

En búsqueda del cielo: los rascacielos del siglo XX

Alfredo Cilento Sarli

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC-UCV. Individuo de Número de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat

alfredo.cilento@gmail.com

RESUMEN

Escuela de Chicago es la denominación de un estilo arquitectónico que se desarrolló en Chicago a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, pionera en la introducción de nuevos materiales y técnicas para la construcción de grandes edificios y de los primeros rascacielos. Chicago era una ciudad próspera pero construida mayoritariamente de madera. Luego del incendio de octubre de 1871 que devoró más de 40.000 edificios, las necesidades de reconstrucción y el temor al fuego asociado a las construcciones de madera, obligaron al uso de nuevos materiales resistentes tales como ladrillo, piedra, mármol, piedra caliza y acero, los cuales permitieron a las edificaciones crecer en altura y densificar el centro de la ciudad destruido por el fuego. Las innovaciones y descubrimientos de la Revolución Industrial permitieron que en el siglo XX los rascacielos fueran haciéndose cada vez más altos en una especie de carrera por *alcanzar el cielo*.

Palabras clave: Escuela de Chicago; incendio de Chicago; nuevos materiales e innovaciones; rascacielos; carrera por la altura.

IN SEARCH OF SKY: THE SKYSCRAPER OF THE 20TH CENTURY

ABSTRACT

Chicago School is the name of an architectural style developed in the city of Chicago in the late nineteenth and early twentieth century, a pioneer in the introduction of new materials and techniques for the construction of large buildings and the first skyscrapers. Chicago was a thriving city but built mostly of wood. After the October 1871 fire that devoured more than 40,000 buildings, the reconstruction needs and fear of fire associated with wooden constructions, forced the use of new resistant

materials such as brick, stone, marble, limestone and steel, which allowed the buildings to grow in height and density the center of the city destroyed by the fire. The innovations and discoveries of the Industrial Revolution allowed skyscrapers to grow taller and taller in the 20th century in a kind of race to reach the sky.

Key words: Chicago School; Chicago fire; new materials and innovations; skyscrapers; race for height.

ANTECEDENTES: LA ESCUELA DE CHICAGO

La Chicago previa al gran incendio de 1871 era una ciudad próspera de más de 300.000 habitantes construida mayoritariamente de madera. En el centro de la ciudad muchos edificios llegaban hasta los 6 pisos de altura. Las veredas eran de madera y algunas calles habían sido “pavimentadas” con adoquines de madera para facilitar la circulación. El Gran Incendio de Chicago comenzó en la noche del 8 de octubre de 1871 al suroeste de la ciudad. Chicago había tenido una temporada con muy pocas lluvias y la zona atravesaba una severa sequía. A esto se sumaron los fuertes vientos del sur que soplan en la ciudad (windy city), por lo que las brasas encendidas volaron hacia el norte, hacia el centro de la ciudad. Más de 40.000 edificios de la época eran construcciones de madera. Los principales edificios de Chicago fueron cayendo: edificios federales, hoteles, edificios de apartamentos, el edificio de la Corte, y muchas otras construcciones de todo tipo. El fuego solo pudo ser controlado el 10 de octubre cuando un aguacero providencial ayudó a apagarlo.



Foto: Mapa de la zona afectada por el incendio

El Gran Incendio de Chicago dejó un saldo de 300 personas muertas, más de 100.000 sin hogar y más de 17.000 estructuras destruidas. En una extensión de más de 6 kilómetros de largo y casi un kilómetro y medio de ancho, casi todo fue destruido. La reconstrucción de Chicago abrió paso a la era de los rascacielos (Escuela de Chicago), no solo por la necesidad de densificar en el centro sino por el temor generalizado al fuego y las construcciones de madera.



Foto: Imágenes de Chicago tras el incendio

Se produjo una gran especulación en el valor de la tierra. Los arquitectos y talleres de arquitectura proponían soluciones similares entre ellos, lo que determinó la definición de un verdadero estilo arquitectónico común: la *Escuela de Chicago*. Pilares de hormigón como soporte o cimiento (que solucionan la dificultad de construir sobre un suelo arenoso y fangoso), estructuras metálicas (ya experimentadas en la arquitectura del hierro del siglo XIX) revestidas según la función del edificio, ventanas corridas que ocupaban la mayor parte de las fachadas (lo que más adelante se llamará *curtain wall*) y la eliminación, en muchos casos, de los muros de carga. Dejaron de realizarse edificios con muros de piedra de gran grosor, en beneficio de atractivas fachadas de mampostería que suprimieron los

elementos decorativos. Se apostó por superficies lisas y acristaladas donde predominaban las líneas horizontales y verticales.

¿QUÉ HIZO POSIBLE LA APARICIÓN DE LOS RASCACIELOS?

Mientras los arquitectos buscaban diseñar edificios más altos, las innovaciones y el desarrollo tecnológico, incluyendo otros campos distintos al de la construcción, hicieron posible que las construcciones alcanzaran alturas cada vez mayores. En 1824 John Apsdin redescubrió el cemento, no utilizado durante 13 siglos después de su uso por los Romanos (la puzolana). En 1854 Elisha Otis inventó el dispositivo de seguridad para ascensores lo que les permitió alcanzar más altura. En 1867 Joseph Monier inventó el concreto armado. En 1855 Harry Bressemer inventó el acero mediante el procedimiento de refinación del arrabio. En 1857 se comenzó a utilizar hornos Siemens-Martin para la producción de acero. En 1862 se comenzó a producir perfiles de acero laminado. En 1868 F. Valery inventó el correo neumático. En 1869 Thomas Alva Edison inventó el dinamo y en 1882 patentó la bombilla incandescente de filamento de carbono. En 1870 C. W. Baldwin creó el ascensor hidráulico de cables, engranajes y pistón corto. Alexander Graham Bell registró el teléfono en la Oficina de Patentes de Nueva York en 1876. En 1880 Werner Von Siemens fabricó el primer ascensor con motor eléctrico. En 1888 Nicola Tesla inventó el alternador y desarrolló el primer sistema práctico para distribuir corriente alterna. En 1902 Willis Carrier fabricó el primer aparato de aire acondicionado. Se descubrieron la tectónica y la sismología. Todo este conjunto de innovaciones fueron la clave para que las edificaciones pudieran crecer hasta alturas inimaginables apenas hace algunos años.

LOS PRIMEROS EJEMPLOS DE LA ESCUELA DE CHICAGO

1885. *El Home Insurance Building*, de William Le Baron Jenney en Chicago, construido entre 1884 y 1885 fue el primer rascacielos construido en el mundo que usó acero estructural. Tan solo 10 pisos y 41 m de altura pero, para ese momento, se consideraban rascacielos los edificios de 9 plantas o más.



Foto: *Home Insurance Building*. Demolido en 1931.

1885-1887. *Marshall Field Wholesale Store*. Uno de los más destacados ejemplos de la arquitectura precursora de la *Escuela de Chicago* es el edificio de la tienda *Marshall Field Wholesale Store* de Henry Hobson Richardson. El edificio de 7 pisos que abarcaba una manzana entera de la ciudad, era la mayor estructura comercial de Chicago. Fue demolido en 1930.



Foto: *Marshall Field Wholesale Store*.

1890. *El New York World Building* fue el primer edificio de 20 pisos y el primero de la ciudad de New York en superar los 87 metros de la torre de *Trinity Church*. Fue el edificio más alto de NYC hasta 1894 (año en que se construyó el *Manhattan Life Insurance Building*) Fue demolido en 1955 para ampliar el acceso al puente de Brooklyn, inaugurado en 1883.



Foto: *New York World Building.*

1891. *Monadnock Building* es un rascacielos situado en el 53 West Jackson Boulevard en el área de *South Loop* de Chicago. La mitad norte del edificio fue diseñada por la firma de *Burnham & Root* y construida en 1891. La mitad sur, construida en 1893, fue diseñada por *Holabird & Roche* y es similar en color y en perfil a la original, pero el diseño es más tradicional. Cuando se completó, fue el edificio de oficinas más grande del mundo.



Foto: *Monadnock Building*

1894. *Manhattan Life Insurance Building.* Torre de 106 m de altura en el Distrito Financiero de Manhattan completada en 1894. Fue demolida para abrir espacio a un anexo del *One Wall Street* terminado en 1965.



Foto: *Manhattan Life Insurance Building.*

1895. *Guarantee Building* (ahora *Prudential*) de Adler y Sullivan, Buffalo (USA). Edificio de 16 pisos de estructura de acero recubierta con paneles de terracota.



Foto: *Guarantee (Prudential) Building.*

1899. *Park Row Building* de New York con 30 pisos y 119 metros de altura, fue el edificio de oficinas más alto del mundo desde 1899 hasta 1908, cuando fue superado por el *Singer Building*. Es *National Historic Landmark* de

Estados Unidos desde el 29 de junio de 1989. El último de los rascacielos del siglo XIX.



Foto: *Park Row Building*

LOS RASCACIELOS DEL SIGLO XX.

1902. *Flatiron building*, Era uno de los edificios más altos de Nueva York, con 22 pisos y 87 m de altura, cuando finalizó su construcción en el año 1902. Es *National Historic Landmark* de Estados Unidos desde 1999.



Foto: *Flatiron Building*

1905. *Chicago Building*. El *Chicago Building* o *Chicago Savings Bank Building* es un edificio construido entre 1904 y 1905. Fue diseñado por el estudio de arquitectos *Holabird & Roche*, y es uno de los primeros y más significativos ejemplos de la *Escuela de Chicago*.



Foto: *Chicago Savings Bank Building*

1908. *Singer Building*, NYC. Rascacielos con los primeros ascensores eléctricos hasta 180 m de altura. Fue el edificio más alto del mundo entre 1908 y 1909. Demolido en 1967.



Foto: *Singer Building. Construcción.*

1909-1910. *Brooks Building* en Chicago fue ejemplo temprano de rascacielos con estructura de acero, diseñado por los arquitectos *Holabird & Roche*. El edificio fue declarado Monumento de Chicago el 14 de enero de 1997. Se determinó también elegible para su inclusión en el Registro Nacional de Lugares Históricos el 8 de octubre de 1982, sin embargo, no está formalmente incluido en el NRHP debido a los deseos del dueño de la propiedad.



Foto: *Brooks Building*, Chicago.

1913. *Woolworth Building* de *Cass Gilbert*, NYC. Fue el edificio más alto del mundo hasta 1930, cuando se construyeron el 40 Wall Street y el *Chrysler Building*. El *Woolworth Building* fue declarado Monumento Histórico Nacional en 1966.

1930. *Chrysler Building* de William van Alden, NYC. 77 plantas y 319 metros de altura, fue el edificio más

alto del mundo durante once meses, hasta que lo superó el *Empire State Building* en 1931.



Foto: *Woolworth Building*, NYC.

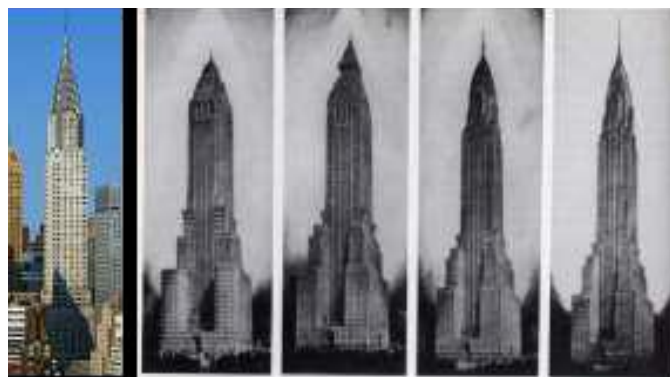


Foto: *El Chrysler Building* y la aguja emergiendo desde el interior del edificio.

1931. *Empire State Building*, NYC. Fue diseñado por William F. Lamb, socio de la empresa de arquitectura *Shreve, Lamb y Harmon*, quienes realizaron el proyecto del edificio en tan solo dos semanas. Fue el edificio más alto del mundo durante cuarenta años, desde su finalización en 1931 hasta 1971, año en que se completó la construcción de la torre norte del *World Trade Center*. Tras la destrucción del *World Trade Center* el 11 de septiembre de 2001, el *Empire State Building* se convirtió nuevamente en el edificio más alto de la

ciudad, hasta que fue otra vez sobrepasado por *One World Trade Center* el 30 de abril de 2012. Tiene una altura de 381 metros a nivel del piso 102; incluyendo los 62 metros del pináculo, su altura total llega a los 443 metros. Dispone de una cubierta al aire libre y una cubierta de observación en el piso 86. Fue designado Monumento Histórico Nacional en 1986.



Foto: *Empire State Building. En construcción*

1947-1952. *Unité d'habitation de Marseille.* Le Corbusier. También conocida como la *Cité radieuse*, diseñada por el arquitecto franco-suizo Charles Édouard Jeanneret-Gris, Le Corbusier, a partir de 1945, y construida entre los años 1947 y 1952, es un enorme bloque de vivienda colectiva de hormigón en bruto, que fue considerada por Reyner Banham como la primera obra auténticamente de post-guerra, en el sentido de que sus planteamientos innovadores evidencian un claro quiebre con la arquitectura moderna practicada previamente. Construida como un prototipo, esta obra sintetiza gran parte del trabajo experimental realizado por Le Corbusier desde 1920 en adelante, y fue aclamada como su contribución más significativa a la tipología de vivienda colectiva y catalogada dentro de las grandes obras arquitectónicas del siglo XX. En 2016 fue inscrita como Patrimonio Mundial de la Unesco.

1949-1970. Prefabricación pesada. Después de la II Guerra Mundial las necesidades de reconstrucción llevaron a diversos países a intentos sucesivos de dar el paso hacia la industrialización de la construcción. No hubo mayor diferencia tecnológica entre los diferentes sistemas de prefabricación desarrollados entre los 50 y los 70 (*Camus, Estiot, Tracoba, Veran Costamagna,*

Fiorio, Larsen&Nielsen...) grandes paneles y losas de concreto con uniones de concreto vaciado en sitio. Luego, en los países de la Unión Europea, a partir de los años setenta se produjo una disminución de la demanda de viviendas de edificios en altura, a favor de vivienda unifamiliar. A partir de los años 70-80 en casi todos los países de Europa occidental y del este (Francia, Inglaterra, URSS...) comenzaron a demolerse gran cantidad de estos edificios que ya no cumplían con los requerimientos técnicos y de habitabilidad vigentes, o que habían sido vandalizados por haber sido abandonados por sus antiguos ocupantes.

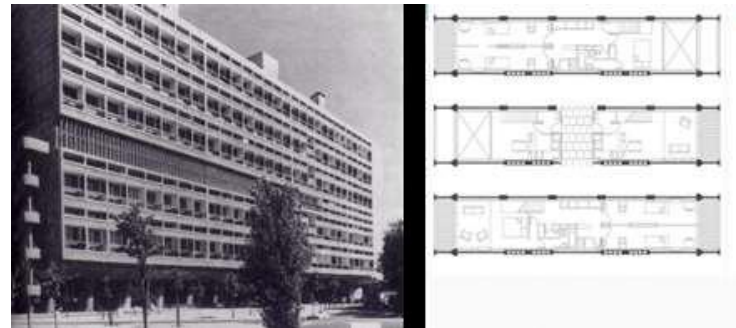


Foto: *Unité d'habitation de Marseille.*



Foto: *Prefabricación pesada en Europa años 50-60.*

1958. *Seagram Building.* Mies van der Rohe y Phillip Johnson, NYC. Es el único edificio de Nueva York diseñado por el maestro Mies van der Rohe. El *Seagram Building* innovó en su implantación urbana; con un retiro de unos treinta metros de la acera de Park Avenue, ofrece a la ciudad una tranquila y hermosa plaza, con una sencilla fuente de agua, que resaltan la belleza de la edificación. Su estructura de esqueleto metálico de acero, está recubierta por un magnífico *courtain wall* de perfiles doble T, extruidos de bronce, y cristal oscuro. El historiador Paul Goldberger ha dicho: «Los resultados probaron que el *Seagram*, si bien es una obra de arte, es

también un pobre modelo» Se refería a la enorme cajonería de cristal negro que hoy en día inunda las ciudades del mundo.

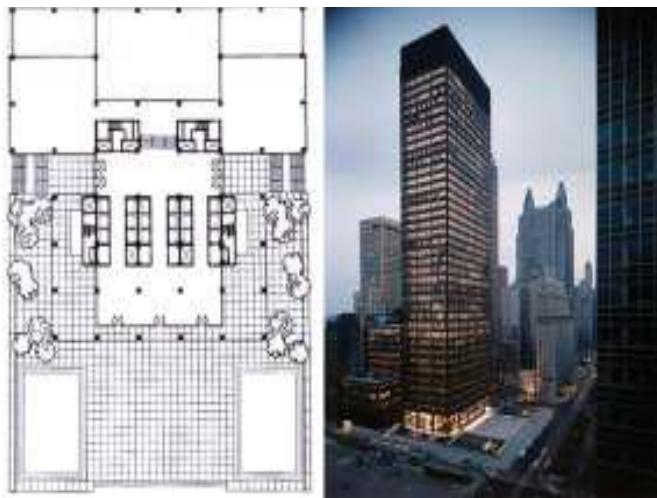


Foto: *Seagram Building*.

1962-1964. *Las torres gemelas de Marina City.* Chicago. Los balcones de los apartamentos (losas prefabricadas) están dispuestos como pétalos que vuelan de la estructura exterior de 16 columnas, que circunda el núcleo central circular de concreto de los ascensores, rodeado también de 16 columnas interiores que conforman el corredor de circulación. Cuando se inauguraron, las dos torres eran los edificios residenciales y las estructuras de hormigón armado más altas del mundo. El complejo se construyó como una “ciudad dentro de la ciudad”, con numerosas instalaciones como un teatro, gimnasio, piscina, pista de patinaje sobre hielo, bowling, tiendas y restaurantes, y, por supuesto, el puerto deportivo.



Foto: *Marina City*. En construcción y terminada.

1968. La tragedia de *Ronan Point*, un conjunto de edificios residenciales construidos en Londres entre 1967 y 1968, con la técnica del gran panel prefabricado. El 16 de mayo de 1968 en el piso 18 de uno de los edificios, un escape de gas produjo una explosión que hizo que los paneles de una esquina del apartamento produjesen un derrumbe progresivo. La explosión voló las paredes de carga del flanco, que soportaban los cuatro pisos superiores, levantando las losas del techo y del suelo. Los edificios del plan *Ronan Point* fueron demolidos progresivamente entre 1969 y 1980. En los 20 años siguientes al desastre, un gran número, si no la mayoría, de bloques prefabricados similares fueron demolidos en toda Europa y se realizaron cambios importantes en las regulaciones de la construcción, especialmente en lo referente al tipo de juntas de construcción entre paneles prefabricados.



Foto: *Ronan Point* después antes de la explosión.

1969. *John Hancock Center*, Chicago (*Skidmore, Owings & Merrill*): 344 metros. Absorbe las fuerzas de la gravedad y el viento, a través de su caparazón exterior formadas por una armazón de diagonales en X, que van de cara a cara de la estructura, y se conectan a las columnas. Concebida por Fazlur Kahn, fue posible por la incorporación de aceros de alta resistencia y soldadura de fusión, así como por los nuevos métodos de cálculo estructural facilitados por los avances en computación de los años sesenta.



Foto: *John Hancock Center*. En construcción.

1969. Primer hombre en la Luna. *Apolo 11* fue la misión espacial tripulada de Estados Unidos que logró el objetivo de que un ser humano caminara en la superficie de la Luna. ¿Alcanzar el cielo?



Foto: Armstrong y el módulo *Eagle*. Módulo *Columbia*. Amarizaje julio 24 de 1969.

1972. Demolición del conjunto *Pruitt-Igoe*. Un gran proyecto urbanístico desarrollado entre 1954 y 1955 en la ciudad de Saint Louis, Missouri, diseñado por el arquitecto Minoru Yamasaki, autor también, de las torres del *World Trade Center*, demolidas por un ataque terrorista en noviembre de 2001. Poco tiempo después de haberse construido, las condiciones de vida en *Pruitt-Igoe* comenzaron a decaer; y en la década de 1960, la zona ya se encontraba en pobreza extrema, con altos índices de criminalidad y segregación. El 16 de marzo de 1972, menos de 20 años después de construido, el primero de los 33 grandes edificios fue demolido por el gobierno federal. Los otros 32 restantes fueron derruidos en los siguientes dos años. Las dimensiones del fracaso de *Pruitt-Igoe*, provocó un intenso debate sobre política de vivienda pública².

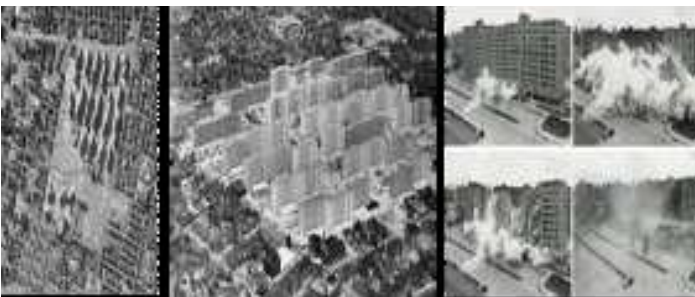


Foto: *Pruitt-Igoe*. Demolición por voladura.

1973-2001. *World Trade Center*, NYC. En 1972, las torres gemelas del *World Trade Center* (M. Yamasaki) de Nueva York, alcanzaron la altura de 417 metros y se convirtieron en la más altas del mundo, con una estructura de acero que Robert Stern describió así: “Más que un típico edificio de esqueleto de acero forrado en piedra o vidrio, es en esencia una cercha gigante de acero, que actúa como una pared portante: esto es, que es soportado fundamentalmente por las columnas exteriores espaciadas a corta distancia que, junto con sus miembros horizontales, forman un cuadrado perfecto, o una cercha del tipo Vierendeel”. Las excavaciones necesarias para fundar las torres permitieron crear, con la tierra extraída 93.100 metros cuadrados de nueva tierra desarrollable, a lo largo del frente ribereño del río Hudson, donde hoy se localiza *Battery Park City*. El WTC desapareció con el ataque terrorista del 11 de septiembre de 2001.



Foto: *World Trade Center*. 11 de septiembre de 2001.

Luego del derrumbe de las Torres del WTC de estructura de acero, puede decirse que todos los rascacielos han sido construidos con estructuras de hormigón armado.

1974. *Sears Tower* (ahora *Willis Tower*). En 1974, la *Sears Tower* de Chicago (*Skidmore, Owins & Merrill*), de 443 metros de altura, pasó a ser el edificio más alto del mundo. Además de su inhóspita implantación, los ocupantes estaban sujetos a los terribles efectos del viento, que hacía balancearse perceptiblemente al edificio, las columnas de las esquinas crujían y los paneles de las ventanas vibraban alarmantemente. En 1988, la empresa *Sears*, propietaria de edificio, reubicó a la mayoría de sus empleados en los suburbios; y luego de un intento fallido de vender el edificio, tuvo que emprender trabajos de renovación para poder llenar los 46 pisos de oficinas, entonces vacantes, y para resolver algunos de los problemas causados por la ambigüedad y poco atractivo de la plaza de acceso en planta baja, así

como por los molestos efectos del viento. A pesar de tales esfuerzos, la *Willis Tower* sigue destacándose sólo por su altura.



Foto: *Willis Tower (Sears Tower)*

1975. La Torre Nacional de Canadá (*Canadian National Tower*), o *Torre CN* es una estructura sin sostener por cables a tierra firme con una altura de 553,33 metros, y es la torre más alta de América. Cuenta con un observatorio localizado a los 447 m. Es considerada como una de las Siete Maravillas del Mundo Moderno por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.



Foto: *Torre Nacional de Canadá.*

1976. *John Hancock Tower.* (I.M. Pei & Partners). Terminada en 1976, diseñada como una enorme caja de vidrio que altera totalmente la armonía de la histórica *Copley Square* de Boston, donde se ubican dos obras maestras de la arquitectura del siglo XIX: *Trinity Church* (H. H. Richardson) y la Biblioteca Pública de Boston (McKim, Mead y White). Vibraba visiblemente y arrojaba cristales de la fachada sobre la histórica plaza que hubo de ser cerrada mientras se reparaba el edificio



Foto: *John Hancock Tower. La Biblioteca, la Torre y Trinity Church. La fachada rota.*

1983. *Torres de Parque Central, Caracas.* 225 m. de altura. Hasta el 2003 fueron los edificios más altos de América Latina.



Foto: *Parque Central. Edificios residenciales 44 pisos. Torres de oficinas 54 pisos.*

ASIA ASUME EL LIDERAZGO

1989. *Torre del Banco de China, Hong Kong.* Diseñada I. M. Pei, es uno de los edificios más característicos de Hong Kong. La planta más alta se encuentra a 288 m de altura, la última terraza a 305 m y a partir de ahí cuenta con dos mástiles que alcanzan los 367,4 m. de altura máxima. Fue construida en el año 1989 y está localizada cerca de la Estación Central MTR. Fue el edificio más alto de Asia hasta el año 1992 y fue el primero construido fuera de Estados Unidos en superar la altura de los 305 m.

1997. *Petronas Twin Towers.* César Pelli. Kuala Lumpur, Malasia. Alta tecnología de concreto. Con una altura de 452 metros y 88 pisos de hormigón armado, acero y vidrio, se han convertido en el símbolo de Kuala Lumpur. Las torres simétricas están unidas por un puente metálico en el piso 42, lo que sugiere la imagen

de una puerta hacia el centro de la ciudad. La empresa estatal petrolera *Petronas* es la propietaria del conjunto, equivalente a nueve edificios *Empire State*, ubicados en una ciudad con una población menor a la ciudad venezolana de Maracaibo.



Foto: Torre del Banco de China, Hong Kong



Foto: Torres *Petronas*, en construcción y Kuala Lumpur.

1998. *Jin Mao Tower*. Shanghai. El rascacielos, de 421 m de altura, proyecto de de *Skidmore, Owins & Merrill (SOM)*. Se trata de una estructura avanzada de concreto, acero estructural, acero inoxidable y vidrio, erigida alrededor de un núcleo central de concreto armado, fundada sobre un lecho arenoso (sin firme de roca), capaz de resistir tifones y terremotos, comunes en el área. El edificio de 88 plantas contiene espacios de oficina en sus primeras 50 plantas y un hotel *Grand Hyatt* construido alrededor de un atrio central en los últimos 34 pisos. Las fundaciones descansan sobre 1,062

pilas de acero de alta capacidad llevadas a 83.5m profundamente en la tierra para compensar condiciones del suelo de estratos superiores pobres. Los ejes de acero tienen uniones que actúan amortiguadores de las fuerzas laterales impuestas por vientos y temblores, y la piscina sobre el piso 57, actúa como un amortiguador pasivo. La pared cortina exterior está hecha de cristal, acero inoxidable, aluminio, y granito, y esta entrecruzada por un revestimiento de enrejado complejo hecho de tubos de aleación de aluminio.



Foto: *Jin Mao Tower*. En construcción

1998. *Edificio Taipei 101*. El rascacielos, que tiene forma de una caña de bambú, es tan estable como elástico; para lo que fue necesario hincar 557 pilares de acero a 80 m de profundidad. Sobre ellos descansa una plataforma de 9.000 toneladas de peso del mismo material. En cada uno de los ángulos del edificio se erigieron dos columnas con un perímetro externo de 3,0 x 2,4 m, y un grosor de las placas de acero de 8 cm. se rellenaron hasta el piso 62 con 65.000 toneladas de un hormigón extremadamente denso que proporciona al rascacielos una gran firmeza y solidez. Los expertos calculan que la oscilación en la cima del edificio puede ser de hasta 2,5 m. Para reducir la carga que esto supone, se instaló un amortiguador de vibraciones. El amortiguador de masa (*dampner*) del *Taipei 101* consiste en una bola de acero de 660 toneladas de peso y 5,5 m. diámetro que cuelga de 16 cables de acero entre los pisos 91 y 87. Cuando el edificio empieza a balancearse, el amortiguador se mueve en la dirección contraria, con lo que consigue estabilizar la torre y mantenerla en posición vertical permanentemente.

EN BÚSQUEDA DEL CIELO...

1998. *La Estación Espacial Internacional (International Space Station) o ISS*, es un centro de investigación construido y establecido en la órbita terrestre a una altura de 408 km, cuya construcción, administración, gestión y desarrollo están a cargo de la cooperación internacional, con la participación de la

Agencia Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (*NASA*), la Agencia Espacial Federal Rusa (*FKA*), la Agencia Japonesa de Exploración Espacial (*JAXA*), la Agencia Espacial Canadiense (*CSA*) y la Agencia Espacial Europea (*ESA*). La estación ha alcanzado unas dimensiones aproximadas de 110 m × 100 m × 30 m, con un volumen habitable equivalente a un cubo de 10x10x10 aunque distribuidos en una red de módulos. Según los planes, debería mantenerse en operaciones al menos hasta el año 2024. **La ISS Es uno de los mayores logros de la ingeniería de todos los tiempos.**

último nivel mecánico del *Burj Khalifa*, localizado a más de 500 metros de altura, solo queda el núcleo del edificio, el cual se subdivide hasta que termina en una punta, que es la antena. Hasta el piso 156 (586 metros) la estructura es de hormigón reforzado y en adelante, la estructura es de acero (más liviana).



Foto: El Taipei 1011 y el amortiguador de masa (*damper*): un espectáculo dentro del edificio.



Foto: *Downtown Burj Kalifa* y en construcción.

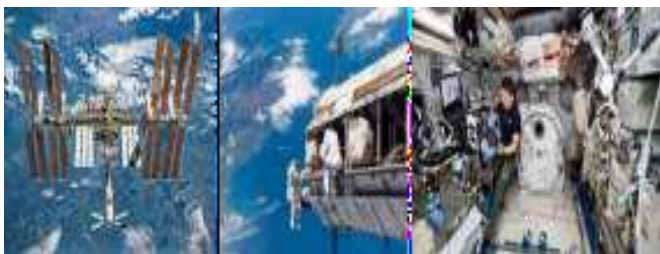


Foto: El Taipei 1011 y el amortiguador de masa (*damper*): un espectáculo dentro del edificio.

2010. *Burj Khalifa, Dubai.* 828 m de altura. Situado en el distrito *Downtown Burj Khalifa* de la ciudad de Dubái, en Emiratos Árabes Unidos, este rascacielos fue inaugurado el 4 de enero de 2010. El 17 de enero de 2009 el *Burj Khalifa* alcanzó su altura máxima de 828 metros, convirtiéndose en la estructura más alta del mundo. La base del edificio cuenta con un núcleo y tres secciones laterales que sobresalen de éste y ascienden cada una a distinta altura, formando una escalera en caracol que rodea el edificio para contrarrestar los fuertes vientos y las numerosas tormentas de arena en Dubái. A partir del

2018. *Jeddah Tower.* Anteriormente llamada *Kingdo Tower (Burj al-Mamlaka)*, es un rascacielos construcción ubicado en Yeda, Arabia Saudí. E proyecto se anunció el 2 de agosto de 2011 y está dirigido por el arquitecto Adrian Smith, quien también diseñó el *Burj Khalifa*, el actual rascacielos más alto del mundo. Inicialmente la construcción se elevaba a 1.600 metros, pero en mayo de 2008 los estudios de suelo revelaron que no sería posible, por lo que se redujo a 1.000 metros. La planta triangular, tiene el objetivo de soportar mejor las fuerzas ejercidas por los vientos. En abril 2018 la construcción de la torre de concreto se paralizó por supuestos problemas en la economía de Arabia Saudita. Para esta fecha, marzo de 2020 no se tiene fecha de terminación.

2020. *Dubai Creek Tower.* Santiago Calatrava. 1.300 m de altura. *Dubai Creek Tower* es una gigantesca torre de observación en construcción localizado en Dubái (Emiratos Árabes Unidos), cuya altura final superará los 1.300 m, lo que supone unos 472 metros más que el *Burj*

Khalifa, inaugurado en 2010, el edificio más alto del mundo en la actualidad. Se espera que también supere en altura a la *Jeddah Tower*, otro rascacielos en construcción con más de 1.000 metros de altura. El diseño de la torre incluye una distintiva red de cables de muy alta resistencia de acero tensados, que se unen a una gigante columna central de hormigón armado para garantizar la estabilidad estructural. En la parte superior de la torre hay un cogollo de forma ovalada que albergará diez plataformas de observación, incluyendo *The Pinnacle Room*, que ofrecerá vistas sin precedentes de 360 grados de la ciudad y más allá; también servirá como un faro de luz nocturno. Aparte de las cubiertas interiores, habrá muchas plataformas móviles más pequeñas semejantes a balcones en el borde de la cubierta. Estas fachadas giratorias pueden llevar a los visitantes a un espacio al aire libre para disfrutar de las impresionantes vistas. La Torre, presidirá el complejo turístico y financiero Dubai Creek Harbour, en el 2021, cuando la ciudad acoja la Exposición Universal.

En búsqueda del cielo...



Foto: *Estructuras más altas previstas para los 2020.*

EPILOGO

La construcción de grandes edificios, rascacielos de gran altura, la construcción de grandes puentes, represas, túneles y canales constituyen las obras de ingeniería donde se manifiestan los mayores avances en el campo de la tecnología de la construcción en nuestros tiempos. Sin embargo estos avances dependen también de los avances e innovaciones en otros campos y disciplinas de las ciencias tecnológicas y de las otras áreas de las ciencias. El Siglo XX fue el siglo de los grandes rascacielos, puentes, túneles, represas; pero en el siglo XXI se han hecho patentes los efectos del cambio climático y la influencia del sector construcción en la generación de gases invernadero y consumo de recursos no renovables. La pandemia del Covid-19 (2020) y el positivo impacto sobre el ambiente de la cuarentena general de personas y actividades productivas, de transporte y construcción, han demostrado de una manera contundente las causas antrópicas del cambio climático y la necesidad de un reenfoque de los conceptos de desarrollo y crecimiento, y del consumo de recursos naturales, con objetivos de búsqueda de un desarrollo sostenible armónico con la vida y la naturaleza³. Esta nueva constatación de los efectos de las acciones del hombre sobre la naturaleza, me atrevo a asegurar que será el final de la construcción de grandes rascacielos.

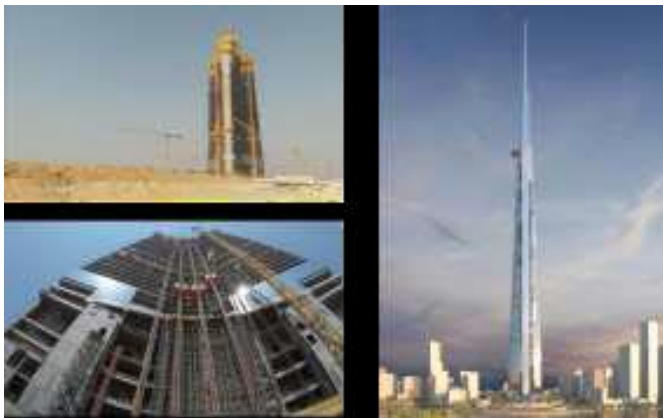


Foto: *Jiddah Tower en construcción.*



Foto: *Dubai Creek Tower en construcción.*

¹ Este artículo está basado en el trabajo del mismo autor: "Cronología comentada e ilustrada de la innovación y el cambio técnico en la construcción. De la antigüedad al siglo XXI. Caracas Marzo de 2020. [https://www.academia.edu/42605360/2020. CRONOLOGIA COMENTADA E ILUSTRADA DE LA INNOVACION Y EL CAMBIO TECNICO EN LA CONSTRUCCION](https://www.academia.edu/42605360/2020._CRONOLOGIA_COMENTADA_E_ILUSTRADA_DE_LA_INNOVACION_Y_EL_CAMBIO_TECNICO_EN_LA_CONSTRUCCION)

²[https://www.academia.edu/37807928/SOBRE_EL FRACASO DE LA CONSTRUCCION MASIVA DE VIVIENDAS COMPLETAS](https://www.academia.edu/37807928/SOBRE_EL_FRACASO_DE_LA_CONSTRUCCION_MASIVA_DE_VIVIENDAS_COMPLETAS)

³ Recomiendo la lectura del libro: Domingo Acosta. *Diseñar en el Antropoceno. La arquitectura más allá de la sostenibilidad*. Ediciones FAU-UCV, IDEC, Caracas, 2019.

[https://www.academia.edu/39951224/Diseñar en el Antropoceno la arquitectura más allá de la sostenibilidad](https://www.academia.edu/39951224/Diseñar_en_el_Antropoceno_la_arquitectura_más_allá_de_la_sostenibilidad)

Ver también: Alfredo Cilento Sarli. *Construcción sostenible, piezas para la investigación y la acción*. Colaboradores: Domingo Acosta y Alberto Lovera (comp).

[http://www.rniu.buap.mx/infoRNIU/mar16/2/lib construccion-sostenible piezas-investigacion-accion.pdf](http://www.rniu.buap.mx/infoRNIU/mar16/2/lib_construccion-sostenible_piezas-investigacion-accion.pdf)