

Algunos aspectos estructurales que han influido en la evolución de la arquitectura de gran altura



Robert Brufau Niubó

Doctor Arquitecto.

Universidad Politécnica de Catalunya (UPC)

Resumen

Como arquitecto especializado, desde hace 45 años, en la consultoría estructural en la edificación, no puedo evitar, cuando se me pide que escriba unas líneas sobre el sentido arquitectónico de los rascacielos entendidos como edificios en altura, tamizar mis comentarios a través del análisis de los avances estructurales que han hecho posible su evolución. Esta apreciación puede ser, en este caso, limitativa, al considerar que son muy numerosos, e igualmente importantes, los factores que han acompañado este camino hasta llegar a la percepción actual sobre este tipo de edificios.

Cuando hablamos de edificios en altura, lo primero que imaginamos es una superposición abundante de forjados, entendidos como elementos horizontales que comparten sensiblemente su proyección en planta, quedando definidos por una envolvente, más o menos compleja, sus límites en planta. La altura es la dimensión dominante en los rascacielos, y, sin embargo, es la existencia de numerosas plantas horizontales dispuestas con un cierto ritmo, el factor que los diferencia de las torres, entendidas como un elemento esbelto, aunque menos condicionado por una división en unidades funcionales que se superponen unas encima de las otras.

Palabras clave

Rascacielos, torres, resistencia de materiales, sistema constructivos, silueta urbana, fachadas

Abstract

As a architect of 45 years' standing and consultant specialised in building structures, on being asked to write some lines on the architectural sense of skyscraper, when taken as tall buildings, I cannot filter or condition my comments purely through the analysis of the structural progress that has made their development possible. This appreciation may be, in this case, restrictive in view of the numerous and equally important factors that have accompanied this progress to the point of reaching our current perception regarding this type of building.

When we speak of tall buildings, the first thing we imagine is series upon series of floor slabs, when taken as horizontal elements that generally share the same plan dimensions and defined by a surrounding facia, of greater or lesser complexity that confines these horizontal elements. Height is the dominating dimension of skyscrapers, yet it is the presence of numerous horizontal floors set at certain regular intervals that differentiates these from the simple tower, when taking this as a slender element, though one less conditioned by division in functional units that set one on top of another.

Keywords

Skyscrapers, towers, strength of materials, building systems, urban, facades

Referencias naturales de la construcción en altura

La naturaleza nos ofrece numerosos ejemplos de arquitectura en altura, comenzando en el mundo animal por las espectaculares torres de barro que levantan un cierto tipo de termitas, continuando con las infinitas formas de crecimiento vegetal de árboles y plantas, pasando asimismo por las rocas erosionadas por la acción del viento y por la formación de estalagmitas a compresión, producidas

por la caída de gotas de agua conteniendo calcita que se desprenden de las estalactitas, suspendidas del techo, con un interior a menudo hueco, a manera de un tubo trabajando a tracción con un esbelto alzado definiendo una forma ligeramente cónica, aunque invertida. Las referencias a estos y otros elementos naturales habrían tenido, sin duda, influencia en las construcciones del hombre a lo largo de la historia.



Fig. 1. Termitero



Fig. 2. Palmera

Fig. 3. Piedra erosionada
en la Capadocia

Fig. 4. Formación de estalagmitas

La percepción evidente de la capacidad resistente y estable de las diferentes formas naturales caracterizadas por su desarrollo en altura es el referente inicial para la creación de numerosas tipologías constructivas basadas en la verticalidad. No podemos, pues, desconsiderar que la torre existe desde que los seres humanos construyen.

Diversas construcciones en altura anteriores a la arquitectura moderna

Las chimeneas de todo tipo son una constante en la mayoría de civilizaciones, a partir del momento en que es necesario lanzar al aire, y a una cierta altura, los humos derivados de una combustión. Las variaciones sobre esta tipología constructiva son infinitas, pero suele prevalecer su carácter específico como elemento tubular con un conducto central vertical definiendo un cuerpo cerrado, normalmente de planta circular, en el que la dimensión vertical es claramente dominante sobre las restantes. El elevado radio de giro de sus secciones favorecería un buen comportamiento frente a posibles inestabilidades por

pandeo. También los constructores de pirámides buscaban alcanzar alturas importantes, pero lo hacían con otros criterios, planteando plantas cuadradas que escalonaban su altura en búsqueda de una mayor durabilidad y estabilidad. La finalidad representativa de estas construcciones sería básicamente simbólica, aunque implicase una serie de conceptos mucho más complejos. La helicoidal Torre de Babel encajaría en este punto del discurso. A lo largo del tiempo, la mayor parte de las religiones hicieron uso de las construcciones verticales para favorecer una percepción espiritual a distancia, llenándose el mundo de torres de campanario, de pagodas y de minaretes, construcciones, todas ellas, de una gran esbeltez, precursoras geométricas del moderno rascacielos.

Durante el renacimiento italiano aparecieron ya las célebres torres de planta sensiblemente cuadrada, con dimensiones muy limitadas en planta (raramente superaban los 10 metros de lado) cuya finalidad era otorgar la máxima notoriedad a las familias que las levantaban, al poner en relación su poderío



Fig. 5. Chimenea industrial de la Bóvila Almirall (terrassa). Fig. 6. Gran pirámide de Keops. Fig. 7. Pagoda china. Fig. 8. Torre de Babel. Fig. 9. Minarete de la Mezquita de Ortahisar (Turquía). Fig. 10. Campanile de San Marcos (Venecia). Fig. 11. Campanario de la Catedral de Ulm (Alemania)



Figs. 12 y 13. Las torres de San Geminiano. Fig. 14. Bolonia durante el renacimiento. Fig. 15. La Torre Asinelli, la más alta que se conserva en Bolonia

con la altura alcanzada. La finalidad de estas construcciones, muy frecuentes en las ciudades toscanas como Bolonia o San Geminiano, por citar sólo las más célebres, era, en este caso, una exhibición del poder de quien las levantaba. Sin embargo, siendo limitada la dimensión del cuadrado de su base, pretender elevarse en exceso comportaría el riesgo de un colapso por falta de estabilidad o por superación de las tensiones admisibles de los materiales componentes, al quedar, por ejemplo, solicitadas las torres a fuertes vientos ocasionales. El más que posible ridículo que, sin duda, acompañaría el colapso podría comportar una autolimitación en la intensidad del poder que debería tener quien hubiera optado por manifestar su potencia de esta manera. La flexocompresión y las inestabilidades de todo tipo, por un lado, y el ansia de manifestar el poder a través de la altura, por el otro, serían, en estos casos, los dos factores más importantes en el planteamiento de estas construcciones. Imagino la responsabilidad y el temor de los arquitectos o constructores encargados de levantar estas torres, en ocasiones con alturas que alcanzaban a superar los 100 metros.

La necesidad de almacenar grano o agua, por un lado, o de comunicarse a distancia, por otro, llevó a los ingenieros a la construcción de diferentes tipos de torres que pudiesen transmitir diversas señales a distancias cada vez mayores. Aparecieron así diferentes tipos de construcciones, generalmente caracterizadas por su desarrollo en altura, siguiendo siempre la evolución de las técnicas de cada momento. Surgieron los faros, los molinos, las torres de transporte de electricidad, telefonía y telecomunicaciones en general, las torres de retención de agua y los silos de elevación para almacenamiento de trigo. Los materiales disponibles en cada momento y lugar, conjuntamente con las particularidades constructivas de cada zona eran los principales condicionantes para cada situación específica. En otro orden de cosas, el conocimiento técnico y la capacidad de análisis mejoraba permanentemente y, por ello, las diferentes tipologías de torres no edificatorias siguieron evolucionando.

La llegada de la Revolución Industrial propició la llegada del apasionante siglo XIX, caracterizado por la necesidad de mani-

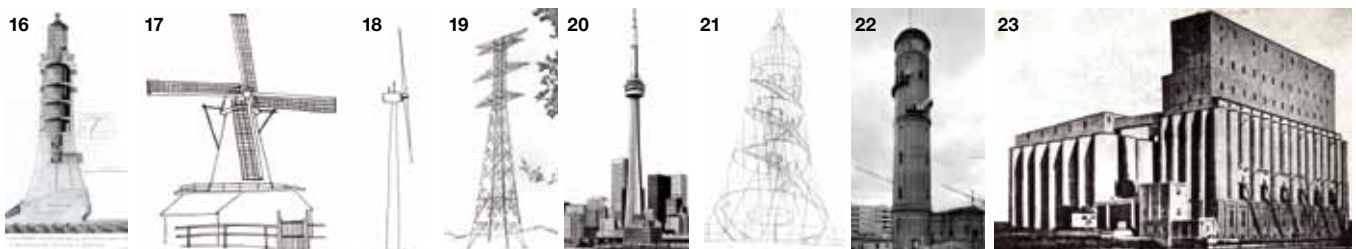


Fig. 16. Faro de Eddystone (siglo XIX). Fig. 17. Molino de aspas (siglo XVIII). Fig. 18. Aerogenerador eólico (siglo XX). Fig. 19. Torre eléctrica (siglo XX). Fig. 20. Torre de telecomunicaciones de Toronto (siglo XX). Fig. 21. Torre mirador de Killerberg en Stuttgart (siglo XX). Fig. 22. Torre de las aguas del Besos en Barcelona (siglo XIX). Fig. 23. Silos de elevación canadienses (siglo XX)

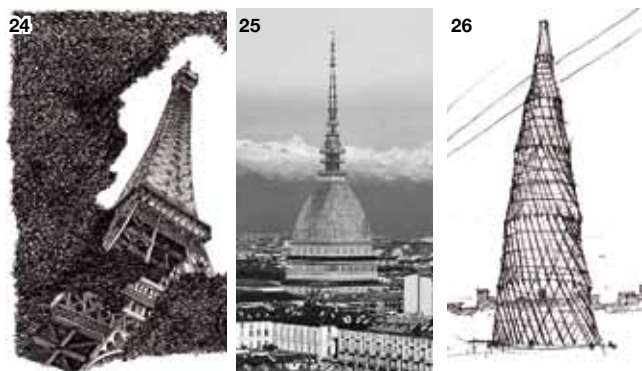


Fig. 24. Torre Eiffel de París. Fig. 25. Mole antonelliana de Turín.
Fig. 26. Torre de Telecomunicaciones de Moscú

festar la potencia constructiva de determinados materiales. La capacidad productiva de cada país y la necesidad de demostrar lo que podría lograrse con los nuevos materiales propiciaron la aparición de nuevas construcciones en altura. En este contexto es remarcable la construcción de la parisina Torre Eiffel, el año 1889, con una altura superior a los 300 metros, para mostrar al mundo los avances que se podían alcanzar haciendo uso de la estructura metálica. Unos años antes (1863) Alessandro Antonelli inició en Turín la construcción de la célebre Mole Antonelliana, reivindicando el uso exclusivo de la fábrica de ladrillo, alcanzando así una altura de 167 metros, impensable por aquella época para un edificio en altura.

Antes de que finalizase el siglo XIX, el ingeniero ruso Vladimir Soukhov había comenzado a levantar altísimas torres de telecomunicaciones, con técnicas constructivas absolutamente novedosas, comenzando a utilizar hiperboloides con propuestas formales asentadas en la extraordinaria ligereza que puede aportar el trabajo “por la forma” basado en planteamientos geométricos que posibiliten el trabajo a esfuerzos axiales puros, minimizando la presencia de esfuerzos cortantes y flectores en la estructura. Soukhov culminó sus experiencias constructivistas con el izado de la célebre Torre de Telecomunicaciones de la Calle Shabolovska de Moscú (1921), prevista para una altura cercana a los 350 metros, que, finalmente, se vieron reducidos a algo menos de la mitad.

Los inicios de los grandes rascacielos modernos: la Escuela de Chicago

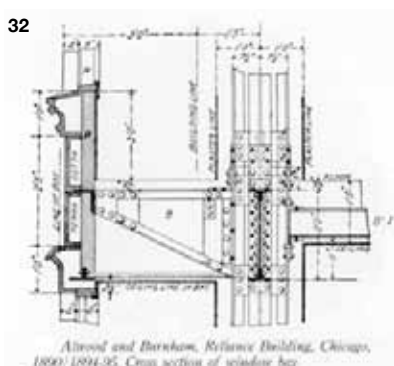
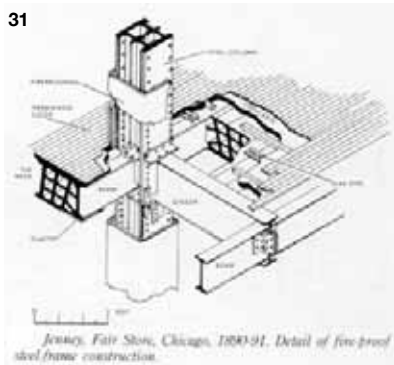
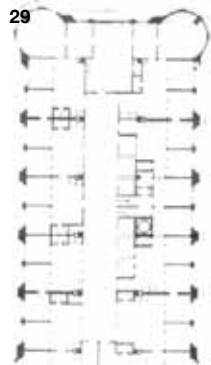
Los grandes edificios clásicos, como los templos griegos o romanos, las basílicas bizantinas, las iglesias o los palacios renacentistas, e incluso ciertas muestras de la arquitectura monumental de los siglos XVIII y XIX se basaron en la consecución de un orden, utilizando, para conseguirlo, ciertas disposiciones

pautadas, en planta y alzado, de los elementos resistentes. Los planteamientos estructurales identificaron esta necesidad de orden, preferentemente horizontal en sus inicios, que se fue extendiendo a la construcción en altura, acompañando posteriormente su evolución a lo largo de los últimos ciento-cuarenta años.

Un ejemplo muy adecuado para comenzar este subcapítulo lo tenemos en la arquitectura de la Escuela de Chicago, cuando, como consecuencia del gran incendio de 1871 que destruyó una buena parte de la ciudad, se tuvo que proceder a su reconstrucción. La necesidad de volver a levantarla propició un movimiento arquitectónico fascinante, ya que lo que se propuso no tenía nada a ver con lo que se había hecho hasta aquel momento. La tentación de mimetizar las nuevas construcciones con las antiguas, introduciendo en ellas, por ejemplo, una componente neogótica o ecléctica dejó paso a unos planteamientos radicalmente diferentes. Ya comenzaban a surgir métodos de cálculo numérico bastante seguros como para arriesgarse a levantar edificios mucho más altos (entre 10 y 18 plantas fue la tónica habitual para los primeros rascacielos que se proyectaron). Un factor decisivo en esta evolución lo encontramos en la rápida evolución del mundo de los ascensores y elevadores, lo que contribuyó a la desaparición de los límites al crecimiento en altura.

Por otro lado, la llegada de un grupo de arquitectos de muy alto nivel, como Henry Hobson Richardson (1838-1886), Daniel Burnham (1846-1912), John Root (1850-1891), Louis Sullivan (1856-1924), y, muy especialmente, del ingeniero y arquitecto William Le Baron Jenney (1832-1907), fue decisiva para lograr que el nuevo espíritu acabase imponiéndose y el actual Chicago se convirtiese en una realidad.

Los aspectos principales de la arquitectura de esta Escuela hay que encontrarlos, al margen de la mayor facilidad para construir en altura, en la necesidad de liberar el espacio de pesados y molestos muros de carga. Ya en los primeros proyectos se substituyeron los muros lineales por columnas puntuales repartidas ordenadamente en el interior de las plantas, y, muy pronto, se dio el segundo gran paso, al sustituir la piel masiva –y muy gruesa– de fábrica cerámica o pétreo, por columnas ritmadas de manera que posibilitasen mayores oberturas para favorecer la entrada de la luz, manteniendo, no obstante, un orden compositivo muy disciplinado. Finalmente, un nuevo aspecto resultó decisivo: la posibilidad de utilizar nuevos materiales, como el acero y el vidrio, que permitieron cambiar completamente la concepción plástica y espacial de los edificios.



Figs. 27 a 32:
algunos aspectos
arquitectónicos y
estructurales de los
primeros rascacielos de
la escuela de Chicago

¿A quién se puede atribuir el mérito estructural de los rascacielos de la Escuela de Chicago? Al margen de Le Baron Jenney, quien, por su formación, estaba bastante preparado para hacerlo, se contó con el trabajo de algunos ingenieros estructurales, como Charles L. Ströbel y W.S. Smith, pero poco se conoce de su actividad. Del primero de ellos sabemos, sin embargo, que calculó, para Le Baron Jenney, la estructura del Home Insurance Building (1884).

La evolución posterior de los edificios en altura

Los edificios de aquellos primeros años (1880-1900) se mantuvieron con alturas razonables, pero el camino estaba abierto, y con pocas décadas de distancia las alturas fueron creciendo, y así treinta, cincuenta, cien plantas, y más, se alcanzaron bien pronto. El año 1930 se inauguró el Chrysler Building (arquitecto: William Van Alen) en Nueva York, con 78 plantas y 301 metros de altura. Tan solo dos años más tarde finalizó el Empire State Building (arquitecto: William F. Lamb), también en Nueva York, con 101 plantas y 381 metros, y esto no hacía más que comenzar. Fue necesario llegar al año 1973, cuando se acabaron las infortunadas torres gemelas (arquitecto: Minoru Yamasaki), que con una altura de 417 metros superaron los 381 metros del Empire.

A lo largo del primer cuarto del siglo XX, arquitectos de primera línea como Ludwig Mies van de Rohe, Auguste Perret, Le Corbusier, Ludwig Hilberseimer o Walter Gropius, e, incluso, el propio Antoni Gaudí, habían propuesto ya edificios en altura. De todos ellos, el que tuvo mayor relevancia en este campo fue Mies van de Rohe (1886-1969). En Alemania, el año 1921, había realizado ya el proyecto futurista de un rascacielos de acero y vidrio para ubicarlo en la Friedrichstrasse de Berlín. Años más tarde utilizó esta técnica para proyectar, por ejemplo, las dos torres de apartamentos del Lake Shore Drive, en Chicago (1951). Posteriormente, Mies levantó rascacielos tan importantes y representativos como el edificio Seagram en Nueva York (1958) o la torre IBM en Chicago (1970).

Es interesante recordar algunas de las reflexiones de Mies van de Rohe respecto al papel de sus estructuras: "... El principio de un orden estructural se ha contemplado a lo largo de todas las grandes épocas arquitectónicas. Morfológico y orgánico a la vez, este orden se convierte en una condición imprescindible donde la forma se convierte en una consecuencia de la estructura y no en la razón de la construcción... La estructura es un concepto filosófico, un todo de abajo hacia arriba, hasta el último detalle, basado sobre las mismas ideas..."



Fig. 33. Chrysler building.

Fig. 34. Empire State building.

Fig. 35. Silueta de la ciudad de Nueva York

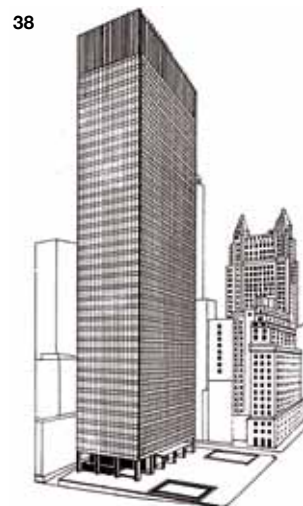
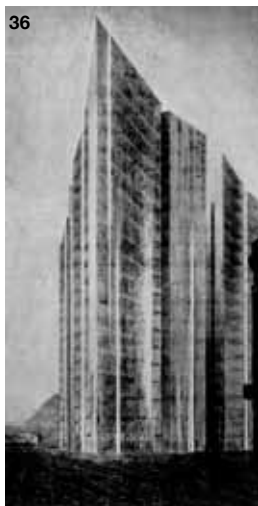


Fig. 36. Propuesta para la Friedrichstrasse. Berlín. Fig. 37. Torres de Lake Shore Drive. Chicago.

Fig. 38. Seagram building. Nueva York. Fig. 39. Torre IBM. Nueva York

“... El vigor creativo de un principio general depende, precisamente, de su generalidad... A esto es a lo que me refiero cuando hablo de estructura en la arquitectura. No se trata de ninguna solución especial, sino de una idea general...”.

El año 1922 ocurrió un hecho importante en la evolución conceptual de los grandes rascacielos, cuando se convocó un Concurso Internacional para construir la nueva sede del Chicago Herald Tribune, al que se presentaron los principales arquitectos de todo el mundo. Howells & Hood resultaron vencedores, con un edificio proyectado con criterios marcadamente neogóticos. Los planteamientos de la arquitectura internacional fueron derrotados en beneficio de una construcción muy alejada de los primeros planteamientos realmente modernos. Los estilos del

pasado se impusieron a posturas más evolutivas, y el acontecimiento supuso un cierto freno a las nuevas tendencias. Afortunadamente la situación pudo ser reconducida y la evolución continuó en la línea que, básicamente, había marcado Mies van der Rohe, basando la arquitectura de estas construcciones en la forma sugerida por su planteamiento estructural.

Más recientemente, los diseñadores estructurales de los grandes rascacielos han adquirido mayor popularidad, destacando, por encima de todos ellos, la figura del hindú Fazlur Khan (1929-1982), quien proyectó la estructura, entre las de otros rascacielos, del edificio John Hancock Center en Chicago (1970, arquitectos: Skidmore & Owings & Merrill, grupo SOM) y de la torre Sears, también en Chicago (1974, arquitecto: Bruce

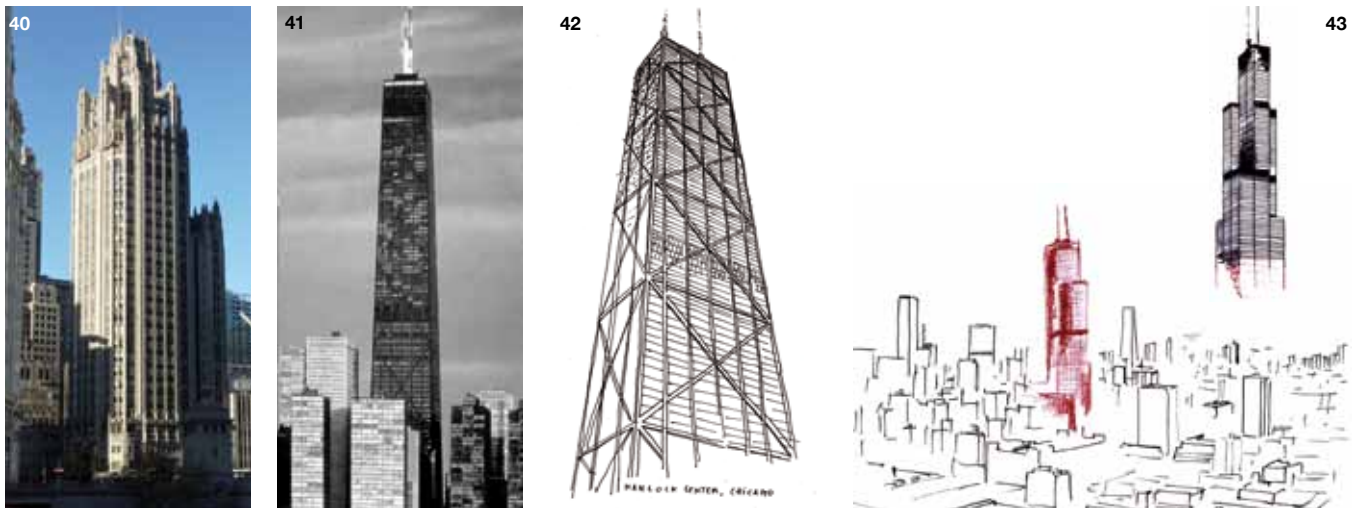


Fig. 40. Chicago Herald Tribune. Figs. 41 y 42. John Hancock Center. Chicago. Fig. 43. Torre Sears. Chicago

Graham, grupo SOM), todos ellos con potentes estructuras metálicas.

Se había creado una colección de tipos concretos para la construcción de los rascacielos, de manera que a cada altura le correspondía una determinada solución estructural, u otra, como si de un repertorio de optimización se tratase. Esto no es, en absoluto, un demérito para el planteamiento estructural de sus arquitectos, sino más bien lo contrario, ya que se imponía un tipo de disciplina optimizada para cada situación concreta de altura y de forma de la planta arquitectónica. Los edificios en altura posteriores continuaron basándose en estos principios de orden y optimización, levantando sus arquitectos numerosos ejemplos admirables en esa línea (F. L. Wright, C. Pelli, M. Yamasaki, R. Rogers, N. Foster, R. Piano, K. Tange, I. M. Pei,...).

Un nuevo fenómeno ha comenzado, sin embargo, a manifestarse con la llegada del siglo XXI: el rascacielos se ha convertido paulatinamente en un referente icónico, asumiendo el papel

definidor de la silueta de cualquier gran ciudad. El atrevimiento de algunos arquitectos de élite de los últimos años ha propiciado nuevas geometrías y planteamientos mucho más osados, amparados en métodos de análisis más ambiciosos y en una superior capacidad de los sistemas de representación gráfica para la generación de geometrías especiales. Han surgido, así, edificios en altura ciertamente rompedores de los planteamientos optimizados del último cuarto del siglo XX. Como ejemplos más representativos podemos mencionar proyectos de Rem Koolhaas, de Santiago Calatrava, de Zaha Hadid, de Dominique Perrault, de Enric Miralles y Benedetta Tagliabue o de Louis Kahn y de tantos otros. Se trata de obras que tienen un lenguaje propio, no siempre concordante con los planteamientos arquitectónicos del resto de su obra. El arquitecto deja de entender los proyectos en altura como propuestas que deben mantener una coherencia conceptual con su obra anterior, como ocurría, por ejemplo, en la obra de Mies van der Rohe, para lanzarse en busca de nuevas formas que puedan ser analizadas por sí mismas, de manera independiente respecto al resto de sus propuestas anteriores.

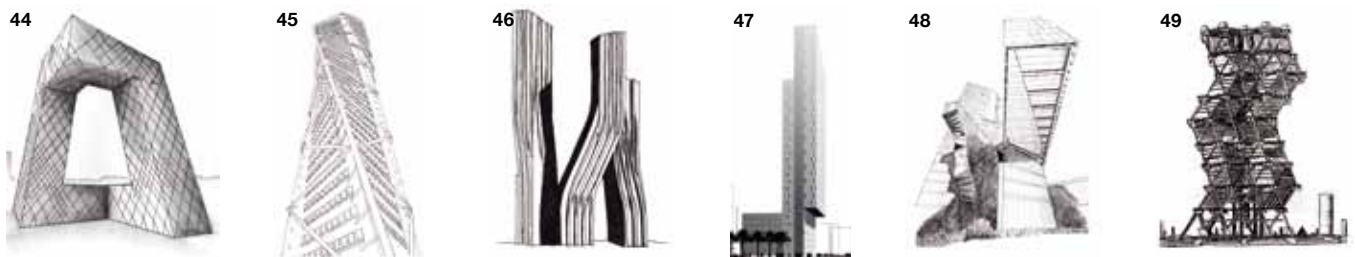
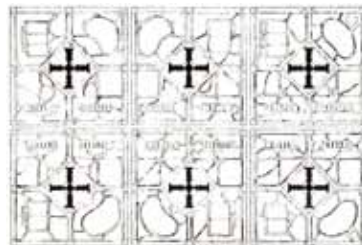


Fig. 44. Rem Koolhaas. Edificio CCTV. Pekín. Fig. 45. Santiago Calatrava. Turning Torso. Malmoe. Fig. 46. Zaha Hadid. Signature towers. Fig. 47. Dominique Perrault. Hotel Habitat Sky. Barcelona. Fig. 48. E. Miralles y B. Tagliabue. Gas Natural Barcelona. Fig. 49. Louis Kahn. City tower. Filadelfia

Esta singularización de los proyectos en altura ha influenciado y conducido recientemente a los proyectistas de edificios en altura, y lo ha hecho en dos direcciones menos atractivas. Por un lado, hacia el logro de un objetivo basado en la necesidad de ir superando el pasado a base de alcanzar récords de altura o de esbeltez en las zonas de actuación, como ocurría en el pasado con ocasión de la construcción de puentes que debían superar los anteriores registros de luz a salvar para cada tipología, y, por el otro, hacia la masificación de extraños edificios en altura, concentrados, de manera a menudo poco razonable, en zonas de alta densidad edificada, siguiendo planteamientos especulativos que poco o nada tienen que ver con las necesidades de una ciudad o un territorio. En este sentido resultan decepcionantes las caóticas intervenciones en altura que en estos últimos años se están produciendo en numerosas ciudades asiáticas o sudamericanas, con siluetas urbanas caracterizadas por una ausencia total de amabilidad. La pérdida de la emoción ante la arquitectura en las nuevas ciudades es, para mí, evidente, y me produce una cierta tristeza contemplar crecimientos como algunos de los que se exponen a continuación.

58



59



60



Figs. 58 y 59. Ciudad-torre de Le Corbusier.

Fig. 60. Ciudad-torre de A. Perret

50



51



52



53



54



55



56



57



Figs. 50 a 57: siluetas de Shangai, Doha, Dubai, Hong-Kong, Tokio, Sidney, Sao Paulo y Singapur

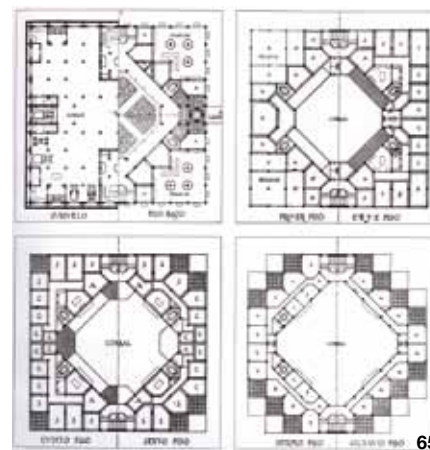
Cuán lejos queda esta realidad descontrolada respecto a las propuestas que muchos años antes habían elaborado arquitectos de tanto prestigio como Le Corbusier o Auguste Perret con sus 'ciudades-torre' proyectadas entre 1920 y 1922. Allí los edificios en altura surgían como una necesidad para conseguir densidades razonables en un contexto urbanístico que tenía en cuenta muchos factores favorables: asoleamiento, posibilidad de grandes zonas ajardinadas, excelentes perspectivas visuales, facilidad de desplazamiento, posibilidades de seriación constructiva, etc... Nada que ver con el caos de los últimos crecimientos en altura.

Dos propuestas singulares de edificios en altura: las ideas por Piero Portaluppi y por Antoni Gaudí

Pocos arquitectos presentan un perfil profesional con una obra tan dispersa y errática como el milanés Piero Portaluppi (1888-1967). Sin ser un arquitecto de primera línea, destacó especialmente en la construcción de centrales hidroeléctricas entre 1913 y 1927. Construyó cerca de una docena de ellas, con estilos que difícilmente podrían encajar dentro de alguno de los movimientos que se movían en Europa a lo largo de aquellos años. Durante el período entre 1926 y 1930 proyectó, sin embargo, diversos pabellones expositivos y pequeños edificios de vivienda con un estilo arquitectónico muy próximo a la arquitectura que se proponía desde los movimientos racionalistas más próximos.

El interés de Portaluppi, sin embargo, no lo encontramos en su obra construida, muy abundante a lo largo de más de 50 años, sino en sus planteamientos utópicos para la construcción de ciudades o barrios del futuro. Era la década de los años veinte cuando realizó tres de sus propuestas más apasionantes. La

primera de ellas es la 'ciudad nueva' de Allabanuel, que proyectó allá por el año 1920 como una opción para una ciudad residencial del futuro, con numerosos bloques integrados en un conjunto muy isótropo con alzados y plantas escalonados.



Figs. 64 y 65.
Esquemas de la ciudad utópica de Allabanuel



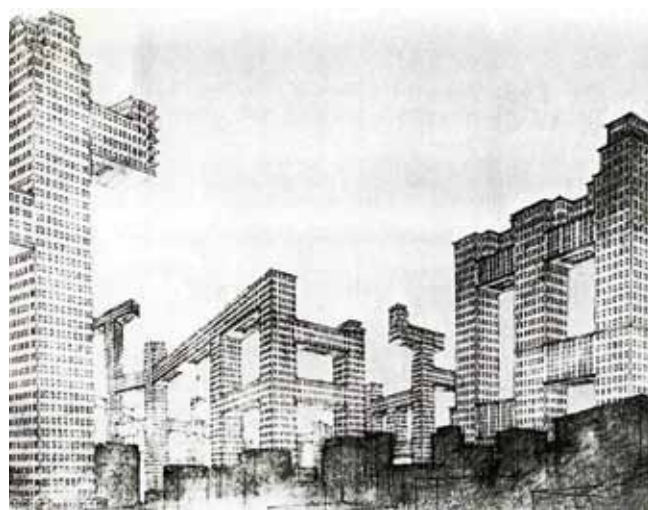
Figs. 61 a 63. Pabellones para exposiciones



Figs. 66 y 67. Capilla y jardinera escalonada

Estas geometrías escalonadas no representan un caso especial dentro del conjunto de su obra, ya que las había propuesto en numerosas ocasiones en diversos proyectos y diseños, como se ve en las imágenes adjuntas, correspondientes a una pequeña capilla y a una jardinera. En el interesante libro 'Piero Portaluppi, línea errática dentro de la arquitectura del Novecento' se pone en relación el proyecto de Allabanuel con algunos proyectos del arquitecto francés Henry Sauvage (1873-1932), un auténtico pionero en el uso del hormigón armado y en la utilización de la técnica del prefabricado en la edificación en altura.

El segundo proyecto utópico de Portaluppi fue la propuesta para la 'ciudad futura' de Hellytown, pensada el año 1925, con numerosos bloques de gran altura que se conectan entre ellos mediante edificios-puente. Se podría hablar de una propuesta a mitad de camino entre los futuristas italianos, como Antonio Sant'Elia y Mario Chiattone, por un lado, y los constructivistas soviéticos, como El Lissitzki, Nicolas Ladowski o Iakov Tchernikov, nombres, todos ellos, que



68. Ciudad utópica de Hellytown

tuvieron una notable influencia en las arquitecturas progresistas posteriores.

Al margen de Portaluppi, he mencionado seis arquitectos pioneros, cuya obra principal se sitúa entre 1910 y 1930. Todos ellos hicieron propuestas de construcción en altura, y en todos los casos las plantearon como la continuación lógica de su manera particular de entender la arquitectura. La incipiente tipología de edificios muy altos les ofrecería, por encima de todo, una vía para prolongar sus inquietudes arquitectónicas o estilísticas. El conocimiento estructural difícilmente lo aportarían desde sus propios gabinetes, siendo inevitable confiárselo a equipos más preparados, y, sin embargo, la correspondencia biunívoca entre la estructura y la arquitectura a la cual aquella debía servir tendría que ser entendida como una exigencia imprescindible. Pero estamos en los inicios de esta nueva tipología edificatoria, y los intentos raramente fueron ejecutados, quedándose en sugerencias para una posible evolución futura. Estas son algunas de las propuestas arquitectónicas de estos autores para sus edificios en altura (ver figuras 69 a 74).

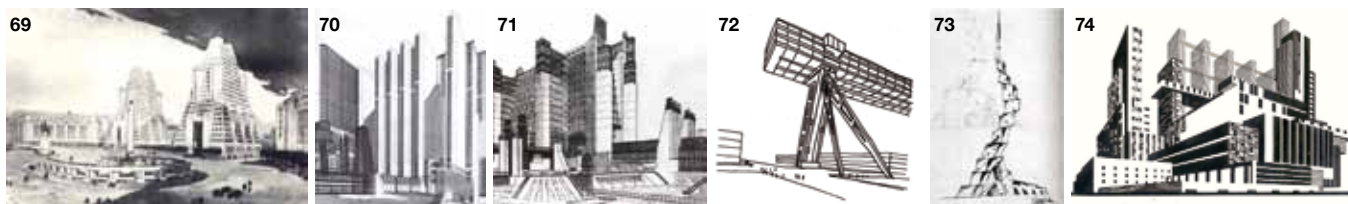


Fig. 69. Henry Sauvage. Proyecto para la Porte Maillot (París, 1931). Fig. 70. Mario Chiattone (~1914).

Fig. 71. Antonio Sant'Elia (~1913). Fig. 72. El Lissitzki y Mart Stam, Rascacielos horizontal (~1924).

Fig. 73. Nicolas Ladowski (~1921). Fig. 74. Jakob Tchernikov (~1924)

Volvamos ahora a Piero Portaluppi y a la tercera de sus grandes propuestas utópicas para la arquitectura del futuro. El año 1920 se inventó un encargo de una dudosa sociedad SKNE (SK-yli-NE) para estudiar la construcción de un edificio de gran altura en Nueva York. La propuesta contemplaba una torre de unos 90 pisos de altura, con una altura de 316 metros que, de haberse construido habría representado el mayor logro jamás alcanzado en edificios de este tipo hasta el momento (recordemos que el Chrysler Building y el Empire State Building, que por dimensión podrían ser considerados cercanos a la propuesta SKNE, se construyeron a lo largo de la década de los treinta). Como una complejidad adicional cabe mencionar que las 60 plantas superiores estaban apeadas por cuatro esbeltas columnas-torre, de unos 110 metros de altura, dejando un gran espacio libre entre ellas, debajo de la proyección en planta del rascacielos superior.

Curiosamente, este proyecto, que en su tiempo debió ser considerado una locura visionaria, no parece inconstruible, al producirse la descarga del cuerpo superior sobre el gran vacío central con un escalonamiento en toda la altura de unas 15 plantas de altura, lo que facilitaría su viabilidad al movilizar la captura de la carga por cortante a través de una gran cantidad de puntos de recepción. En cualquier caso, el proceso de cálculo hubiera marcado definitivamente las limitaciones de esta solución ante solicitudes importantes de viento o sismo. Detectamos en el diseño del edificio una de las características arquitectónicas del resto de la obra de Portaluppi: la presencia de elementos escalonados, en las 15 plantas de transición y en las siete plantas

superiores. Podemos concluir remarcando el atrevimiento de la propuesta, en la línea de osadía que siempre caracterizó al personaje. Parece ser que el encargo fue una invención, pero es incuestionable el interés que la solución tenía.

Portaluppi proyectó su rascacielos SKNE en el año 1920. Sin embargo, diez años antes, el arquitecto catalán Antoni Gaudí (1852-1926) estuvo trabajando durante tres años en el proyecto del Hotel Attraction, en el corazón de Manhattan, en el mismo solar donde posteriormente se emplazarían las Torres Gemelas del World Trade Center. No están claras las circunstancias del encargo, puesto que todo parece remitir a una visita que el año 1908 Gaudí recibió de dos importantes industriales americanos que le pidieron que analizara la viabilidad del proyecto. Se dispone únicamente de los esquemas del proyecto que fueron recuperados después de la guerra civil española, perdiéndose en la contienda el resto de documentos del trabajo realizado, que se abandonó el año 1911.

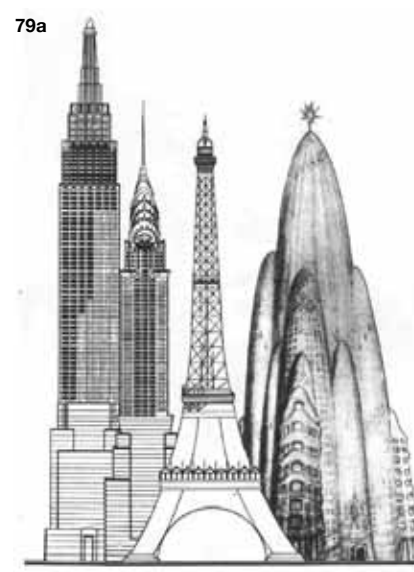
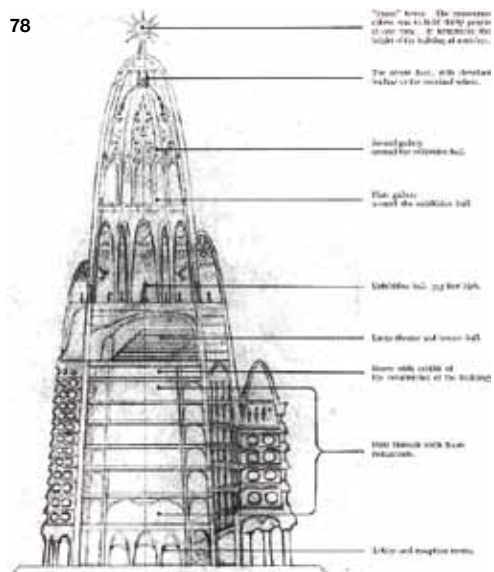
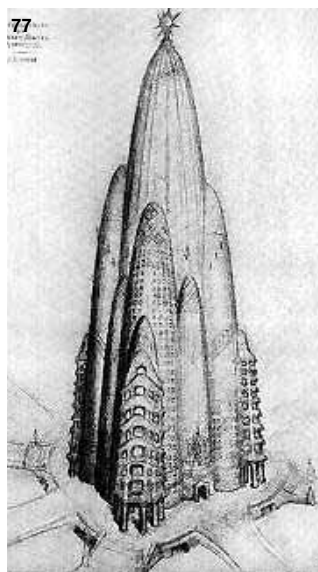
El hotel tenía una altura cercana a los 320 metros y, de haberse realizado, habría sido el edificio más alto del mundo en su momento. Estaba prevista su construcción con hormigón armado y acero, siendo su planteamiento arquitectónico muy similar al de otras obras del arquitecto en Barcelona. Una gran torre central con una imponente cúpula apuntada estaba rodeada por otras nueve torres menores dispuestas perimetralmente, a la manera de las grandes mezquitas bizantinas.

Gaudí utilizó, para dar forma a su rascacielos, la misma metodología que habría utilizado para sus proyectos más ambiciosos de Barcelona. Determinadas formas recuerdan la Sagrada Familia, otras remiten a la Casa Milá (La Pedrera) y algunas formas son el resultado de análisis similares a los que utilizó en la Colonia Güell. Valga como ejemplo la imagen resultante, en otro proyecto, de la 'inversión' de sus volúmenes, siguiendo su metodología basada en la inversión catenárica y en el uso de los polígonos funiculares invertidos.

Este es un ejemplo ilustrativo de la manera de trabajar de un arquitecto que siempre utilizó planteamientos similares para todos sus proyectos, independientemente del tamaño o la altura. Es evidente que los métodos analíticos actuales para calcular la estructura del hotel le habrían conducido, de conocerlos, en direcciones distintas, más acordes con la exigencia de un proyecto de tanta envergadura, pero la fidelidad a un estilo constructivo y a una concepción estructural estaban presentes en este curioso proyecto. **ROP**



Figs. 75 y 76. Propuesta arquitectónica para un rascacielos en N. York (1920)



79b

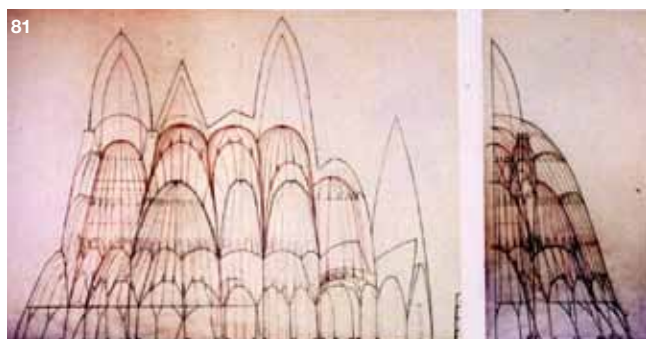
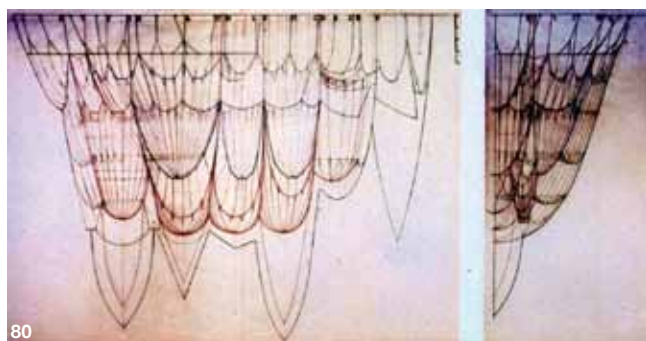


Fig. 80. Modelo suspendido trabajando a tracción pura
Fig. 81. Modelo invertido trabajando a compresión pura