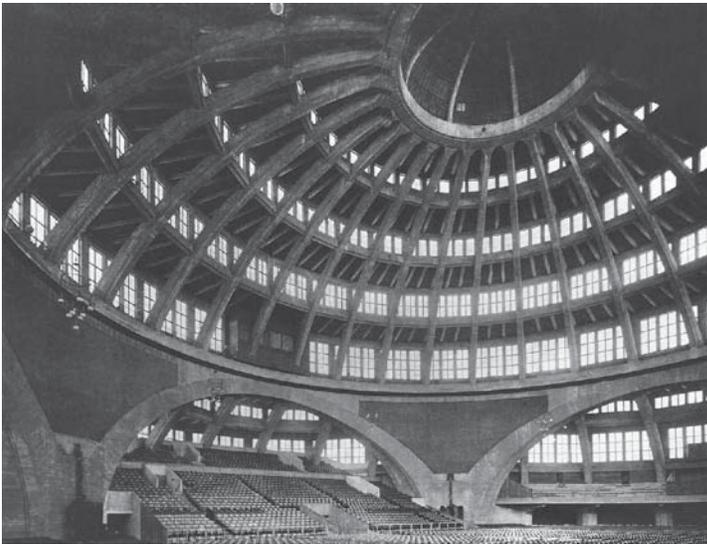
Al año siguiente, en Estados Unidos Thomas Edison construyó en Union, Nueva Jersey, viviendas de hormigón económicas con un novedoso sistema para la colocación de ese material. Tres años más tarde, Walter Aubrey Thomas diseñó el edificio más alto con estructura de hormigón de toda Europa. Se trata del Royal Liver Building, en Liverpool, Inglaterra, con una altura total de 96 metros. Entre 1912 y 1915, en Estados Unidos se comenzó para algunas obras el traslado de hormigoneras con una buena productividad para la época. Precisamente en 1913 se despachó el primer viaje de hormigón elaborado en camión.

Mientras tanto, en Polonia, en ese tiempo se construyó la estructura pública más influyente de la época con hormigón armado. Se trata del Jahrhunderthalle, en Breslau, diseñado para conmemorar los 100 años de la derrota de Napoleón.

Así, entre 1916 y 1825 comenzó a evolucionar la industria del hormigón elaborado en todo el mundo debido a sus múltiples beneficios y ventajas, consistiendo fundamentalmente en elaborar el hormigón en una planta central y luego transportarlo en estado fresco a la obra.

Después de décadas de construcción, en 1914 se abrió el Canal de Panamá, contemplando tres esclusas con muros de hormigón de espesores que variaban en altura desde 60 cm hasta 180 cm en las partes superior e inferior.





Unity Temple, de Frank Lloyd Wright

Royal Liver Building, en Liverpool, Inglaterra

Jahrhunderthalle, en Breslau

Puente Salginatobel, de Robert Maillart



Empire State, Nueva York 1931

»



Ese mismo año, pero en Estados Unidos, Duff Abrams publicó sus primeros trabajos, en los cuales vinculaba la relación agua/cemento y la resistencia del hormigón, ecuaciones de punto de partida para la tecnología del hormigón que en la actualidad tienen plena vigencia. Además, proponía el método más empleado para la determinación de la consistencia del hormigón fresco y destacaba la importancia del módulo de finura.

En Francia, el ingeniero Eugene Freyssinet logró destacarse: entre 1916 y 1920 construyó hangares completamente de hormigón armado en el aeropuerto de Orly, París, y en 1927 desarrolló exitosamente la teoría del hormigón pretensado y comenzó la construcción de algunos puentes.

Mientras tanto, en nuestro país, entre los años 1914 y 1926, se construyen los primeros edificios con estructura de hormigón armado en el microcentro de Buenos Aires.

Años más tarde, precisamente entre las décadas del '20 y del '30, en Estados Unidos pavimentadoras más eficientes comenzaron a colocar en obra volúmenes apreciables de hormigón en una »



▣ Estadio de la Fiorentina

◀ Cúpula del mercado de Algeciras

▼ Presa Grand Coullée





- ▲ Edificio Kavanagh
- ▼ Presa Hoover Dam
- └ Museo Guggenheim
- Casa de la Cascada



jornada y se descubrió que incorporando aire de manera controlada se mejoraba la durabilidad en los climas más fríos, disminuyendo de gran manera la susceptibilidad a ciclos de congelación y deshielo en pavimentos; un hito más que relevante en la tecnología del hormigón, ya que se logró ampliar sus aplicaciones a los climas más severos. Otro hecho destacado en ese país tuvo lugar en 1931, en Nueva York, al construirse el Empire State, que con sus 449 metros con antena incluida se posicionó durante más de 40 años como el edificio más alto de todo el globo, señalando que el mismo presenta estructura metálica y no de hormigón.

Mientras tanto, en otros rincones del mundo se destacaban obras donde el hormigón era protagonista. En Suiza, en el año 1931 se construyó el Puente Salginatobel de Robert Maillart, en la localidad de Shears, un arco triarticulado de sección hueca con una luz de 90 metros que se convertiría en el primer puente de hormigón en salvar tal luz. Por su parte, en Italia el ingeniero y arquitecto Pier Luigi Nervi comenzaba a construir sus imponentes estructuras de hormigón, entre las que se destaca el estadio de la Fiorentina, en Florencia.

En España, entre 1933 y 1935 el ingeniero Eduardo Torroja construyó las primeras grandes cúpulas de hormigón moderno, como la cúpula del Mercado de Algeciras en Madrid, de 150 metros de luz y sólo 9 cm de espesor, diseñando y construyendo también el techo de plateas del





↖ La Tourette



↖ Ópera de Sidney



↖ Presa Grande Dixence

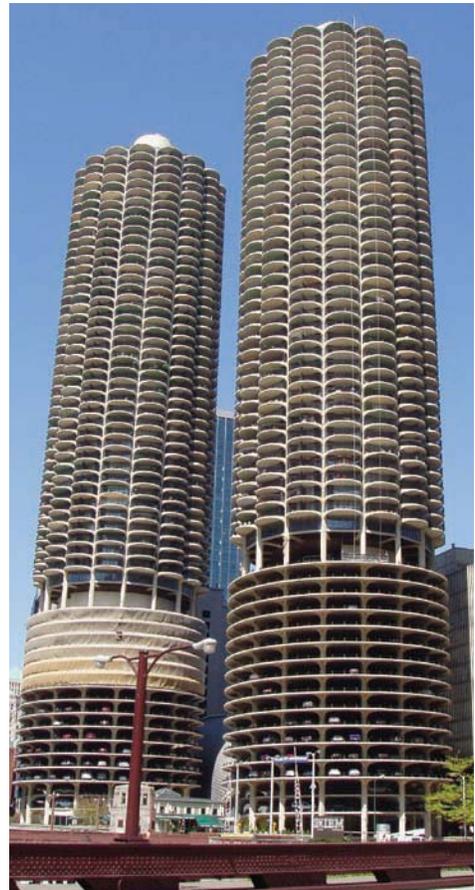


◀ Restaurante Xochimilco

▶ Marina City



↖ Place Victoria





↖ Lake Point Tower



↖ Torre Sears

hipódromo de Madrid como cáscara continua en voladizo.

En Estados Unidos, en 1933 se construyó la presa de gravedad más grande del mundo de hormigón, denominada Grand Coulee, que fue la primera gran obra de hormigón masivo, donde se emplearon 9,2 millones de m³ de ese material.

Un año después, en nuestro país finalizó la construcción del emblemático edificio

Kavanagh en Buenos Aires. Con su altura de 120 metros fue, en su momento, el edificio con estructura de hormigón más alto del mundo.

Asimismo, en Estados Unidos se construyó en 1936 la presa en arco de hormigón Hoover Dam, que se convirtió en un ícono de ese país.

En las décadas del '30 y del '40, tanto en Estados Unidos como en Europa continuó la evolución del hormigón elaborado y de los camiones mezcladores, principalmente después de la Segunda Guerra Mundial.

En 1937, el norteamericano Frank Lloyd Wright se convirtió en el primero en explotar el voladizo en hormigón como pauta de diseño, proyectando la Casa de la Cascada, uno de los principales referentes de la arquitectura. En 1950, también proyectado por él se construyó el museo Guggenheim de Nueva York que, sin dudas, potencia las características del hormigón.

Por otro lado, en Brasil, entre 1943 y 1970, Oscar Niemeyer sorprendió en su país con diseños y construcciones donde empleó el hormigón como material principal.

Por supuesto, el arquitecto Le Corbusier también aprovechó en Francia las virtudes del material en sus obras: sus primeros proyectos importantes fueron Ronchamp y La Tourette.

Para el año 1958, en México Félix Candela era considerado el maestro en cáscaras de hormigón. En ese país, construyó el restaurante Xochimico con una cáscara de hormigón de 4 cm de espesor que forman ocho hipérbolos.

En 1962, en Australia se comenzó a construir la Ópera de Sidney, con cúpulas de hormigón, simulando una flor. Ese mismo año, en Suiza concluyó la obra de la presa Grande Dixence, la más alta del mundo en la actualidad, con 285 metros de altura, donde se emplearon 6 millones de m³ de hormigón para su construcción. Dos años después, se construyeron en Estados Unidos y en Canadá dos edificios que lograron por primera vez resistencias de 40 MPa mediante aditivos fluidificantes de bajo rango: Marina City, en Chicago, de 198 metros de altura, y Place Victoria, en Montreal, de 194 metros.

Ese mismo año, en Estados Unidos se construyó el Lake Point Tower, de 195 metros, también en Chicago, con hormigones de resistencias de 50 MPa por primera vez alcanzadas con aditivos fluidificantes y reductores de agua de medio rango. Los edificios y estructuras en general de hormigón hace cuatro décadas no llegaban ni a la mitad de las construidas con estructuras metálicas, sosteniendo en estos tiempos el "hito de la mayor altura" por mucha holgura.

Relacionado con lo expresado anteriormente, en 1974 la Torre Sears, con estructura de acero, de 442 metros de altura, se convirtió en el edificio más alto del mundo durante casi 25 años. «



El hormigón elaborado y su historia

Los hormigones de alto desempeño

En esta cuarta y última entrega les acercamos los hechos más destacados desde 1975 hasta nuestros tiempos.

Ms. ingeniero Maximiliano Segerer
 CONTROL Y DESARROLLO DE HORMIGONES
 WWW.CDHORMIGONES.COM.AR

Si bien no existe un año específico en el cual cambie completamente la historia, a mediados de la década del '70 ocurrieron dos hitos importantes: se construyó la estructura más alta del mundo y por primera vez en hormigón; y comenzaron las innovaciones de los materiales, como la evolución de la industria de los aditivos, y las tecnologías que llevan al concepto por primera vez de hormigones de alta resistencia.

En Canadá, en 1975, se construyó la estructura más alta del mundo hasta el año 2010. Se trata de la CN Tower, en Toronto, de 458 metros de estructura de hormigón de alta resistencia con un total de 553 metros.

Ese mismo año, en Estados Unidos, el Water Tower Place, en Chicago, de 260 metros de altura, se convirtió en el edificio más alto del mundo con estructura de hormigón. En él se emplearon hormigones de 60 MPa, utilizando por primera vez aditivos superfluidificantes, los principales responsables de la aparición de los hormigones de alto desempeño.

En nuestro país, en 1979, nació la Asociación Argentina del Hormigón Elaborado (AAHE) con la participación de 17 empresas como socias fundadoras que, actualmente, 33 años después, cuenta con más de 70 empresas asociadas.

En tanto, en 1984, en Brasil y en Paraguay finalizaba la obra civil de la presa de Itaipú, que puede ser considerada como la obra de mayor volumen de hormigón del mundo hasta que en China se concluya la presa de Three Gorges. Se emplearon 12,6 millones de m³ de hormigón.

En 1985, en Japón, el profesor Okamura comenzó a realizar los primeros estudios sobre hormigones autocompactantes. Los mismos, en la actualidad son considerados como los hormigones del futuro y con mayor proyección.

En Estados Unidos, dos años después, se emplearon por primera vez combinados la adición de microsilíce y aditivos superfluidificantes, logrando las mayores resistencias en aplicaciones en obras de envergadura a la fecha: 125 MPa. El Two Union Square de Seattle tiene 230 metros de altura.

Como obra emblemática, en 1989, en Francia, como conmemoración de los 200 años de la revolución francesa, se inauguró La Grande Arche de la Défense, en París. Su estructura es un cubo de 108 x 110 x 112 metros, presentando estructura de hormigón con resistencias de 50 MPa.



Water Tower Place

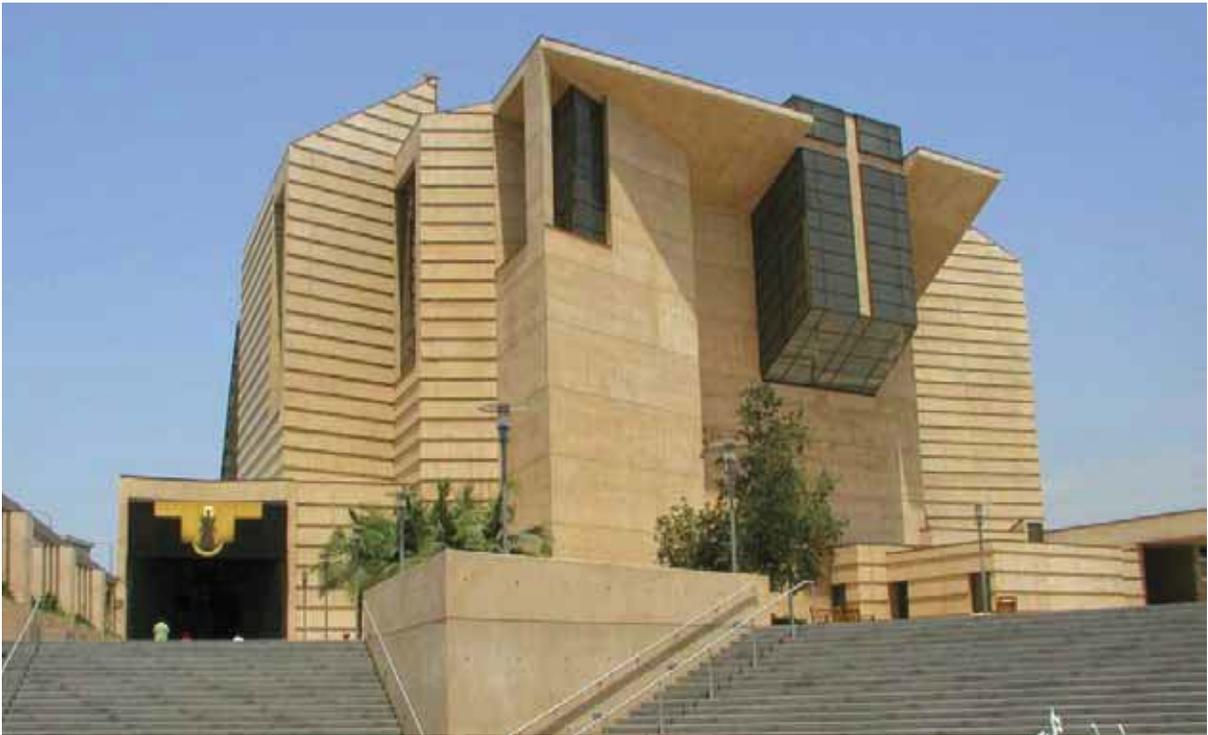


Represa de Itaipú

En Estados Unidos, dos años después se construyó el edificio de hormigón armado más alto del mundo, empleando hormigones con resistencias de 85 MPa. El 311 South Wacker de Chicago tiene 293 metros de altura. Hace 20 años se iban superando récords de altura con edificios de hormigón, pero aún se estaba muy lejos (unos 150 metros de altura) de la Torre Sears.

En tanto, en Inglaterra y en Francia, en 1993, se inauguró Eurotunnel, que conecta por medio del ferrocarril las localidades de Pas de Calais y de Folkestone, siendo el túnel subfluvial más importante del mundo a la fecha, con 50 kilómetros.

Cinco años después, en Malasia, el arquitecto »



◀ Our Lady of the Angels Cathedral



◀ Hormigón traslúcido

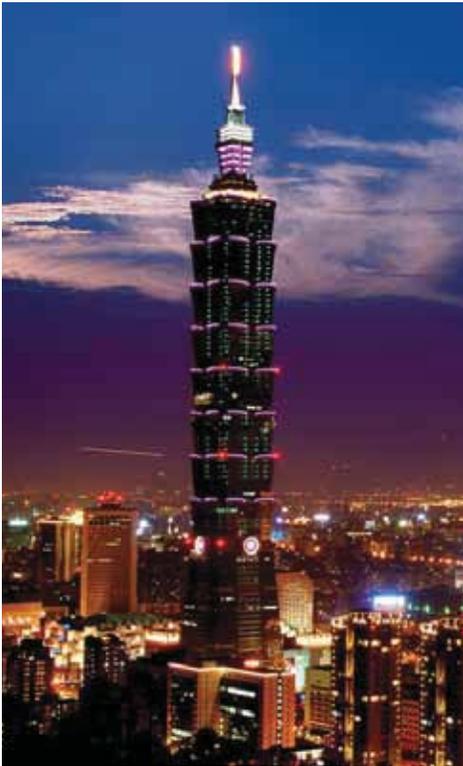
argentino César Pelli diseñó Las Torres Petronas, el edificio de hormigón armado más alto del mundo. Las mismas superan a la torre emblemática de Chicago, con 452 metros. Para su construcción se emplearon hormigones con resistencias de entre 40 y 80 MPa.

Con la llegada del nuevo siglo se construyó el puente ferroviario y carretero más largo del mundo sobre el agua, con 7,8 kilómetros. El Oresund Fixed Link conecta Dinamarca y Suecia y consiste en cuatro estructuras separadas. La superestructura consta de elementos prefabricados de hormigón y sus pilares y torres también son de ese material. Todas estas estructuras eran impensadas de no haber sido por el desarrollo de hormigones de alta performance de las últimas décadas.

En Estados Unidos, en 2002 se construyó la catedral más grande del mundo: Our Lady of the Angels Cathedral, en California, con una capacidad de 2.800 personas sentadas. Para su construcción se empleó hormigón masivo coloreado, diseñado para una vida útil de 300 años.

En Hungría, en 2004, se inventó y patentó el hormigón traslúcido, incorporando fibras ópticas orientadas dentro del hormigón. Este es sólo un »

▼ Taipei



ejemplo de la gran cantidad de hormigones especiales desarrollados en los últimos años.

En 2005, en Francia, finalizó la obra del Viaduc de Millau, el puente con pilares más altos del mundo, que sobrepasan los 200 metros de altura. En ese año, en Taiwán se batió un nuevo récord en altura de edificios: en este caso, el Taipei 101, con estructura de hormigón armado, que alcanza los 452 metros en su último nivel y los 508 metros de altura en total con su observatorio.

En China, la presa Three Gorges es el mayor aprovechamiento hidroeléctrico del mundo y la obra donde mayor volumen de hormigón se empleó. Su obra finalizó en 2009 y se convirtió en la presa



↖ Presa Three Gorges



↖ Torre Cavia

más grande del mundo con 27 millones de m³ de hormigón, volumen muy difícil de superar por alguna otra obra en un futuro.

Nuestro país no se quedó atrás, ya que en ese mismo año se inauguró la Torre Cavia – Le Parc – Figueroa Alcorta, con 44 pisos y una altura de 173 metros, el más alto de la Argentina. Diseñado con una estructura de hormigón armado, se utilizaron hormigones de resistencias de hasta 80 MPa. Sólo hace un año fue inaugurada la Torre Renoir II, que superó por dos metros a la anterior, logrando una altura de 175 metros con 55 pisos. Como dato de referencia: de los 30 edificios más altos en el país el 80% fue construido en los últimos 10 años



Torre Renoir II ▶



◀ Burj Dubai

y todos ellos poseen estructuras de hormigón, lo cual muestra el gran desarrollo del hormigón elaborado y la evolución de tecnologías constructivas en la Argentina.

Pero a comienzos de 2010 se inauguró una estructura que batió todos los récords: el denominado Burj Dubai. Es el edificio más alto del mundo, con una altura de 828 metros. Compuesto de una estructura de hormigón armado hasta los 500 metros y por arriba estructura metálica, se emplearon 420.000 m³ de hormigón. Hay algunos proyectos para superar el kilómetro de altura, pero habrá que esperar no menos de cinco años para lograrlo.

De esta manera, de los 10 edificios más altos del mundo, sólo dos con estructura metálica se encuentran en ese *top ten*, habiendo desplazado el hormigón y sus innumerables innovaciones la construcción de los edificios de altura en los últimos 15 años. Así, claramente, se muestra la tendencia de cómo en esta era de los hormigones de alta performance el hormigón es elegido por sus cualidades de resistencia, durabilidad y economía, además de que es mucho más amigable con el ambiente que otras tecnologías constructivas. «