

LA CIUDAD JARDÍN VERTICAL TORRE BIÓNICA: UNA BIO-ESTRUCTURA SOSTENIBLE

María Rosa Cervera
Directora Escuela Arquitectura
Universidad Alcalá

Javier Pioz
Profesor de la Escuela Arquitectura
Universidad Politécnica Madrid

LA CIUDAD JARDÍN VERTICAL TORRE BIÓNICA: UNA BIO-ESTRUCTURA SOSTENIBLE

Resumen:

El proyecto de la Ciudad Jardín Vertical Torre Biónica nació como resultado de un ambicioso trabajo de investigación, iniciado por Cervera & Pioz a principios de los años 90, que trataba de explorar las posibilidades que ofrecía la aplicación de la ciencia Biónica a la Arquitectura. Los resultados obtenidos del estudio de las estructuras naturales y su traslación al campo de la construcción edificatoria hicieron posible el nacimiento de un nuevo modelo de estructura vertical que permite superar la tipología conocida como rascacielos y dar lugar al nuevo concepto de Ciudad Vertical.

La Ciudad-Jardín Vertical Torre Biónica no es, pues, un rascacielos, sino un espacio urbano que se desarrolla en vertical, de manera similar a como la ciudad se desarrolla en horizontal. Por ello se concibe como espacio abierto con un protagonismo de los vacíos y lugares comunes al exterior, poniendo fin al modelo de "caja de cristal" con pisos repetidos prototípico de la tipología de rascacielos. Se ha cuestionado en muchas ocasiones a los rascacielos por su falta de escala humana y por su gran altura, que nos "despega" de la tierra, sin embargo, el problema no está tan sólo en su tamaño, sino en el modelo. Era, pues, imprescindible, generar una innovadora propuesta, a caballo entre lo arquitectónico y lo urbano, que fuera una construcción vertical segura y humanizada, y donde el espacio interior tuviera un gran protagonismo, enmarcando de modo satisfactorio la actividad de los ciudadanos.

Palabras clave: Ciudad jardín, torre biónica, Arquitectura, Arquitectura Biónica.

THE CITY VERTICAL GARDEN BIONIC TOWER: A SUSTAINABLE BIO-STRUCTURE

Abstrac:

The project of the City Vertical Garden Bionic Tower was born as resulting from an ambitious work of investigation, initiated by Cervera & Pioz at the beginning of the years 90, that tried to explore the possibilities that the application of Bionic science offered to the Architecture. The obtained results of the study of the natural structures and their transferring to the field of the construction edificatoria made the birth possible of a new model of vertical structure that allows to surpass the well-known tipología like skyscraper and to give rise to the new concept of Vertical City.

The Vertical City-Garden Bionic Tower is not, then, a skyscraper, but an urban space that is developed in vertical, of way similar to as the city is developed in horizontal. For that reason one conceives like space opened with a protagonism of the emptinesses and common places to the outside, putting aim to the model of "crystal box" with repeated floors prototípico of the tipología of skyscraper. It has been questioned in many occasions to the skyscrapers by his lack of human scale and by its high altitude, that "takes off to us" of the Earth, nevertheless, the problem is not only in its size, but in the model. It was, then, essential, to generate an innovator propose, to horse between architectonic and the urban thing, that outside a safe and humanized vertical construction, and where the near space had the great protagonism, framing of satisfactory way the activity of the citizens.

Keywords: City garden, bionic tower, Architecture, Bionic Architecture

Inicio

El proyecto de la Ciudad Jardín Vertical Torre Biónica nació como resultado de un ambicioso trabajo de investigación, iniciado por Cervera & Pioz a principios de los años 90, que trataba de explorar las posibilidades que ofrecía la aplicación de la ciencia Biónica a la Arquitectura. Los resultados obtenidos del estudio de las estructuras naturales y su traslación al campo de la construcción edificatoria hicieron posible el nacimiento de un nuevo modelo de estructura vertical que permite superar la tipología conocida como rascacielos y dar lugar al nuevo concepto de Ciudad Vertical.

La inquietud urbana por el desarrollo de las megaciudades contemporáneas, que se extienden sin límite por el territorio, fue uno de los puntos de partida para desarrollar alternativas a los agotados modelos urbanos actuales mediante un concepto de ciudad compacta. Así, las nuevas opciones, facilitadas por la investigación biónica, se sumaron a los planteamientos urbanísticos dando lugar a una propuesta de conquista del espacio vertical como modo de coexistencia con nuestro entorno.

El desarrollo de la ciudad contemporánea está dominado, por una parte, por el mítico modelo americano de urbanismo horizontal, con ciudades viables gracias a la utilización del coche por cada ciudadano adulto, y, por otra, por los intereses de mercado, que aspiran a beneficios estrictamente económicos y a muy corto plazo. Si a estos factores sumamos la creciente superpoblación es fácil adivinar una ocupación prácticamente total del territorio "ocupable" (es decir todo aquel que es habitable y accesible mediante ruedas) por la generación presente, reservando muy pocas decisiones y opciones a aquellos que vendrán después de nosotros. Por tanto, es necesaria la propuesta de alternativas. Y una de ellas es la de ciudad compacta que apuesta por la alta densidad frente a la extensión incontrolada. Por ello, la ocupación del espacio vertical se hace inevitable, y es solo cuestión de tiempo el conceder cada vez más protagonismo a la ciudad que crece en altura. De hecho, ya desde el siglo XX, las grandes ciudades se estructuran a varios niveles. Hagamos un poco de memoria y recordemos la gran parte de actividad urbana que discurre habitualmente bajo tierra en muchas ciudades europeas (metros, subterráneos, garajes, intercambiadores, zonas comerciales, etc) o como en ciudades asiáticas, es el caso de Hong Kong, la calle discurre en paralelo en diversos niveles sobre la cota de la tierra.

Desde este punto de partida, la cuestión era proponer un modelo en altura que no conllevara los aspectos negativos que hasta ahora podemos atribuir a esas construcciones. Construir en vertical no debería significar ya hacinamiento o degradación, ni debería suponer edificaciones inhumanas poco apropiadas para el discurrir de la vida cotidiana, y mucho menos simbolismo de poder empresarial. Y es aquí donde entra el nuevo concepto de Ciudad Vertical que, además, es viable gracias a un nuevo modelo estructural, que llamamos bio-estructura, capaz de superar ampliamente los límites de la construcción en altura actual.

Ciudad Jardín Vertical

La Ciudad-Jardín Vertical Torre Biónica no es, pues, un rascacielos, sino un espacio urbano que se desarrolla en vertical, de manera similar a como la ciudad se desarrolla en horizontal. Por ello se concibe como espacio abierto con un protagonismo de los vacíos y lugares comunes al exterior, poniendo fin al modelo de "caja de cristal" con pisos repetidos prototípico de la tipología de rascacielos. Se ha cuestionado en muchas ocasiones a los rascacielos por su falta de escala humana y por su gran altura, que nos "despega" de la tierra, sin embargo, el problema no está tan sólo en su tamaño, sino en el modelo. Era, pues, imprescindible, generar una innovadora propuesta, a caballo entre lo arquitectónico y lo urbano, que fuera una construcción vertical segura y humanizada, y donde el espacio interior tuviera un gran protagonismo, enmarcando de modo satisfactorio la actividad de los ciudadanos.

Sin embargo, el planteamiento de un desarrollo vertical de grandes dimensiones se topa contra las limitaciones de la técnica constructiva. El problema radica en que a mayor altura de la edificación, mayor cantidad de espacio ocupado por la propia estructura y por todos los sistemas tecnológicos necesarios, lo que repercute directamente en la reducción de espacio libre para ser utilizado. Un rascacielos que supere los 500 m de altura puede tener hasta un 60%, o incluso un 70%, de su superficie ocupada por tecnología diversa o por espacios residuales no utilizables, resultado del propio planteamiento estructural. A medida que esa frontera de los 500 metros se supera la proporción de espacio usable se reduce de manera exponencial, de ahí que no sea rentable la edificación de rascacielos de mayor altura sin un profundo cambio de modelo.

Pero un nuevo modelo de rascacielos no puede tener como objetivo simplemente la conquista de una nueva frontera de la altura, sino que debe impulsar a su vez el desarrollo de nuevas propuestas urbanísticas, en consonancia con la actual superpoblación de nuestras ya presentes megaciudades, hacia las que inevitablemente tenderán, antes o después, la mayoría de nuestras urbes.

Un nuevo modelo arquitectónico vertical que sea capaz de superar la frontera de los 500 metros de altura y capaz de desarrollar, a su vez, una nueva generación de eco-hábitats verticales para grandes colectividades, necesita sustentarse fundamentalmente en una nueva idea urbano-arquitectónica, en un nuevo concepto estructural y en un nuevo modelo de construcción, y es precisamente en este punto donde entra en juego el análisis de las estructuras biológicas en la naturaleza, como especies independientes y como sistemas complejos interactivos, y la aportación de la ciencia Biónica al proyecto Ciudad-Jardín Vertical Torre Biónica.

El origen

Los análisis de los diferentes sistemas biotecnológicos de crecimiento de las especies y estructuras vegetales permitieron descubrir y desarrollar innovaciones en los campos edificatorios de las estructuras resistentes, la climatización, el empleo de los recursos naturales, los desplazamientos de personas, la conducción de fluidos, los sistemas de protección sísmica y eólica, la prevención y control de incendios, etc. Estos hallazgos sirvieron para definir un nuevo concepto tecno-estructural, la Bio-Estructura Sostenible, cuya polivalencia permitió, a su vez, el desarrollo de una nueva generación de rascacielos bio-ecológicos y una alternativa al planteamiento de las superciudades: el urbanismo vertical.

Sin duda las cifras de la Torre Biónica son llamativas: 1.228 metros de altura máxima (equivalente a más de dos veces la altura de las Torres Petronas en Kuala Lumpur, tres veces la del Empire State y cuatro veces la altura de la Torre Eiffel) ubicada en un complejo lacustre de 1.000 metros de diámetro; capacidad para 100.000 personas; 2.000.000 de metros cuadrados repartidos entre la torre y la base; el equivalente a 300 plantas; 368 ascensores que se desplazan vertical y horizontalmente conectando los 12 barrios verticales independientes, usos múltiples desde vivienda a oficinas y hoteles, así como espacios comerciales y dotacionales a pequeña escala, etc..., son algunas de los datos que nos hablan de la magnitud de la empresa. Sin embargo, no es el batir asombrosos récords lo que se busca, sino el abrir una puerta a una diferente manera de ver y entender la naturaleza. La Bio-Estructura Vertical no es un mega-edificio, sino que es la infraestructura que permite el desarrollo vertical de una ciudad. Por ello el concepto de diseño es muy diferente al que se aplicaría a cualquier edificio más o menos convencional y, de hecho, difícilmente podemos hablar de diseño, sino más bien de planificación, organización y estructura.

Los primeros cálculos realizados de la estructura de una edificación de más de 500 metros de altura pusieron de manifiesto las limitaciones de los sistemas actuales, y mucho más si pensábamos en mega-estructuras que superaran claramente dicha envergadura. La aplicación de los estudios de las estructuras de las especies naturales y el modo en el que afrontan los esfuerzos y plantean soluciones fue una iniciativa fundamental para desarrollar el concepto de Bio-Estructura. La hiper-estructura Torre Biónica parte de un sistema de colaboración de múltiples elementos y se apoya en un desarrollo de geometría fractal, al igual que lo hace la naturaleza. Así, está generada a partir de una base elíptica de dimensión variable, que alcanza su máximo en 210 m. x 169 m., y que se organiza en una serie de coronas concéntricas, tres interiores más una exterior, constituidas por "columnas-calle".

Estas "columnas-calle" están proyectadas con el concepto de vacío, es decir no masivas sino estructuradas en su interior, de tal modo que están concebidas como láminas plegadas de hormigón de altas prestaciones, lo que aumenta su estabilidad y resistencia y disminuye su peso. Estas columnas no sólo constituyen el sistema primario estructural del conjunto, sino que además, y gracias al concepto de vacío interior, son las vías de comunicación vertical. Por ello el nombre de "columnas-calles", dado que son las "autopistas" de comunicación del complejo, por donde circula la amplia red de ascensores, comunicaciones e instalaciones. En realidad tienen una función muy similar a la que tienen las carreteras y calles en un desarrollo horizontal de la ciudad, es decir forman el sistema de infraestructuras primario.

Estructura

Una de las principales... novedades frente a las tipologías habituales de rascacielos es la disolución del núcleo o núcleos rígidos en las tres coronas interiores de "columnas-calle" más la "corona-piel" exterior resistente. A partir de ahí, y para garantizar la colaboración estructural de las coronas primarias, era necesario generar un tejido estructural que tramara el conjunto. La geometría fractal, de ley simple y capacidad de multiplicación según se requiriera por los esfuerzos a soportar, fue la apoyatura para construir un "todo estructural", dispuesto a modo de gran malla tridimensional, ligera, flexible, capaz de soportar deformaciones y, a la par, extremadamente resistente y estable. Una cualidad extra de la apoyatura en la geometría fractal es la capacidad de implementación de la estructura en el caso de nuevas contingencias o en el caso, muy frecuente en las hiper-estructuras, dado que son prototipos experimentales, de que el modelo de cálculo no se corresponda con la realidad construida.

Esta a modo de malla tridimensional se plasma tanto en la traza horizontal como en la sección vertical, de tal modo que una serie de elementos lineales y de moderada dimensión generan las estructuras de los diferentes estratos verticales, que llamamos barrios, conformado unas "cúpulas" y unas "cúpulas invertidas" que aunadas de dos en dos liberan espacio al interior y generan la trama resistente de la "corona-piel" periférica. Varios grupos de estas cúpulas, que en ningún caso son masivas, sino "alámbricas", conforman el barrio vertical.

La edificación se inserta en la estructura existente con absoluta libertad, siempre dentro de la planificación global que marcará los usos y las dotaciones de cada zona. Por ello no tiene mucho sentido hablar de diseño en este proyecto ya que éste dependerá del propio proceso de culminación, de sus etapas y de los promotores y diseñadores puntuales. De algún modo, y por ejemplificar con un símil, podríamos decir que la edificación, una vez construida la estructura, se ejecutará con libertad siempre dentro de los parámetros, planificación de áreas y regulaciones establecidas, al igual que lo hacemos en la ciudad de extensión horizontal, donde la libertad sólo está supeditada a la normativa urbanística y técnica correspondiente.

La estructura es plenamente simétrica a partir de la planta elíptica de sección horizontal variable, sin embargo la edificación no ocupa el total del área, ya que una de las principales propuestas de este proyecto es construir una ciudad y no un edificio. Así se prevén diferentes modos de ocupación de la estructura, siempre entendiendo unas zonas-ciudad-interior y unas zonas-ciudad-exterior. Ambas

“ciudades” no llegan a completar nunca la elipse, dejando sin edificación unos grandes “gajos” y espacios entre ambas, y de hecho ocupan posiciones contrarias a fin de garantizar la máxima penetración de luz y aire natural a los espacios más internos. Además, las coronas de ciudades rotan y se desplazan en cada barrio vertical de modo que si la estructura es plenamente simétrica la edificación no lo es. La razón de este movimiento helicoidal de masa edificatoria a lo largo de toda la altura de la Bio-Estructura es compensar la masa y el vacío en las zonas de mayor y menor exposición al sol, paliando así los esfuerzos de dilatación y contracción por la acción del mismo, que en una estructura de esta envergadura son enormes. Por otra parte, y aceptando que la estructura debe ser simétrica pues es la que nos garantiza un mejor comportamiento, debemos conseguir una fragmentación de las fuerzas del viento. Para ello es necesario evitar el concepto de fachada como superficie o lámina continua, en primer lugar, mediante la masa de distribución asimétrica a lo largo de la torre y, en segundo lugar, mediante el tejido tridimensional estructural de la corona resistente exterior que, gracias a los elementos “alámbricos” de cierre de los “platos” o “cúpulas” resistentes invertidas, diluye y fragmenta el impacto de las fuerzas del viento.

Organización

La organización... de la Ciudad Vertical en “barrios” verticales independientes unos de otros, con distribución de la edificación de modo abierto, permite la existencia de áreas urbanas en las cuales los jardines tienen un especial protagonismo, de tal modo que un ciudadano podría disfrutar de espacios gratificantes similares a los existentes en una ciudad tradicional de desarrollo horizontal. La importancia de estos espacios vacíos y ajardinados entre un tejido edificatorio esponjoso y la estructura que permite su existencia es lo que hace que este proyecto se conciba como una Ciudad.

La estructuración de la ciudad en barrios permite, además, la organización de unas grandes áreas de evacuación e intercambio a pie de cada uno de ellos, donde los jardines y unos grandes estanques de agua son los protagonistas. Por otra parte, la magnitud del proyecto requiere una viabilidad del mismo, así la división en barrios permite una ejecución por fases progresivas según las necesidades y capacidades vayan requiriendo. Partiendo de los principios de minimización de esfuerzos que guían la filosofía del proyecto se tiende a la fragmentación incluso en el propio proceso constructivo de tal modo que, una vez finalizado un barrio, éste se puede habitar y comenzar a generar ingresos a la par que se continua con la construcción del siguiente, y así sucesivamente.

La entrada de aire natural al interior del complejo es uno de los planteamientos base de este proyecto no sólo como garantía de humanización de este eco-hábitat, sino también como planteamiento de sostenibilidad frente al consumo energético. Se nos hace imposible pensar en este mega-edificio desde una climatización y una iluminación global únicamente artificial. La penetración del aire natural al interior contribuye a la creación de un microclima a partir del cual se puede proceder a la climatización, con uso de energía, de los diferentes recintos edificados. La filosofía que impera en el abastecimiento y consumo de energía es tanto el aprovechar los recursos naturales en la medida que sea factible (sol, aire y humedad) como el evitar los grandes esfuerzos, de modo que se produzca de manera continua una sectorización de los servicios, generalmente vinculada a los barrios, fragmentando las instalaciones con sucesivas subcentrales por sectores. Desde allí, y siempre en un proceso continuo de minimización de los gastos energéticos, se dotará de servicios y energía a las entidades arquitectónicas concretas.

Otro de los aspectos interesantes de este proyecto es la red de ascensores que permite la eficaz conexión de todos los puntos de la Ciudad Vertical, concebida a modo de red de metropolitano urbano. Frente a la tipología común de rascacielos que tiende a concentrar los elementos de comunicación vertical, en parte como resultado de los grandes núcleos centrales resistentes, en este proyecto se produce una dispersión de los mismos, también como resultado del diferente planteamiento estructural. Esta disposición en el interior de la “columnas-calles” evita las grandes concentraciones de personas y, por

tanto, las interminables esperas de horas punta, que son uno de los problemas mayores de los edificios de gran envergadura. La red de ascensores está jerarquizada con ascensores expreso que comunican directamente con el intercambiador de cada barrio, a pie del mismo; con ascensores locales que distribuyen desde los intercambiadores de barrio a cada nivel; con ascensores de uso exclusivo para mantenimiento y para servicios de emergencia de diverso tipo; con ascensores de seguridad, etc., constituyendo en sí un complejo proyecto de distribución de flujos de personas y mercancías. En esta hiper-estructura de desarrollo vertical el coche es sustituido por las cabinas de los ascensores y las escaleras rodantes, como si de una red de transporte público se tratara.

Comportamiento

El proyecto de la Ciudad Torre Biónica se complementa con un complejo de desarrollo horizontal en la base de la misma que completa la superficie edificable del conjunto. Un primer anillo de unos 400 metros de diámetro mayor constituye una parte esencial del conjunto dado que es necesario como base estructural y parte del sistema de cimentación. Los enormes esfuerzos a los que se ve sometida la base de la Torre y la cimentación de la misma hicieron inviables los sistemas tradicionales de losa o pilotes.

Una de las mayores preocupaciones ha sido el comportamiento antisismo del proyecto Ciudad Jardín Vertical. Para resolverlo no tuvimos más remedio que extender el área de influencia de la cimentación claramente al exterior del área de la base. A partir de ahí, y con apoyatura nuevamente de la geometría fractal, se organizó una estructura múltiple que ata a la Torre a diversos niveles de la misma conformando unas enormes "ruedas de bicicleta" donde la Bio-Estructura queda suspendida, al igual que las grandes estructuras arbóreas flotan en un nido de raíces. Así, la Torre queda enraizada en el terreno mediante numerosos "filamentos" micro-estructurados, lo que les permite, a su vez, convertirse en pasillos y corredores de interconexión entre las distintas zonas del área base y los primeros niveles de la Torre.

Concéntrico al primer anillo se prevé uno exterior, y cuya dimensión vendrá marcada por las condiciones del entorno o lugar, que actuará a modo de gran intercambiador de comunicaciones y servicios entre la Torre y el resto de la ciudad o territorio. Entre ambos anillos se inserta un lago artificial, cuya función adicional es la de completar el mecanismo antisismo, al estar formado por la conjunción de agua y delgadas membranas, con una organización fractal similar a la estructura interna de un cítrico. Esta estructura mixta posee una gran capacidad para absorber vibraciones y transformar energías y es una garantía de disipación de los esfuerzos transmitidos por efectos del sismo. Adicionalmente, la gran esbeltez (1/10-1/20) de la Bio-Estructura, posible gracias a su revolucionario sistema estructural, permite un alto comportamiento de tipo "plástico" (deformación controlada) idóneo para respuestas antisismo.

Conclusiones

La Torre Biónica es una nueva interpretación del papel conjunto que deben jugar la arquitectura y el urbanismo en la formulación de un eco-hábitat que tienda al equilibrio razonable entre Naturaleza y Tecnología, cuyos intereses son abrir una puerta al progreso sin cerrar por ello la puerta a nuestro origen y medio que es, además, un fascinante mundo de alta tecnología. La Ciudad Vertical es una propuesta de eco-hábitat capaz de racionalizar ecológicamente el uso del suelo, capaz de ahorrar energía mediante la utilización de recursos naturales como el sol, el aire, el agua y la humedad, y capaz de ajustar su altura, necesidades y uso a las distintas escalas de desarrollo urbanístico y económico de la ciudad en que se ubique.

El proyecto de la Bio-Estructura Sostenible Torre Biónica ha alcanzado en la actualidad tal notoriedad y respaldo internacional que no parece lejano el día que podamos ver levantada la primera de esta nueva

generación de Ciudades Verticales. En este artículo hemos tratado de exponer alguna de las razones y argumentos que han convertido la Torre Biónica en un reconocido referente mundial, y sobre el que ya se investiga en diferentes universidades, a la hora de imaginar escenarios futuros que den respuesta con dignidad a los graves problemas que plantean la superpoblación y su efecto en el descontrolado desarrollo de la mayoría de las megaciudades.