Arquitectos **Esqueletos**

Arquitectos 185,
editado por el Consejo Superior de
los Colegios de Arquitectos de España

Presidente:
Carlos Hernández Pezzi

Consejo de redacción:
Carlos Vidal Sanz Ceballos
(Secretario General CSCAE)

TESORERO CSCAE
Francisco Pérez Arbués
(Consejero COA Aragón)

VOCALES
Antonio Mena Anisi
(Presidente del Consejo Andaluz
de Colegios de Arquitectos)
Manuel Urtiaga de Vivar García
(Consejero COA Castilla-La Mancha)
Fernando de Andrés Álvarez
(Consejero COA León)
Francisco Camino Arias
(Consejero COA Murcia)
Juan Martín Castillo Carpio
(Consejero COA Comunidad Valenciana)
Mª Victoria Morrás Zuazo
(Consejero COA Vasco-Navarro)

Directores
Ignacio Borrego
Néstor Montenegro
Lina Toro

Equipo de redacción
Carlos Ramos

Diseño y maquetación
Jesús Rabazas

Administración
José Antonio Casas

Publicidad
NEX de Publicidad, s.l.
Romero Robledo, 11
28008 Madrid
Tel. 91 559 30 03. Fax 91 541 42 69
e-mail: nexpubli@arquinex.es

Redacción
Paseo de la Castellana, 12
28046 Madrid
Tel 91 435 22 00. Télex arqs-46004-e
Fax 91 575 38 39
revista@arquinex.es

Imprime
artes gráficas palermo s.l.
Avenida de la Técnica, 7. Pol. Ind. Santa Ana
Tel 91 499 01 30
28522 Rivas (Madrid)

ISSN 0214-1124
Controlado por OJD
Tirada 48.430 ejemplares
Depósito legal M-26 462-1975

El criterio de los artículos es responsabilidad
exclusiva de su autor y no refleja necesariamente
la opinión del Consejo Superior

Agradecimientos
Uriel Fogué
Ignacio Bisbal

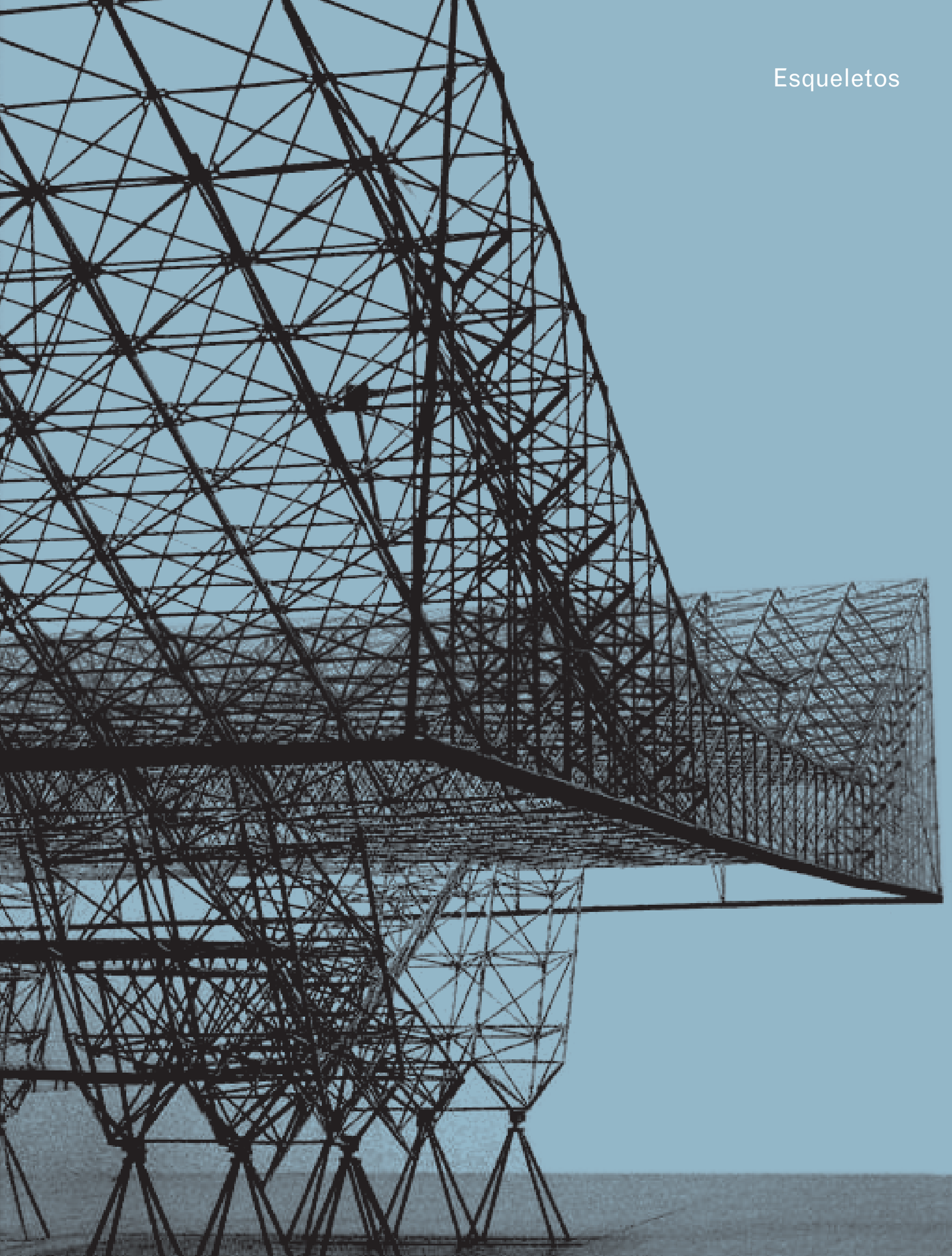
A Fernando Borrego González, con admiración

Portada interior: versión a dos tintas basada
en una fotografía de un hangar de Wachsmann

Número 3/2008
Información del Consejo Superior
de los Colegios de Arquitectos de España

CSCAE

Arquitectos 185 Esqueletos


Esqueletos

Editorial

La atracción de la masa de la Tierra sobre cualquier elemento material, es determinante en cualquier proceso constructivo. La historia de la construcción se ha caracterizado por la búsqueda de nuevas soluciones mecánicas a las necesidades estructurales, hasta el punto de que los avances técnicos han sido los principales responsables de su evolución. Desde el sueño de flotar o volar, hasta la más heterodoxa levedad enunciada por Greg Lynn son mecanismos de evasión de uno de los condicionantes más implacables, y sin embargo son, en ocasiones, los desencadenantes de nuevas configuraciones que redefinen la contemporaneidad. Cualquier producción material nos informa sobre la masa que acumula a partir de su geometría. Contamos con la osamenta como esa línea que dibuja la forma profunda de los objetos, desde aquellos que sirven a la prefiguración intuitiva hasta aquellos que, sin embargo, conforman de origen el todo arquitectónico. La diferenciación entre la materia portante y la materia envolvente ofrece nuevas posibilidades de representación del espacio, al difuminarse los límites y permitir el control sobre la permeabilidad. Parece que las realizaciones del hombre alcanzaron con ello los modelos naturales que nos anticipaban esta disociación, a través de todo tipo de configuraciones óseas, pero la respuesta a esta cuestión, lejos de ser un debate superado, permanece como un territorio aún por explorar.

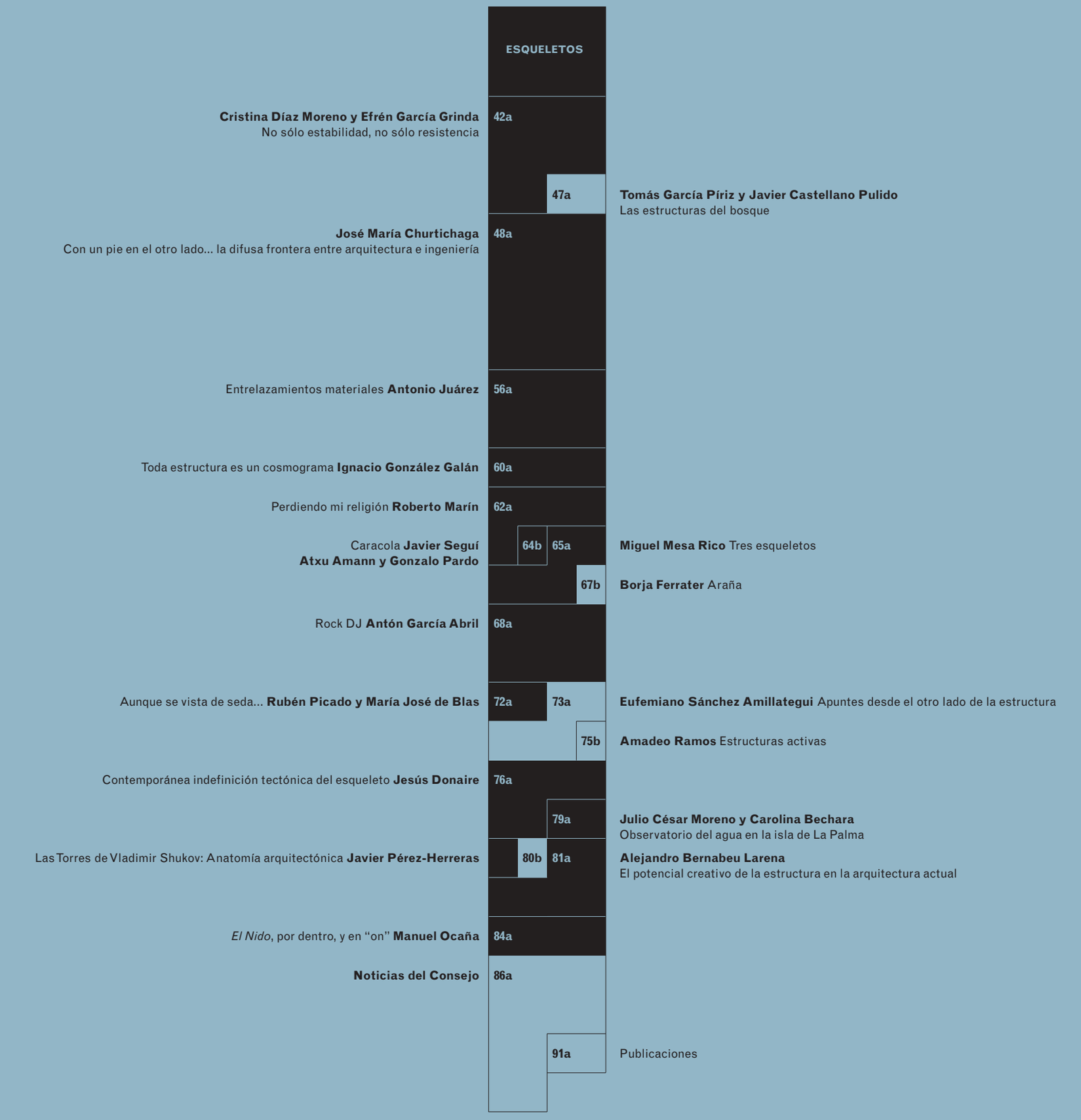
Difícilmente se puede pensar que técnica y emoción pueden caminar por separado. Hacen parte del mismo organismo, como lo hicieran ya las *Strandbeesten* de Theo Jansen vagando por las vastas playas holandesas.

Anunciamos los temas de los próximos números y os invitamos a participar en ellos con aportaciones de extensión aproximada de 350 palabras. Se sumará una selección al resto de artículos de la edición. Nuestra dirección es: **revista@arquinex.es**

Sin recursos. Estudiamos la arquitectura generada desde la carencia. Nos planteamos cómo buscar soluciones a problemas de habitabilidad en comunidades sin recursos. Son muchas las propuestas que ya consiguen asumir otras realidades sociales y producir proyectos de integración de situaciones bien distintas a los lugares donde se generan. El estudio de estas propuestas puede abrirnos un nuevo camino de desarrollo.

Asuntos internos. La definición del contenido y alcance de nuestra disciplina está, y debe estar, en continua revisión. Nos encontramos en una coyuntura singular en la que parece oportuno debatir las formas actuales del ejercicio de la profesión, así como descubrir nuevos formatos en los que los arquitectos puedan desarrollar su actividad.

En la edición anterior (Arquitectos 184. Arquitectura mediada) fueron omitidos por error algunos de los autores del texto "Revistas, nueva cocina, y glutamato potásico". Los autores son: Postboks_Miguel Ángel Sánchez, Fernando Muñoz, Patricia Hernández.


ESQUELETOS
Cristina Díaz Moreno y Efrén García Grinda
No sólo estabilidad, no sólo resistencia
42a
47a
Tomás García Píriz y Javier Castellano Pulido
Las estructuras del bosque
José María Churtichaga
Con un pie en el otro lado... la difusa frontera entre arquitectura e ingeniería
48a
Entrelazamientos materiales Antonio Juárez
56a
Toda estructura es un cosmograma Ignacio González Galán
60a
Perdiendo mi religión Roberto Marín
62a
Caracola Javier Seguí
Atxu Amann y Gonzalo Pardo
64b
65a
Miguel Mesa Rico Tres esqueletos
67b
Borja Ferrater Araña
Rock DJ Antón García Abril
68a
Aunque se vista de seda... Rubén Picado y María José de Blas
72a
73a
Eufemiano Sánchez Amillategui Apuntes desde el otro lado de la estructura
75b
Amadeo Ramos Estructuras activas
Contemporánea indefinición tectónica del esqueleto Jesús Donaire
76a
79a
Julio César Moreno y Carolina Bechara
Observatorio del agua en la isla de La Palma
Las Torres de Vladimir Shukov: Anatomía arquitectónica Javier Pérez-Herreras
80b
81a
Alejandro Bernabeu Larena
El potencial creativo de la estructura en la arquitectura actual
El Nido, por dentro, y en "on" Manuel Ocaña
84a
Noticias del Consejo
86a
91a
Publicaciones

No sólo estabilidad, no sólo resistencia

Cristina Díaz Moreno y Efrén García Grinda

Hemos vivido décadas en las que la definición de la envolvente o la volumetría exterior –bien a través de procesos de simplificación lingüística o de exploración de geometrías complejas– han constituido argumentos centrales en el trabajo del proyecto, apoyándose en el argumento de que el espacio interior homogéneamente climatizado y apilado en rodajas idénticas, de cualidades espaciales y climáticas universales, era un territorio ingrato para el proyecto y minado por la normativa, del cual era conveniente escapar o, en el mejor de los casos, aplicar parecidos argumentos que en el exterior. Se presentan aquí dos proyectos que, alejándose conscientemente de esas formas de operar, trabajan con la estructura, tratando de forzar el papel habitual de los elementos portantes a través de su optimización local y de su participación en la definición del espacio. Nuestra ambición en estos dos ejemplos ha consistido en tratar de trabajar con la estructura superando una mera aproximación pragmática y explorando las consecuencias arquitectónicas de su manipulación. No se trata de proyectos ejemplares desde el punto de vista del análisis estático ni de las tipologías estructurales, sino más bien de dos sistemas portantes manipulados hasta convertirlos en temas de proyecto, en los que su misión trata de superar la de ser las muletas en las que los sistemas de acabados y envolventes se apoyan.

Optimización: comportamiento homogéneo y configuración compleja

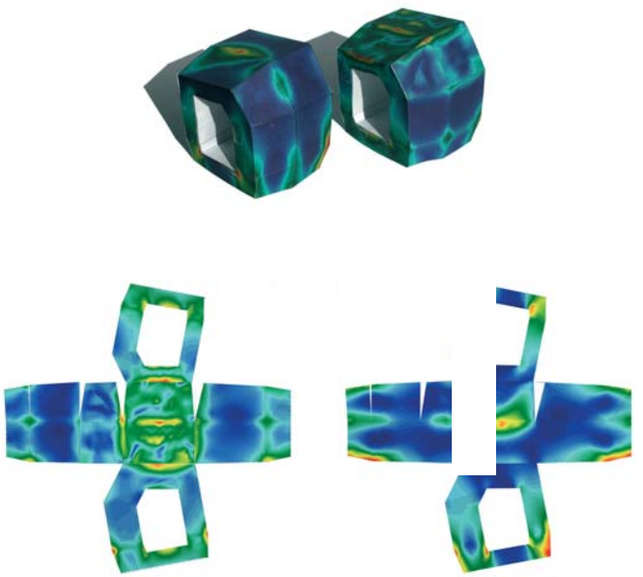
Normalmente, en una estructura continua de dimensiones o espesores constantes hay zonas que trabajan por debajo de las posibilidades derivadas de su particular combinación de forma y composición material. En otras palabras, esas zonas –y por extensión también el conjunto del elemento– están generalmente sobredimensionadas con respecto a su comportamiento local y, por tanto, podríamos afirmar que trabajan ineficientemente. La regularización de dimensiones y forma (que se produce por ejemplo, cuando decidimos que una viga de hormigón sea un ortoedro de caras planas y paralelas) es decir, su simplificación, son extremadamente útiles para la fabricación de los elementos resistentes, pero implica restringir el ancho de banda de su capacidad resistente. La reciente introducción de sistemas integrados de diseño y fabricación, en los que un idéntico sistema de datos –el mismo modelo– es utilizado para determinar su forma, analizar su comportamiento y para su fabricación, permite esquivar el planteamiento usual de la simplificación a la hora de definir los elementos estructurales, si bien se encuentra normalmente limitado por el desarrollo de los procesos de fabricación, determinados por el peso, el coste de los elementos o el tamaño de los sistemas de fabricación. Exactamente el mismo *pack* de datos que el diseñador o el calculista maneja para concretar todas las condiciones del objeto, se emplea directamente en su construcción, lo que permite evitar problemas de traducción y acometer la construcción de geometrías tridimensionales complejas restringiendo el margen de error al grado de resolución del modelo digital y del sistema de fabricación asociado.

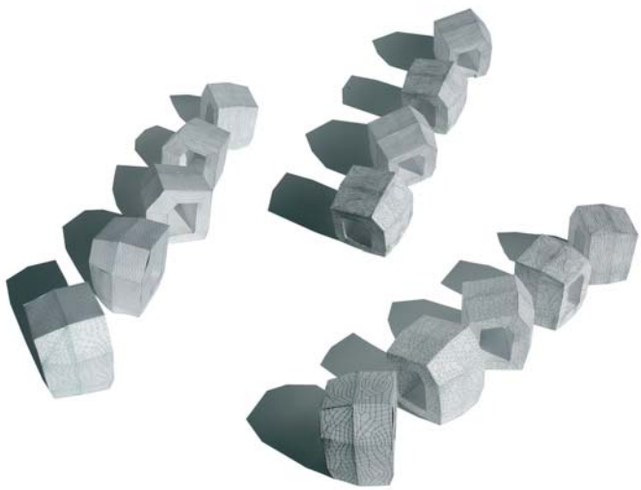
En el primero de los ejemplos, la respuesta a un concurso restringido para un edificio administrativo en Galicia, el proyecto implicó comenzar utilizando la atomización de los elementos estructurales situados en el exterior del edificio para conseguir la optimización de su comportamiento. A partir de un modelo tridimensional compartido por las oficinas implicadas en su diseño, Schlaich, Bergermann und Partner de Stuttgart[1] y AMID (cero9), se utilizó un proceso a dos bandas de iteración en el proceso de diseño y análisis para determinar los patrones formales de las estructuras verticales. En un primer paso, los análisis de las solicitaciones de la piel exterior del edificio sometida a distintos regímenes de carga sirvieron directamente para determinar las directrices de las barras de la estructura, recuperando los ensayos de losas nervadas de Pier Luigi Nervi. Los elementos de la piel estructural exterior se definieron partiendo del análisis de los mapas de distribución de tensiones de Von Mises y tensiones normales, utilizando parcialmente los patrones formales existentes en ellos. Según el criterio de que una pieza resistente falla cuando en alguno de sus puntos la energía de distorsión por unidad de volumen rebasa un cierto valor, el criterio para este diseño fue intentar alcanzar una distribución de esfuerzos homogéneos trabajando con la forma, posición y densidad de las barras. En vez de adaptar la sección resistente o la composición del material a los distintos esfuerzos en cada uno de los puntos de la estructura, se trabajó con la configuración de los elementos resistentes para alcanzar un comportamiento homogéneo del material. A partir del primer esquema de distribución de las barras se procedió a su análisis y a sucesivos pasos de acercamiento a la solución final modificando su posición, densidad y puntos de unión a través de un proceso de ida y vuelta de análisis y diseño. El resultado fue un encaje de elementos lineales unidos en figuras complejas en la que todos los elementos presentaban mapas de esfuerzos igualmente distribuidos. En vez de una estructura simplificada solicitada de forma compleja, se pretendía generar una estructura compleja homogéneamente solicitada a través de un proceso de optimización.

Continuidad tridimensional: nudos y patios

En el segundo ejemplo, realizado en colaboración con Boma[2] y en curso de construcción, ya lejos de las limitaciones de la premura que imponen los plazos de los concursos, el trabajo con la estructura partió de la idea de construir una infraestructura geométrica y espacial que permitiera a la empresa –Diagonal80– reconfigurar su edificio utilizando sus propios sistemas de impresión sobre todo tipo de materiales para convertirlos en acabados. Si en el primer ejemplo, la directriz básica consistía en la determinación de la forma a través de la optimización, el segundo consistía en utilizar la tridimensionalización de la estructura para conseguir que su geometría se identificara con el espacio y que, como consecuencia, se convirtiera en el soporte físico y geométrico que permitiera recibir todo tipo de acabados.

Generalmente los edificios se construyen utilizando sistemas bidimensionales de elementos que resuelven los problemas derivados de la tridimensionalidad de las solicitaciones coordinándolos o componiéndolos de una determinada manera. Este proceso de reducción de la estructura a lo bidimensional permitió durante buena parte del siglo pasado un acercamiento pragmático al cálculo con métodos simplificados que posibilitaba superar los acercamientos analíticos de origen gráfico o proporcional precedentes. Pero una cantidad considerable





Ayuntamiento de Lalín. Esfuerzos en estructura

de experiencias, que comenzaron a emerger a comienzos de los años treinta, hasta alcanzar su apogeo en la década de los cincuenta, trataron de superar la bidimensionalidad impuesta por el cálculo, bien a través del desarrollo de métodos de análisis apropiados a estructuras tridimensionales, mediante la utilización de modelos o con la extensión a algunos elementos de estructuras espaciales, generalmente trianguladas.[3] El edificio para Diagonal80 trata de aproximarse a la construcción de un modesto edificio industrial por plantas, intentando trabajar con la tridimensionalidad de la estructura, siempre dentro de los límites económicos de la edificación industrial. Este planteamiento de extensión a la tercera dimensión no se limita al punto de vista estructural o la definición de elementos aislados, sino que pretende extenderse a la organización del edificio y a la determinación de su espacio. Para ello se elige una tipología de viga de por sí espacial, las vigas de tendones subtensados, en una configuración bidimensional en forma de doble Y, unidas por pilares que replican la organización de la planta en el alzado. Esto permite tender elementos lineales rígidos en las tres dimensiones que son extensión unos de otros y cuya posición en el espacio se define a través de un mismo patrón geométrico. Esta organización extensiva de elementos que trabajan coordinadamente en las tres dimensiones palia los problemas derivados de la exposición a viento que produce una planta esbelta, en planta y en sección, combinada con la necesidad de obtener la mayor superficie diáfana para el montaje de lonas de grandes dimensiones, y un solar singularmente estrecho.

Por lo tanto, el espacio para producción y exposición para Diagonal80 es un intento sobre cómo identificar los elementos de definición espacial con la estructura y convertirlos de elementos superficiales planares a definidores espaciales tridimensionales. El planteamiento es por tanto bien simple: las plantas apiladas y diferenciadas no son incompatibles con la tridimensionalización y ésta no es solamente la extensión a la totalidad del espacio de una determinada geometría, sino el carácter asociativo de sistemas de elementos funcionando coordinadamente en las tres dimensiones (de la continuidad de elementos separados al funcionamiento global 3d) desde el punto de vista estático y espacial.

Para conseguir ese objetivo es clave el papel de los sistemas de vínculos tridimensionales que ligan elementos a dos escalas diferentes: la mayor de las plantas diferenciadas y la menor la de las barras que componen la estructura, combinado con la reducción de los elementos estructurales de orden jerárquico intermedio (correas y subestructuras) para coordinar tridimensionalmente todas las barras. Así pues, la resolución de tridimensionalidad de la estructura recae en los patios y en los nudos. Si éstos últimos reciben hasta nueve barras en algunos casos, los patios resuelven el papel de trasladar las cargas horizontales al suelo, permiten la comunicación entre plantas y la entrada de luz natural al interior de las plantas; si la definición geométrica de los nudos posibilita la conexión entre tendones, barras flexocomprimidas, vigas de borde y pilares, los patios sirven como elementos de enlace y coordinación entre la geometría de las tres plantas.

Visibilidad y resilencia

Por consiguiente, el planteamiento inicial del proyecto de utilizar el espacio como sistema de exposición, ofrecía la alternativa de, o bien explorar un espacio liso exento de geometría y sin acentos de ninguna clase en el que ni sistemas portantes, de cerramiento o de cualquier otra clase determinaran las cualidades espaciales, para hacer recaer el peso en las piezas impresas, o tratar de utilizar la visibilidad y la presencia de alguno los sistemas necesarios implicados en el edificio para servir de soporte en los que fijar este conjunto de materiales autoproducidos. En este segundo escenario, la estructura tomaría un papel fundamental al convertirse en el soporte físico de las impresiones, puesto que al ser un edificio prácticamente diáfano, ésta se convierte prácticamente en el único elemento que recorrería la totalidad del conjunto, pudiéndose convertir así en el soporte de la actualización constante del edificio. En ecología, la capacidad de los sistemas para restituirse a sí mismos a su condición original, después de estar expuestos a perturbaciones externas se conoce como resilencia. Por consiguiente y tratando de establecer una primera asociación entre sistemas vivos y piezas construidas, la apuesta en esta segunda alternativa consistía en diseñar un sistema portante cuya geometría permitiera añadir toda clase de elementos superpuestos

43a CRISTINA DÍAZ MORENO Y EFRÉN GARCÍA GRINDA

43b No sólo estabilidad, no sólo resistencia

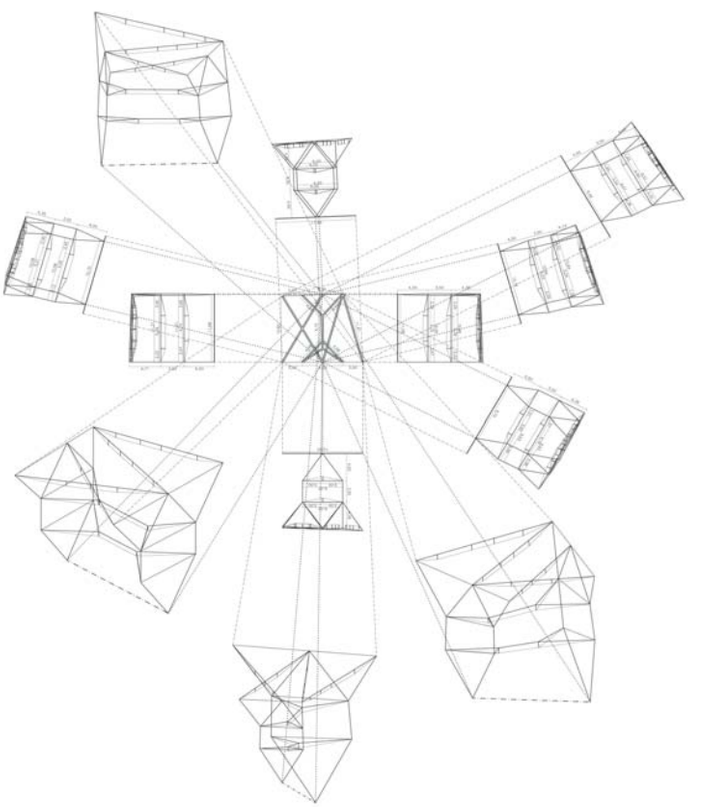
sin perder la posibilidad de responder a sucesivos cambios. Es decir, con una alta capacidad para permitir alteraciones constantes y para volver a su condición original.

Las vigas subtensadas, derivadas de las múltiples variantes desarrolladas a partir de los puentes del ingeniero austriaco Albert Fink, presentan quizá por su funcionamiento fascinantemente simple un aspecto clave para la determinación del espacio que se perseguía: la visibilidad y legibilidad de su comportamiento tensional. Además de la surreal y deliciosa explicación de Le Ricolais[4] –que tanto gusta recordar a Robert Brufau– sobre el origen de la viga subtensada como la interrupción de los pilares de un sistema adintelado y la posterior necesidad de sujetarlos colgándolos de la viga principal, lo que este tipo de viga propone es una especialización de los elementos resistentes perfectamente perceptible. La especialización se organiza en dos niveles. Por un lado los elementos que trabajan a flexocompresión (el cordón superior) son perfectamente diferenciables de los que trabajan a compresión (los montantes verticales) y tensión (los tirantes). Además la forma de trabajo elegida (tensionar el tendón inferior hasta alcanzar la cota horizontal) posibilita entender que el cordón inferior tensado se encarga de resistir enteramente el peso de la estructura y forjados, mientras que la viga del cordón superior es la encargada de resistir el resto de cargas.

La visibilidad moderna se entendía como un doble compromiso, ligado al ideal estético de la máquina. Por un lado se refería a una condición ética, en el que la naturaleza material de las cosas se significaba a sí misma y solo a sí misma, en un compromiso de economía y de literalidad del papel que cada elemento jugaba en el edificio. Es decir, la manera en la que los elementos se ordenaban, permitía leer cual era su papel y esta lectura debía excluir toda clase de ambigüedad o de dificultad de interpretación. Por otro, la exposición de los elementos debía hacer explícita la economía de la construcción y economía exigía no incluir ningún elemento superfluo, en el sentido de que no estuviera dedicado en exclusiva y con la máxima eficacia a resolver el problema principal planteado (casi siempre en términos de uso) sin prestar atención a los problemas de orden secundario. En nuestro caso, el interés pasa a recaer del papel del sistema mecánico de los elementos constructivos a la relación entre esos elementos y las acciones de las personas, haciendo que la estructura pierda ese carácter de eficiencia ética, para pasar a ser un soporte de las acciones de modificación del espacio y el soporte geométrico de la transformación en el tiempo de la pieza. Explotando al máximo esta condición, se decidió en vez de hacer visible desde el exterior el sistema portante, que la extensión de la estructura y su especialización hacia el exterior acabara definiendo la forma global del edificio. En vez de involucrar de forma directa al sistema portante en la apariencia visible del edificio, éste a través de su geometría determina su volumetría y la manera de terminar la organización lineal de la planta en los dos extremos, sin necesidad de exponer la apariencia mecánica de la misma.

El *fabject* D80

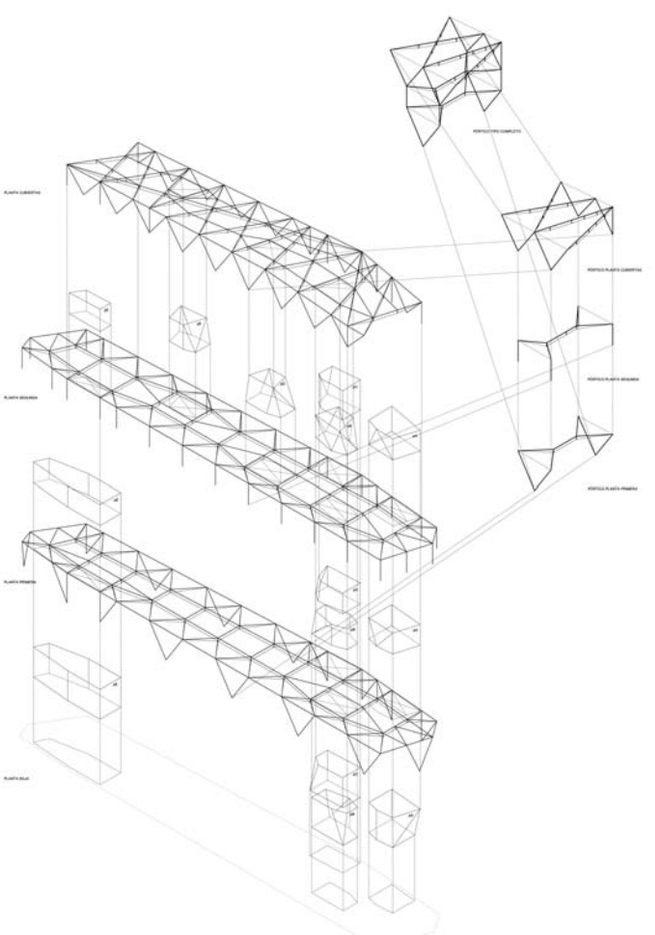
Si estamos interesados en aprender de los comportamientos de los sistemas vivos, por un lado debemos usar con precaución la aproximación basada en las analogías –fundamentalmente las visuales– y por otro, asumir que éstas están determinadas por la manera que como sociedad hemos elaborado de mirar al mundo, por nuestra cultura. Por este motivo, en los proyectos de la oficina han ido perdiendo importancia las relaciones visuales y mecánicas con cualquier aspecto de los seres vivos –típicas de la modernidad– para dejar paso al papel de la emergencia de los objetos en el tiempo y el interés por las complejas interrelaciones entre sistemas, ya sean materiales, vivos



Diagonal80. Primeras plantas e ajuste geométrico

o sociales. Es decir de los seres vivos nos interesa fundamentalmente cómo se produce su actualización material –cómo se autofabrican– y cómo establecen sus relaciones con otros seres vivos o cosas, organizándose en entidades interdependientes de orden superior.

Al margen de todas las conexiones evidentes que puedan establecerse entre ambos dominios, un ser vivo crece y un edificio se fabrica. Es decir, la emergencia de los seres vivos tiene que ver no solamente con un sistema de órdenes previas contenidas en un sistema complejo de información –su material genético–, sino también con la bioquímica a escala molecular y su relación con el medio durante su desarrollo; el crecimiento como forma principal de los seres vivos de alcanzar la estabilidad formal, significa fundamentalmente la introducción del tiempo y de influencias no controlables en la emergencia de un individuo y un cierto grado de autogeneración material. Todo ello produce un grado de indeterminación en la forma en la que el individuo se va a desarrollar. Esta indeterminación es controlada y depende del azar en tanto que es resultado de la adaptación del individuo a los parámetros externos durante el crecimiento. Sin embargo, la fabricación depende del desarrollo tecnológico y está determinada en cierta medida por el grado de desarrollo de la ciencia de materiales y de forma más directa por las técnicas disponibles para su manipulación, y finalmente, por la idea que la sociedad ha sido capaz de desarrollar de su entorno material. Por ello para nosotros, el aprendizaje posible de los comportamientos estáticos de sistemas vivos implica el entendimiento de que la escala de fabricación y su integración en los procesos de diseño es clave.



Diagonal80. Axonometría desplegada

© Ignacio Bisbal / www.ignaciobisbal.com

Una impresión es una actualización de un archivo digital realizado en un espacio físico reducido a dos dimensiones. Aunque en su momento su importancia fuera difuminada por la amplia presencia cotidiana de los sistemas de reproducción mecánica analógicos, la aparición masiva de las impresoras en los entornos laborales y domésticos marcó la aparición de un nuevo tipo de objetos nunca antes vistos: aquellos que proceden de un archivo digital y que son únicamente una actualización material de éste. No importa que los extravíes, puesto que pueden ser inmediatamente reemplazados por un objeto idéntico con un coste relativamente bajo, pueden ser modificados constantemente en el archivo original, lo que permite realizar infinitas variaciones por su facilidad de archivo, su fabricación es independiente de su complejidad y quedan solamente limitados por el campo dimensional que la máquina es capaz de producir (que va desde los objetos bidimensionales de las máquinas de dos ejes, hasta los producidos por las de seis) y por el nivel de resolución de la misma. Las impresiones digitales no fueron más que el comienzo de un camino que muchas de las cosas que nos rodean siguen ya, desde la música, las imágenes, las películas o los mismos edificios. Al igual que el servomotor de arrastre se combina con un cabezal controlado numéricamente para crear un paisaje y gradación de colores planar en las impresiones, en la nave de Diagonal 80 los perfiles de acero comerciales empleados en su fabricación se laminan linealmente y se cortan a través de procesos de control numérico y se ensamblan para conformar estructuras tridimensionales. En este tipo de planteamientos, en el nudo recae el papel fundamental de la tridimensionalización; se encarga de coordinar geométrica y dimensionalmente barras entre sí y unirlas mecánicamente de forma selectiva.

En el planteamiento anteriormente descrito la fabricación de los nudos es un elemento clave. Con el fin de resolver la unión de las diferentes barras con distintas longitudes que acometen en diferentes ángulos, los nudos se elaboran mediante fabricación digital, directamente desde el modelo tridimensional. El edificio se convierte en un híbrido construido industrialmente –una máquina–, un artefacto y un *constructo digital* que se genera desde un archivo digital, y en parte construido a partir de otras máquinas similares que cortan, ensamblan y sueldan automáticamente subproductos industriales de forma automática. De esta manera, conecta con el espíritu de Diagonal80, que es una empresa dedicada a la fabricación digital. Los fabricadores digitales materializan objetos físicos a partir de modelos digitales, en un proceso inmediato y de un solo paso; es decir, fabrican *fabjects*[5] acortando drásticamente la transición desde modelos digitales a su actualización física. El negocio de D80 recae en una versión primitiva de este tipo de objetos, las impresiones digitales bidimensionales de todo tipo de tamaños sobre cualquier clase de soporte. Por lo tanto, la nave de producción y exposición para Diagonal80 es un *fabject* tridimensional que, a su vez, servirá de soporte para el ensamblado entre *fabtecs* impresos y piezas mecánicas, en un proceso de actualización constante regido por la geometría de la estructura portante.

Construcción del espacio día a día

Las nuevas formas de interacción social, las nuevas herramientas de diseño y manufactura, o las prestaciones crecientes de los bienes (que incluyen desde nuevas formas de interacción, la necesidad de incorporar la identidad de los objetos y su trazabilidad, por solo poner algunos ejemplos) están produciendo novedades substanciales en la forma de entender nuestro entorno material. Si hasta ahora resultaba más sencillo mentalmente –y comprensible– dividir nuestro mundo en humanos y objetos, dejando de lado las complejas interrelaciones entre ambos y tratando de categorizarlas mediante términos abstractos como utilidad o durabilidad, la intervención efectiva de la arquitectura en nuestros días no puede limitarse a la definición de los objetos o los entornos construidos, ni ocurre separadamente en éstos y en los humanos.

Parece paradójico, pero aun teniendo como actividad central la definición material de entornos construidos, la arquitectura ha desplazado su objetivo principal a la modificación de las complejas relaciones que se establecen con las personas que los utilizan y los grupos sociales en los que éstas se organizan. Es decir, su campo de trabajo se desarrolla ahora en ese complejo sistema comprensivo e interdependiente de interacción entre cosas y personas, en lo que Bruce Sterling denomina el ámbito de lo *tecnosocial*.[6] Normalmente un edificio puede entenderse en un producto final en el que los usuarios son usuarios finales o al menos consumidores, pero rara vez se convierte en un mecanismo que permite utilizarlo como un interfaz que se actualiza constantemente, entendiendo cada paso de su transformación como instantáneas materiales de un sistema de información y geometría.

Diagonal80 como empresa es una pequeña comunidad de personas dedicada al aprendizaje y actualización constante de sus métodos de trabajo y productos. El cambio de espacio de trabajo les permitía atisbar la posibilidad de desarrollar el potencial de sus sistemas de impresión aplicados a distintas escalas y a fragmentos de edificios. En este caso, la respuesta consiste en un edificio cuya configuración permite su construcción a lo largo del tiempo, involucrando en la construcción colectiva del espacio a un pequeño grupo social. La variabilidad de las impresiones superpuestas se superpone a una configuración estructural de alta resilencia, con gran capacidad de resistir las variaciones formales y espaciales a las que pueda ser sometida.

En un primer momento, el conjunto de patios, protecciones y falsos techos servirán como soporte de sus lonas impresas de grandes dimensiones. Este sistema se extenderá a lo largo del tiempo al trasdosado interior de las grandes superficies de fachada, la cabeza del edificio –que funciona como parte más visible del edificio– o las superficies externas de núcleos, convirtiendo al edificio en un taller y en un laboratorio de ensayo de las posibilidades de sus sistemas de impresión. El proceso completo incluirá periodos de aprendizaje.

Notas

1. A través de su extensa labor, la oficina SBP es quizá el exponente más visible de la *materialgerechtes,* utilización justa de material, quizá el rasgo distintivo más evidente de la escuela alemana de ingenieros, sucesores de la labor de Leonhardt y Otto, y por extensión de las figuras legendarias de la ingeniería de la primera mitad del siglo XX. Ver las monografías resumen de su trabajo: Alan Holgate, *The Art of Structural Engineering. The Work of Jörg Schlaich and his Team*, Axel Menges, Stuttgart, 1997 y Jörg Schlaich y Rudolf Bergermann, *Leicht Weit*, Prestel Verlag, 2004.

2. En particular con Robert Brufau durante el proceso de desarrollo de la solución final y Xavier Aguiló, al frente de su oficina en Madrid.

3. Véase Efrén García Grinda , "Topología y naturaleza en la obra de L.I. Kahn" en *Fisuras* 3, diciembre1995.

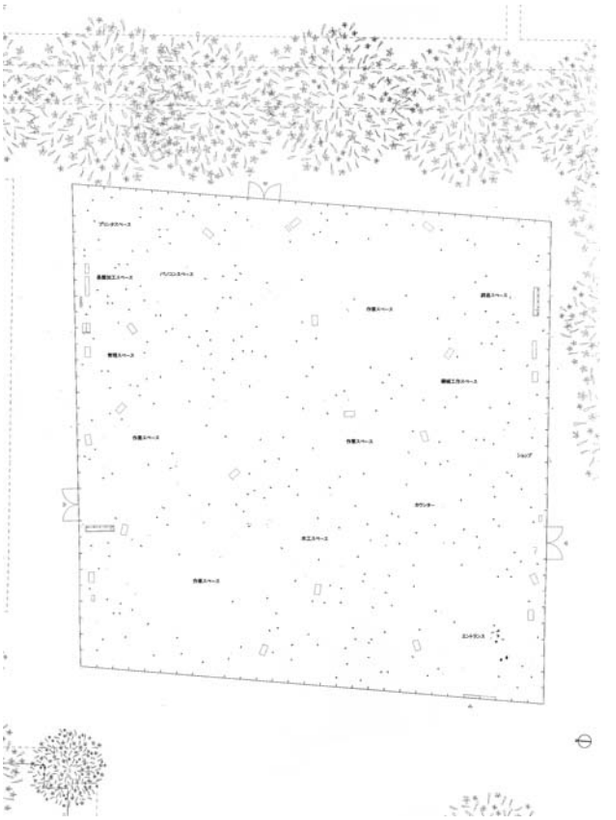
4. Véase el artículo de Robert Brufau sobre la viga Fink, en el que explica el origen, ya lejano, de su interés por este tipo de vigas: Robert Brufau, "Al voltant de la biga d'Albert Fink", *Quaderns d'arquitectura i urbanisme* nº 254, 2007.

5. Bruce Sterling, *Shaping things*, MIT Press, Cambridge, 2005. Véase capítulo 14, "Fabbing".

6. *Ibid.*, véase capítulo 10 "Meet the Spime" y capítulo 11 "Arphids".

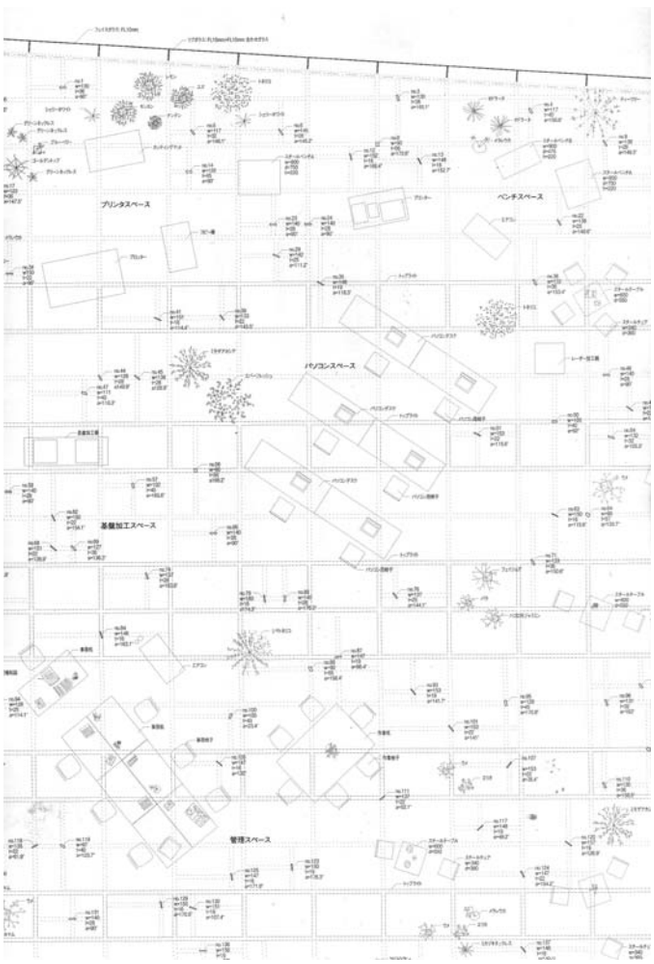
Cristina Díaz y Efrén García son arquitectos, profesores y colaboradores en diversos medios y trabajan bajo el nombre de Amid (cero9).

Las estructuras del bosque
Tomás García Píriz y Javier Castellano Pulido



El 67% de la superficie de Japón está cubierta de bosques.
El 53% es de origen natural, mientras que el 41,3% ha sido plantado.
Su valor ambiental, cultural y productivo es de extrema importancia para el habitante japonés.
El árbol ha sido siempre el protagonista de la construcción de su espacio doméstico, de hecho, hasta principios del siglo XX, el trabajo del arquitecto se identificaba con el oficio del carpintero.
Junya Ishigami, en su proyecto para el pabellón de talleres del Instituto de Tecnología de la Universidad de Kanagawa, en las colinas al oeste de Tokio, planta 305 perfiles tubulares de acero de 5 metros de altura. Construye así un nuevo bosque, un trozo de naturaleza pintada en blanco. La superficie de hormigón ocupada por este espacio está mínimamente elevada por encima del nivel natural del terreno y define un cuadrado ligeramente deformado de 46 x 47 metros. Dicho suelo de color no uniforme actúa como sustrato técnico del que emerge una estructura irregular, aparentemente azarosa, no jerárquica.
El lugar resultante es consecuencia del traslado directo del modelo vegetal; la ocupación a través de distintas densidades de plantación, la distribución irregular, la repetición de un elemento con pequeñas variaciones, la indefinición de sus límites, la búsqueda de la verticalidad... Este modelo ofrece múltiples posiciones, donde muebles, macetas y personas se sitúan libremente. Ishigami persigue la disolución de las fronteras, utilizando el vidrio transparente enrasado sin carpintería como cercado invisible que permite la superposición de las sombras del arbolado exterior y las del entramado interior. La cubierta constituye el único elemento de orientación dentro de este bosque, la distribución lineal de los lucernarios sugiere pautas de ocupación en el uso de este espacio, destinado principalmente a la colaboración entre estudiantes de distintas ramas de ingeniería y diseño con la comunidad local.
El proyecto para la Universidad de Kanagawa, que constituye su primer trabajo fuera del ámbito expositivo, es reflejo de unos magníficos dibujos donde este jovencísimo arquitecto japonés reduce la presencia de la arquitectura al mínimo. Delgadísimas líneas prácticamente imperceptibles ejercen de leves huellas de una arquitectura que tiende a desaparecer oculta en el interior de un bosque.

Tomas García Píriz (Profesor Asociado de Proyectos Arquitectónicos en la Universidad de Granada) y Javier Castellano Pulido son arquitectos. Forman en el año 2006 Cuac_arquitectura, cuyo trabajo ha sido seleccionado recientemente por el Pabellón Español de la 11 Bienal de Arquitectura de Venecia.



Con un pie en el otro lado... la difusa frontera entre arquitectura e ingeniería

José María Churtichaga

Buenas tardes a todos.

Quiero agradecer a todos los presentes, que hayan venido a descubrir cómo meto el pie en el otro lado... No estoy aquí como estudioso ni erudito, y sospecho que he sido invitado por mi actividad profesional como arquitecto.

El trabajo profesional de nuestra oficina se empeña siempre en quedarse en esas coordenadas espaciales que enfrentan espacio, estructura y construcción. Es verdad que todos estos años hemos estado enredando con esos temas, pero hoy no es el día de hablar de nuestra obra. No voy a mostrar nada de nuestro trabajo, solo voy a recorrer con ustedes una carpeta de mi ordenador, donde voy colocando luces en mi propio camino profesional.

Arquitectura e ingeniería... es lo mismo pero no es igual...

Me gusta utilizar cierta ironía en los títulos de las ideas y, en este caso, comienzo por el tema del ciclo, arquitectura e ingeniería, que es lo mismo, pero no es igual...

Lo primero que haremos antes de preguntar a los hombres que encarnan estas profesiones es abrir un buen diccionario donde se acumulan los significados que estas dos disciplinas puedan tener.

Intentemos por un momento olvidarnos de quiénes somos, hemos perdido la memoria y debemos aprender de nuevo qué es la arquitectura y qué es la ingeniería:

Arquitectura: arte de proyectar y construir edificios.

Ingeniería: arte de dirigir los poderes de la naturaleza para uso y conveniencia del hombre.

Como por ahora lo único que tienen en común es esa palabreja, arte, que no sabemos muy bien qué es, la buscamos también en el diccionario:

Arte: virtud, disposición y habilidad para hacer algo. Maña, astucia... lo cual nos da idea de que, por lo visto, el arte no es más que una excelencia haciendo algo y, además, con maña, con astucia... pues no es lo que yo creía (pensarán), pero a lo mejor no está tan mal. Volvamos ahora a la definición de arquitectura y saquémosle el significado a proyectar:

Proyectar: idear, trazar o proponer el plan y los medios para ejecución de algo... (pero si yo creía que esto lo hacían los ingenieros, pensarán los arquitectos aquí presentes, y, además, proyectar es hacer visible sobre un cuerpo la figura o la sombra de otro... ¡Ah, pensarán los ingenieros, eso casi mágico sí que les define bien. En este juego de desencajar y enfadar a todos, vayamos ahora con la ingeniería y con su representante oficial, el ingeniero.

Ingeniero: hombre que dispone con ingenio los trazos y modos de conseguir ejecutar algo.

Claro, dirán los ingenieros, ya lo decía yo. Pero eso del ingenio ¿qué demonios es?

Ingenio: Es la facultad del hombre para discurrir o inventar, son facultades poéticas y creadoras, con las que muchos ingenieros no quieren saber nada, y además es la maña o el artificio de alguien para conseguir lo que desea. Lo siento, yo solo estoy leyendo el diccionario. Además también encontramos que es el talento para mostrar el aspecto gracioso de las cosas.

Como muchas veces se repite casi como tópico que arquitectura es creación y que la ingeniería es invención, vamos a consultar rápidamente el diccionario de nuevo:

Crear: producir algo de la nada, nacer, hacerlo, darle vida.

Inventar: descubrir algo nuevo o no conocido, fingir con hechos falsos.

Pues bien, en este juego semántico, vamos a tomar directamente del diccionario las propias acepciones y vamos a fabricar, ateniéndome a él, y siendo por tanto muy rigurosos, dos definiciones que no gustarán a nadie:

Arquitecto: hombre con la disposición y habilidad para idear, trazar y proponer los medios para la construcción de edificios.

Ingeniero: hombre que discurre con intuición y facultades poéticas y creadoras los modos de conseguir algo para ver el aspecto gracioso de las cosas.

Como veis, los diccionarios son muy peligrosos.

Haz y envés del hombre

En la relación entre arquitectura e ingeniería, suele saltarse por alto un hecho para mí esencial, y es confundir una separación profesional abstracta con el hombre que las encarna.

El hombre desde mi punto de vista tiene inseparables dos pensamientos: un pensamiento poético, filosófico, de conexiones abstractas donde no siente ataduras con la materia y donde, por tanto, no ha de rendirle cuentas.

A la vez el hombre tiene un pensamiento técnico ligado a lo existente, al mundo físico que se va desarrollando muy lentamente y donde se suceden unos estadios técnicos, unas relaciones con la técnica que acaban por sufrir un desplazamiento mental esencial.

En determinado momento histórico, y este no es otro que el Renacimiento, asoma la ciencia como actividad mental, donde el resultado trabaja sobre la materia, pero partiendo siempre de la imaginación, de la visión de un resultado. Este hecho trascendental en la historia de la técnica incorpora a la imaginación como motor, como catalizador del quehacer técnico y, de repente, el hombre inventa imaginando, uniendo en un solo quehacer indisoluble la materia del invento con la imaginación libre de un resultado.

Este nuevo hombre ya no podrá ser ingeniero científico ni tampoco arquitecto artista y la historia le abandonará a su suerte cuando se empeñe en serlo, porque se volverá infiel contra la propia esencia del hombre. De un modo geométrico, parecido a una cinta de Moebius, que parece tener dos caras y sin embargo son la misma, la realidad y lo imaginado se enroscan, desdoblando al hombre por una cara en un ser donde lo existente es el alveolo de pensamiento creativo y de otro lado donde lo imaginado, lo inventado comienza por ser un error genial de lo existente y un apoyo determinante donde el saltador toma impulso.

En esa fértil relación de imaginación y realidad encontramos a este personaje, a Alexander Graham Bell (fig. 1), que un buen día, como tantos hombres, imaginó volar, pero que, al hacerlo, detuvo un poco su deseo y meditó: "Antes de que el hombre vuele, voy a desvelar en qué consiste volar, tal cual, cuáles son las leyes y fuerzas que actúan en ese verbo denominado volar".

Y a sus 54 años, con esta mente ingenua y fecunda, publicó en la revista *National Geographic* un escrito sobre sus experimentos con unos juguetes: con unas cometas: *El principio tetraédrico en la estructura de cometas*, junio de 1903.

Llevo algún tiempo investigando las cometas de Graham Bell y cada día encuentro en ellas la imagen nítida de la aspiración de construir. Hizo volar artefactos alucinantes, diversos, sin ataduras ni dependencias formales, ni siquiera con los seres voladores como recordamos, por ejemplo, en los ingenios de Leonardo da Vinci.

Podemos decir que Bell se tomaba el juego muy seriamente y pacientemente él anotaba comportamientos, fechas y experiencias. Imaginen a su sirviente de raza negra (fig. 2) y a sus ayudantes sosteniendo ese deseo de volar.

Este barbudo está loco, pensarían, mientras él rayaba sus negativos para fechar sus juegos con esos artefactos extraordinarios... o hacía posar a sus ayudantes, con pizarra incluida, para registrar sus inventos antes de estrellarse (fig. 3).

El hombre y la técnica

"Sin la técnica el hombre no existiría ni habría existido nunca. Así, ni más ni menos" (Ortega y Gasset, *Meditación de la Técnica*, 1935).

Retrocedamos un poco y volvamos al hombre y su relación con la técnica. De momento soltemos esta frase de Ortega extraída del texto más profundo que he leído para la preparación de esta charla porque por si no lo habían sospechado ya, en una conferencia, el que verdaderamente aprende es el conferenciante y ustedes en cierto modo son testigos invitados. Sólo les traigo unos retales de su pensamiento en torno a la técnica que creo esenciales para seguir adelante.

Para este pensador que injustamente muy pocos leen, la técnica es: "la reacción contra la naturaleza o circunstancia que lleva a crear entre esta y el hombre una nueva naturaleza, una sobrenaturaleza... Este no resignarse con lo que el mundo es, es lo especifico del hombre". Técnica también es para Ortega: "el esfuerzo por ahorrar esfuerzo, lo que hacemos para evitar los quehaceres que la circunstancia nos impone... Pero lo decisivo será saber a qué quiere dedicar el hombre lo que ahorra con su esfuerzo... A inventarse a sí mismo, que es, al fin y al cabo, vivir... La vida será entonces una pura tarea e inexorable quehacer", por lo que para Ortega "la misión inicial de la técnica es dar franquía al hombre para poder vagar hacia sí mismo".

El primer hombre constructor

Viajaremos ahora acompañando al hombre en su tarea de construir. Todavía no existen los títulos académicos, no existe el celo ni el intrusismo profesional... pero existe ya el problema constructor.

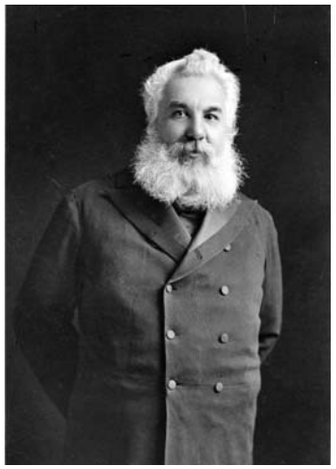
En su primer estadio, la técnica constructora puede llamarse de azar, su inventar no es un previo y deliberado buscar soluciones, más bien las soluciones le buscan a él.

En este primer dintel (fig. 4) y en este primer arco (fig. 5), como este de la civilización micénica, el resultado es visual, casi una traslación memorística y natural de observaciones en su propio entorno.

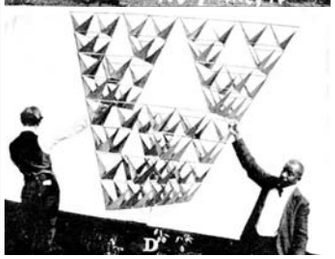
El hombre ejecuta en edades muy tempranas, como en la egipcia, fabulosas montañas agujereadas mediante estructuras muy primarias.

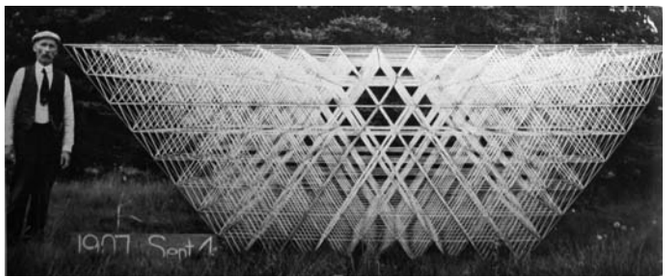
Este arco acodalado (fig. 6), oculto bajo la arena gigante de los sillares que forman esta montaña geométrica, inaugura el espacio, el hueco, casi directamente como ausencia de materia, pero siempre basándose, a pesar de su gigantesco esfuerzo, en imágenes muy primarias.

Este ahuecar la materia puede leerse con evidencia en este palacio de ladrillo de Mari (fig. 7), de la Mesopotamia más primitiva, y en este otro hueco realizado a base de sustraer o avanzar sus hiladas de esta construcción en piedra (fig. 8). Este acodalarse de la materia para

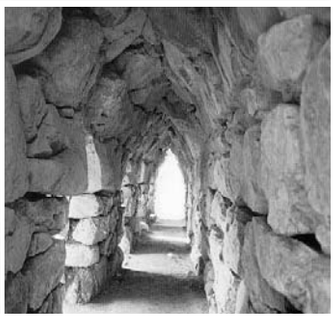


1 / 2

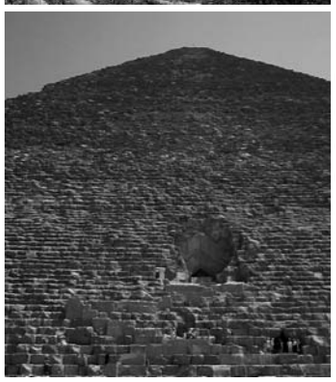




3



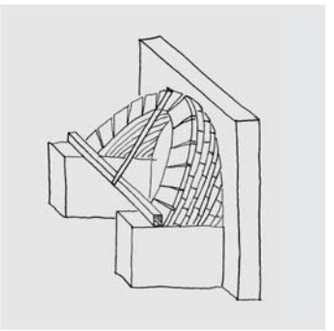
4 / 5



6 / 7

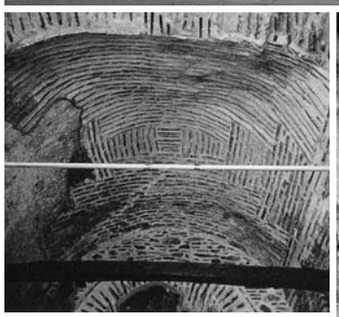
8 / 9

10 / 11

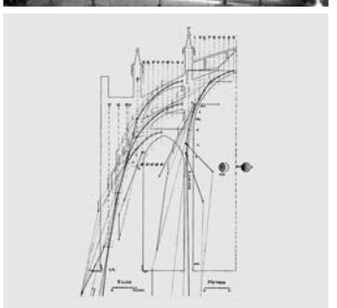


12

13 / 14



15
16



17 / 18

fabricar el hueco, este saltar en el espacio es uno de los recorridos más largos y apasionantes del hombre constructor.

Tengamos en cuenta que la madera, inexistente en muchas civilizaciones de la tierra, dejó solos a dos materiales muy capaces, pero cojos en sus posibilidades de tracción y compresión: El ladrillo y la piedra que fueron mayoritariamente los dos únicos materiales disponibles hasta el siglo XIX. Todavía hoy muchas zonas de la tierra siguen en la misma situación.

La evolución de los sistemas abovedados es una de las aventuras más largas e interesantes de la historia de la construcción, que comienza en un tiempo no muy lejos de estas bóvedas (fig. 9), en los almacenes del palacio de Ramsés, donde el hecho de inclinar las hiladas, permite ejecutarlas sin cimbras ni casi medios auxiliares.

Estas fotos las realicé en un reciente viaje a Egipto, donde encontré no muy lejos de allí a esta persona construyendo una casa (fig. 10).

Resulta pasmoso y emocionante pensar en la persistencia de los métodos. También pueden ver el esquema de este sistema; es muy sencillo, y así llevan construyendo en el aire desde hace 4.000 años (fig. 11).

Estos sistemas inundaron la Mesopotamia persa, como este palacio de Ctesifonte y su bóveda de 26 metros de luz (fig. 12) y hasta Bizancio, con la perfección de estos sistemas (fig. 13), incluso en su culminación de Santa Sofía, que confía ya el complicado sistema de abovedados de contrarresto (fig. 14), pasando por el imperio romano, de zonas muy áridas, como estas fantásticas bóvedas en Túnez realizadas con tubos especiales que fueron los tabicones del primer momento (fig. 15).

Los sistemas abovedados encuentran su destilación más perfecta en la esquelética arquitectura gótica, donde las reglas proporcionales, los sistemas gremiales y el entendimiento de las fuerzas actuantes encuentran una expresión perfecta (fig. 16).

Es importante entender que la lenta batalla de los sistemas abovedados nunca tuvo que ver con la resistencia, sino que se liberada en dos aspectos fundamentales: la estabilidad y los medios de ejecución.

Hoy los medios siguen desafiando y, en general, nuestros sistemas estructurales habituales han sustituido los problemas de estabilidad por los de resistencia.

La preingeniería: la técnica como imaginación de un resultado

Para inaugurar el periodo preingenieril, donde la imaginación se enfoca como consecución deliberada, consciente de un resultado, os traigo en este viaje apresurado al hombre que desde mi punto de vista inaugura y encarna el Renacimiento:

Filippo Brunelleschi (1377-1446) y su cúpula para la catedral de Florencia (fig. 17). Se convocó un concurso para encontrar una solución sin solución: rematar el crucero a una altura desproporcionada con una bóveda para la que el edificio no estaba preparado.

Un hombre, confiado a su propia capacidad ganaría esa apuesta.

Casi diría yo que el resultado de ese concurso de 1417 inauguró el Renacimiento, es decir, la fe en el hombre como individuo.

Solo dos ideas de esta maravillosa solución:

Brunelleschi ideó para la bóveda un perfil y un sistema de doble cáscara con un objetivo muy ambicioso y que resulta vital: construirla como el egipcio de su casa en el aire, sin medios auxiliares.

Aquí podemos ver una cúpula posterior con la misma solución genial. Ese aparejo sutil de espina de pez (fig. 18)se reveló como gran aliado para este milagro y permitió, como muestra este dibujo, la estabilidad de toda la bóveda sin ayudas en cada una de las fases de la ejecución. La propuesta arquitectónica, la imaginación de un resultado y el proceso deliberado y comprobado de esa ejecución mediante maquetas nos acerca a esa faceta integral que desde luego es construir.

El divorcio del s XVIII: la división del hombre constructor

Hemos viajado desde el Renacimiento hasta el siglo XVIII, donde se consuma el divorcio del hombre constructor. A partir del siglo XVIII, las escuelas de formación y la incipiente complejidad de las tareas de construir provocan esa división: unos, preingenieros ya, han de dedicarse al nuevo problema: profundizar y acotar científicamente los materiales y su resistencia convertida en nuevo caballo de batalla. Los arquitectos, que imaginen huecos, espacios para estos tiempos...

Sin embargo, la división –y este es el tema de mi charla– no puede ni podrá consumarse nunca, por mucho que desde una y otra profesión, ambas, se empeñen en hacerlo. Os traigo esta cita de Le Ricolais que me parece esencial en este momento: "Si en lugar de trabajar con elementos sólidos pensamos en los huecos, llegaremos a la verdad... el arte de la estructura es cómo y dónde colocar los huecos", Robert Le Ricolais (1894-1977).

Esta es en mi opinión la doble tarea que nos empeñamos en dividir. Para mí, el arquitecto explora los huecos y el ingeniero explora las posibilidades de la materia para ser ahuecada, pero siempre, desde luego, que la reunamos dentro del mismo hombre.

Imaginación y técnica son haz y envés de lo mismo, son formas complementarias, casi del mismo modo en que un vaciado de escultura, el molde de yeso es el alveolo de su resultado en bronce.

Parejas de saltadores

Y ahora, muy rápidamente, haremos un viaje emparejando a arquitectos e ingenieros para verles en acción, para verles esta vez como saltadores del espacio. Traigo unas parejas con la única intención de encontrar en todas ellas un mismo hombre y una misma tarea, y destacando en ellas aspectos que son esenciales en el arte de construir.

Nervi y Dieste: la forma resiste

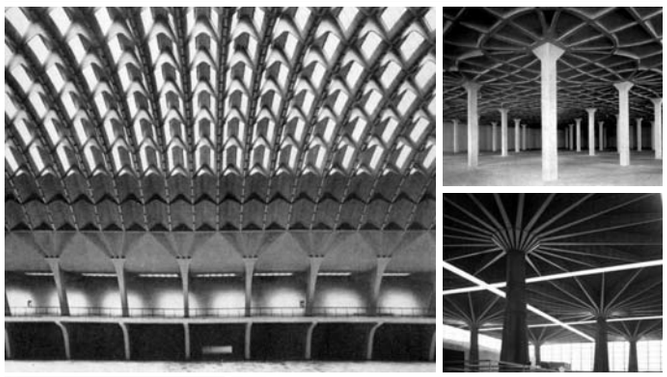
Primera pareja de saltadores. Para ellos, la forma resiste, y este es el principio fundamental: la forma, por sí sola es capaz de resistir, como vemos en este otro ejemplo del mismo principio. Primer saltador de esta pareja: Pier Luigi Nervi, arquitecto e ingeniero italiano (fig. 19), con una de sus fantásticas publicaciones. Forma preexistente, prefabricación y ligereza pueden resumir su tarea.

Palacio de Deportes de Roma (fig. 20): cúpula con elementos prefabricados de 100 metros de luz, la forma rebajada se adapta a las cargas y su espesor se resuelve por un esqueleto de vértebras de hormigón prefabricado.

Palacio de Exposiciones de Turín: el mismo principio aplicado a una bóveda de cañón rebajada. Viejas formas eficientes adaptadas a grandes luces y a las nuevas necesidades de la época. Las piezas prefabricadas en este caso además son estructura y lucernario en un bellísimo ejercicio de definición constructiva espacial y arquitectónica. Una vista frontal del mismo espacio (fig. 21) y un detalle junto a la sección de la pieza prefabricada, que resuelve incluso la carpintería, los goterones y la evacuación de agua.

Nervi siempre anduvo muy preocupado por la expresión estética de su obra y pulía sus diseños obsesionado con alcanzar una belleza estructural natural. En esta ocasión (fig. 22), trasladando los diagramas de isostáticas a estas losas, busca en ello la expresión útil y sincera del mecanismo estructural, o como en este extraordinario Palazzo del Lavoro (fig. 23), donde despliega estos impresionantes árboles de 40 metros de lado, es decir, 20 metros de voladizo a cada lado del pilar, separados por un sutil y cuidadosísimo lucernario que arriostra el conjunto sin presencia material. Todos recordamos aquí las largas hojas de una palmera que logran sostenerse en el aire tan solo plegando su materia, para que su forma, como ya sabemos, resista.

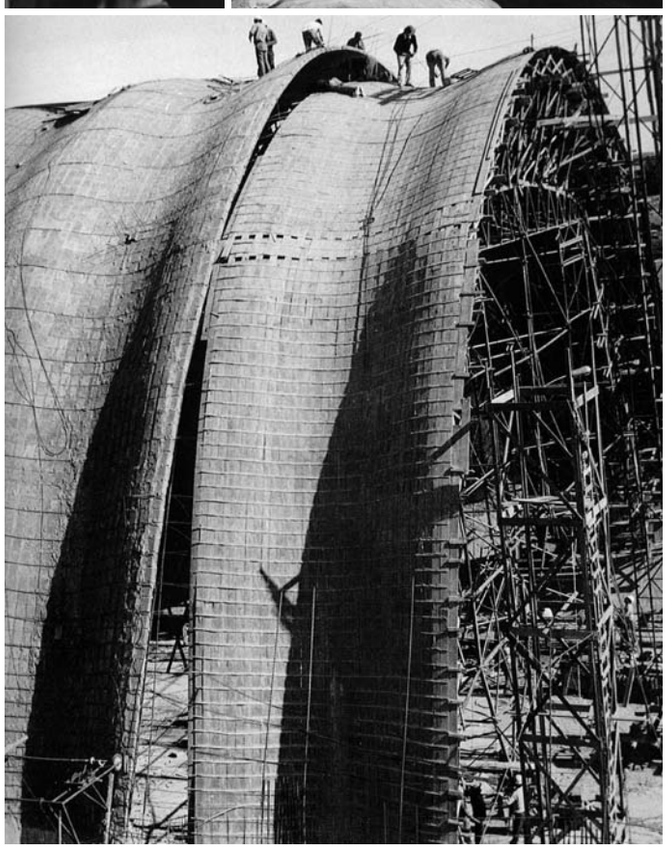
19 / 20



21 / 22

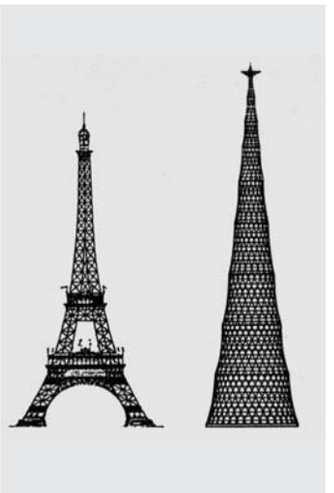
23

24 / 25

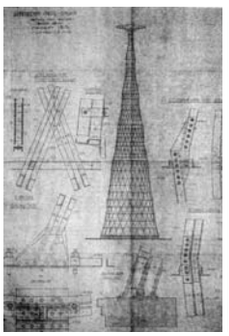


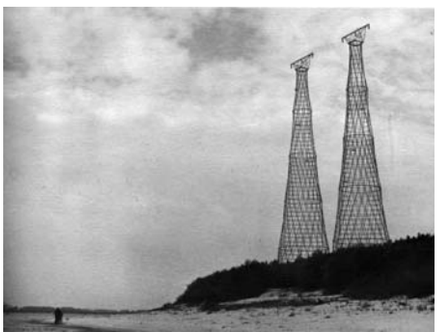
26

27 / 28

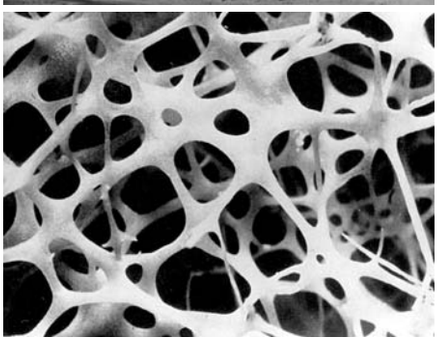


29 / 30

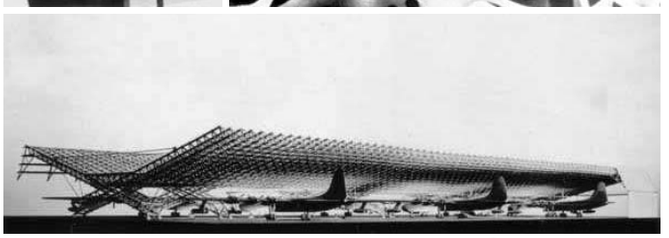




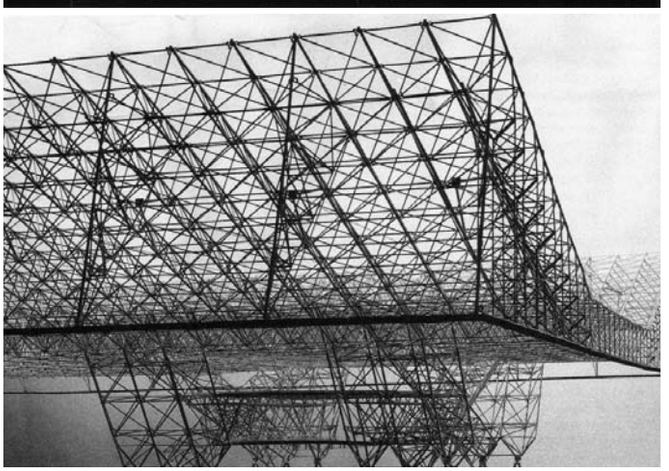
31 / 32



33



34



Junto a Nervi, este otro extraordinario saltador, Eladio Dieste (1917-2000), al que tuve la fortuna de conocer en el año 1993 en Montevideo (fig. 24). Él buscaba la forma de los problemas en vez del problema de las formas. Una losa estructuralmente es un problema, pero si la ondulamos allí donde es más solicitada podrá ser más delgada porque su forma le dotará de resistencia.

Dieste construyó consiguiendo sus encargos casi siempre por precio y, sin quererlo (aunque el era muy consciente), esta economía resultó de una belleza sincera, total. Aquí se observa la estructura anterior en una prueba de carga (fig. 25), con su propio autor dando ejemplo posando de pie en la clave de la bóveda. La sección de la lámina asusta: de los 12 centímetros totales, la mitad son hueco.

La obra de Dieste ha entrado muy tarde en la cima de la ingeniería y los habitantes de sus obras, con los que tuve la ocasión de hablar, solo hablaban de la humanidad de estas, y se sentían profundamente identificados con ellas. Cuando pienso como arquitecto en la casa como tema arquitectónico, siempre se me aparece la bellísima casa de Dieste en Montevideo, donde pude tratar en una comida inigualable a este hombre integral con título de ingeniero... Otro ejemplo de su obra: un enorme silo horizontal lleno de grano; presiones enormes someten a la estructura y una cáscara delgada y ondulante resuelve ese problema.

Aquí vemos el encofrado (fig. 26) que corresponde con una de las ondas del edificio en el momento de desencofrar y moverlo a su nueva posición. La emoción espacial, cuando uno está ahí dentro, ha sido una de mis grandes sacudidas como arquitecto.

Suchov y Wachsmann: hilando el espacio

Segunda pareja de saltadores: Suchov, ingeniero ruso y Wachsmann, arquitecto americano.

Ambos –me parece a mí– dedicaron su vida a hilar el espacio.

Aquí tenemos a Vladimir Suchov (1853-1939) (fig. 27) sostenido por una fibrosa bicicleta que no puede ser una mera casualidad. Con este aspecto tan serio, encaramarse a ella es todo un manifiesto.

Habrán visto de manía de comenzar viendo las caras de los personajes, pero, tras esta casi obsesión de siempre, he entendido muchas cosas que de otro modo quedaban ocultas...

En efecto, la bicicleta nos descubre su verdadero proyecto vital: aliarse con la fibra más humana de su tiempo, el acero, y llevarlo a su delgadez y anorexia más extremas. En las torres de comunicaciones encontró su gran excusa para demostrar hasta dónde un material puede expresarse. Aquí vemos una de sus torres junto al dinosaurio de la Torre de Eiffel (fig. 28) y unos delicadísimos y esqueléticos detalles (fig. 29). Un conocimiento científico y geométrico profundo y una demostradísima capacidad constructiva llevaron a Suchov a lo más alto de la construcción en acero: su torre fue más alta que la de Eiffel y utilizó la tercera parte de acero. Esta pareja de torres en una línea eléctrica siberiana (fig. 30) que todavía está en uso nos dejan, como a los niños de la primea imagen de la charla, jugando y explorando con los hilos de la gravedad y el viento, que son, al fin y al cabo, las fuerzas que regulan las estructuras en altura.

Junto a él un arquitecto americano, Konrad Wachsmann (1901-1980). Rusia y estados Unidos en plena guerra fría... en guerra con sus hilos... (fig. 31). Si el triángulo, como nos muestra Wachsmann en la pizarra, es la figura geométrica indeformable por excelencia, el tetraedro de esta pizarra es el triángulo espacial, tridimensional... y con él nos lanzamos a ver lo que pasa... y pasa como en esta foto de la estructura interna de un hueso (fig. 32), que las fuerzas de una masa pueden abstraerse en una intrincada retícula triangulada.

La masa aparente del hueso, símbolo de la solidez y resistencia, se nos aparece de pronto como un intrincado tejido triangulado. La malla,

como vemos, es la abstracción geométrica de la masa. Aquí le tenemos con la impresionante maqueta para el hangar de aviones del ejército americano. En estas casas para cobijar aviones, Wachsmann triangula obsesamente y realiza unas estructuras bellísimas llenas de astucia y de maña, que ya sabemos por el diccionario que son la definición de arte.

Aquí se ve otro ejemplo de hangar (fig. 33) donde encontramos, si se fijan, cómo el triángulo es empleado tanto en la microestructura de las cerchas como también en la organización de la superestructura principal de las mismas. Otra imagen del primero de los hangares (fig. 34). Wachsmann aligera aún más este artefacto al apoyarlo con deliberado juego en unas patitas de insecto minúsculo.

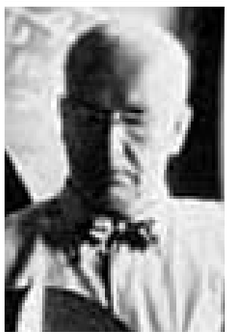
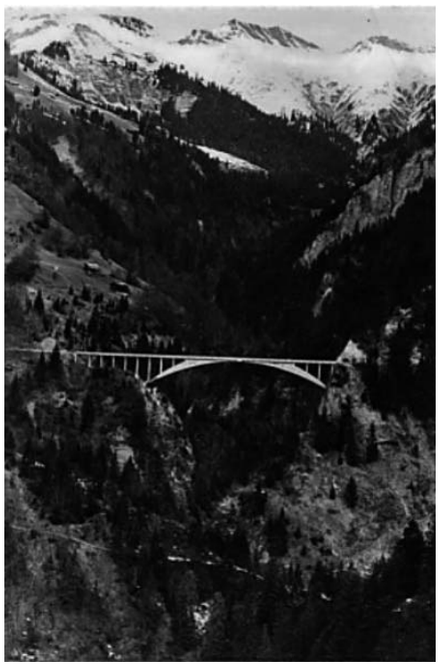
Maillart + Fuller: quitando la grasa (el elefante esquelético)
Tercer emparejamiento, Maillart y Fuller, empeñados en quitar la grasa a los animales estructurales.

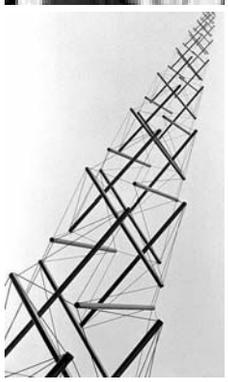
Retrato del aseado y simpático Robert Maillart, un suizo excepcional (fig. 35). El hormigón pesado de las grandes construcciones romanas puede ponerse a dieta si encontramos la manera de canalizar sus esfuerzos. Aquí vemos la fabulosa foto de su puente blanco (fig. 36) como la nieve de las cumbres, en un paisaje que era necesario enlazar. Si el arco es el antifunicular de las cargas distribuidas y consigo poner músculo allí donde las cargas alternas me alteran el arco básico, puedo quitar mucha grasa del hormigón y ahorrar de paso no solamente material, sino medios auxiliares tan esenciales en la construcción de puentes. La historia de los puentes es, en gran medida, la historia por suprimir o evitar los medios auxiliares para su construcción, y aquí vemos una delgadísima cimbra para el puente anterior. Maillart fue lejos en este asunto y pensó: si el arco fraguado me permite ser la sujeción temporal de todo lo que va sobre él, puedo ejecutar una delgada cimbra que se retire en la primera fase, es decir, con tan solo el arco ejecutado. A partir de ahí, la estructura será soporte de sí misma hasta la terminación total del conjunto.

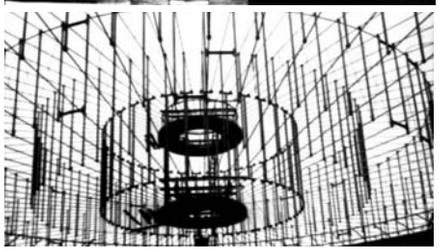
Fuller (fig. 37), arquitecto, un polifacético arquitecto americano del que todas las profesiones han querido adueñarse. Él también entendió que definir geométricamente el espacio como un enorme campo de fuerzas permitiría capturarlas en la geometría de sus construcciones y a ello se dedicó con una feroz y fecunda actividad. Este fue su gran juguete conceptual, lo llamó *tensegrity*, y lo definió casi filosóficamente como una "estructura que utiliza una tracción distribuida alojando en ella islas de compresión". La cosa tiene su potencia, porque si la tracción es un esfuerzo directo y además, más económico que la compresión porque obvia los problemas de pandeo, sabiendo disponer, como él dice, un pequeño archipiélago de compresiones, tendré la estructura más esquelética de todas; juguete conceptual que, en su versión más juguetona, permitió a Kenneth Snelson desarrollar toda su labor creativa con sus esculturas *tensegrity*, como estas (fig. 38), pero que, en su versión arquitectónica, permitió casi anular la gravedad como en esta cúpula *tensegrity* (fig. 39).

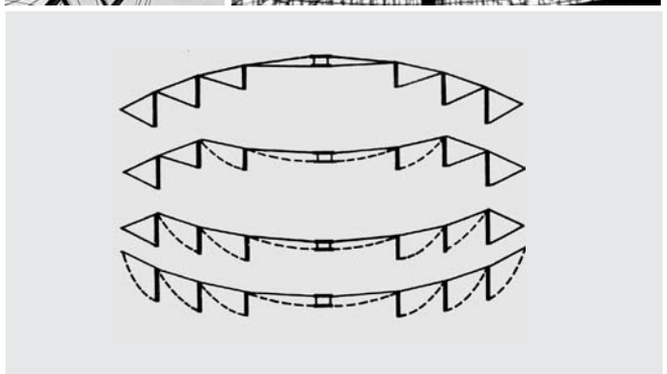
Fueron realmente otros quienes utilizaron su hallazgo con profusión, y aquí vemos uno de esos enjambres de tracción, con sus islas de compresión ordenadas y verticales (fig. 40).

Fue Geiger, un ingeniero erradicado en los Estados Unidos, quien con esta cúpula para los Juegos Olímpicos de Seúl de 1988 consiguió demostrar la extrema potencia del sistema, aunque tardó casi seis meses en convencer a los políticos de su viabilidad y de su bajo coste. Como muestra el esquema (fig. 41) de abajo a arriba, disponiendo cables y montantes y tensando los cables relajados que aparecen a puntos, aquello se eleva antigravitatoriamente y permite resolver un espacio de más de 100 metros de luz, que se dice pronto, con un fabuloso campo de tracción (fig. 42).



35 / 36
37



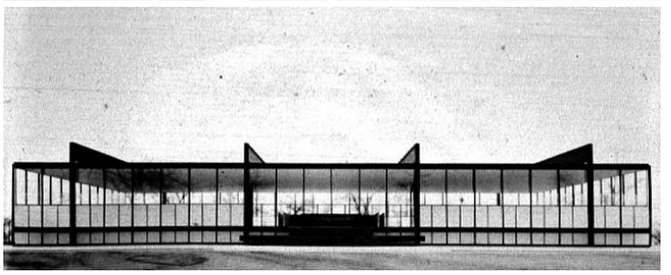

38 / 39
40


41

42

43 / 44

45



46 / 47

48 / 49

50

51

52

Mies + Straski: el horizonte ingrávido

Cuarta pareja, Mies y Straski, dos personas aparentemente lejanas, pero unidas por un horizonte ingrávido.

A Mies (fig. 43) le vemos en esta foto muy trajeado revolucionando el concepto de espacio arquitectónico. Por alguna razón los revolucionarios como Mies y Gehry se han puesto siempre la corbata para asesinar las ideas de su tiempo, así que mucho cuidado con los señores trajeados que pueden esconder a un verdadero revolucionario, porque Mies diluyó el espacio y lo empujó a moverse de otro modo.

Si Mies ha sido invitado aquí es para destacar la gigantesca importancia que tienen las ideas espaciales en la disciplina estructural. Con su imagen arquitectónica, todavía no construida, Mies convocó a todos los ingenieros del mundo a calcular el horizonte, su gran hallazgo, y cuando inauguraba su pabellón en Barcelona en 1929 (fig. 44), estos ingenieros todavía no habían encontrado su solución.

Muchos sabrán que este pabellón no se ejecutó con losa de hormigón porque todavía no estaba del todo desarrollada, y lo más alucinante que yo creo que muy pocos conocen es que el poderoso zócalo sobre el que se dispuso y que Mies proyectó de hormigón macizo acabó sostenido por una bóveda tabicada, de la que Mies nunca supo.

Fue más tarde, en Estados Unidos, donde él encontró lo que llamó el espíritu de su tiempo y fue allí donde como él mismo aspiraba supo traducir en espacio (fig. 45).

Desde la Cuba precastrista del ron Bacardí encontró su forma para volver a Alemania y para resumir en un edificio toda su obra que fue la búsqueda de este último proyecto.

En la Galería de Berlín (fig. 46) y con un hombre solitario en la frontera de su edificio, Mies nos deja esta cita fundamental:

"Allí donde la tecnología alcanza su admiración real, trasciende a arquitectura... La arquitectura depende de su tiempo. Es... La lenta presentación de su forma. Por esta razón, arquitectura y tecnología están estrechamente ligadas. Nuestra verdadera esperanza es que algún día la una sea la expresión de la otra... símbolo verdadero de nuestro tiempo".

Prefiero seguir el viaje y dejar a Mies en su casa de Farnsworth relajado, sin corbata y apoyado, cómo no, en una viga horizontal (fig. 47).

Picasso dijo: ¿Cuál sería el mejor puente? Aquel que pueda reducirse a un hilo, a una línea, sin nada accesorio, que cumpla perfectamente su función de unir dos puntos separados.

Jiri Straski (fig. 48), ingeniero checoslovaco todavía activo, ha sido uno de los hombres en conseguirlo, como veis, muy serio y con corbata.

Straski parte de los puentes colgantes de bambú presentes en Asia desde tiempos remotos (fig. 49), pero se toma la exigencia de Picasso muy en serio. Straski revoluciona el sistema en un aspecto esencial.

Para evitar la inestabilidad inherente que observamos en la cautelosa actitud del personaje cruzando este río en el Himalaya, realiza un hábil recurso.

Como muestra el esquema (fig. 50), tracciona con fuerza los cables tendidos, deslizando entre las losas, de modo que estas se comprimen y acodalan fuertemente los estribos.

En cierto modo, el puente acaba siendo un arco precargado invertido, que, al ser cargado, relaja algo sus fuerzas. El esquema es sencillo y los resultados no pueden ser más espectaculares (fig. 51).

Los puentes de Straski resultan ingrávidos y fascinan por la anulación del material a base de tirar de otro lado donde el ojo no acostumbra a buscar.

Colocando los techos en simetría perfecta con el suelo respecto del punto de vista, Mies alejaba del mundo sus edificios de una abstracción de percepción visual y casi de modo idéntico, estos excursionistas (fig. 52) a la izquierda de la imagen no entienden qué

es lo que sujeta este puente, y lo que lo sujeta es el terreno, como no podía ser de otra forma. Lo que pasa es que en este caso el terreno trabajaba a tracción, cosa que no les entra en la cabeza. Arte, recordemos, es maña, astucia.

¿Y ahora?

Ya terminamos, pero antes de la siguiente charla que dará en este ciclo el gran ingeniero Manterola y en la que olfateo un veredicto pesimista en la relación entre arquitectura e ingeniería, quiero dejar dos cosas dichas junto a la obra de un arquitecto contemporáneo japonés Kazuyo Sejima.

Hemos recorrido el panorama de las formas resistentes resumido en este cuadro (fig. 53) que he elaborado relacionándolo con las macroformas que estas adoptan y las microformas con las que puedan resolverse, microforma, claro está, estrechamente relacionada con el material.

Kazuyo Sejima (fig. 54), arquitecta fundamental en el panorama arquitectónico mundial y quizá ella pueda contestar en cierto modo a la pregunta que se hará Manterola dentro de un mes: ¿pueden colaborar el ingeniero y el arquitecto en la arquitectura actual?

Esta es la sección (fig. 55) de su propuesta para la ampliación del Museo IVAM de Valencia, donde no sabemos en qué consiste, pero en este dibujo advertimos un esquelético dolmen, unos pilares inmateriales sosteniendo una cubierta inmaterial en un gigantesco espacio. Esta es la imagen de esa propuesta (fig. 56), un proyecto que personalmente me emociona profundamente. La pregunta es:

¿Dónde está la estructura?

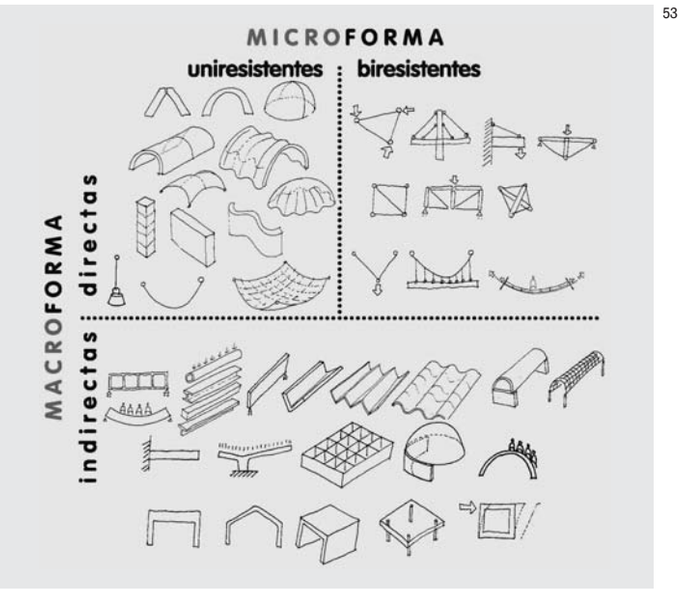
Yo creo que está y no está, está ausente por omnipresente y todo lo que pasa, tanto material como inmaterial, está puesto al servicio de una hermosa sensación, la misma que la que sintieron al caminar por los paseos arbolados de las avenidas del ensanche de Valencia, según han confesado sus propios autores.

Creo sinceramente que la arquitectura y la ingeniería no solo pueden colaborar, sino que han entrado ya juntas en el espacio inmaterial de un mundo donde el propio concepto espacial también se ha multiplicado.

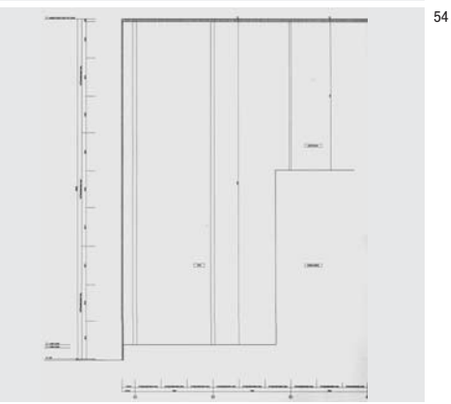
El acortador de distancias, Graham Bell, con el que hemos comenzado este viaje (fig. 57), nos las trajo a nuestros pies con el teléfono y sus cometas voladoras.

Desde entonces, la feroz carrera tecnológica ha sumado dimensiones al espacio que ni la arquitectura ni la ingeniería pueden obviar. Con barba, a la derecha, él observa su artefacto en el aire, y en el aire os dejo yo, esperando que la falsa frontera entre arquitectura e ingeniería haya puesto ya un pie en el otro barrio.

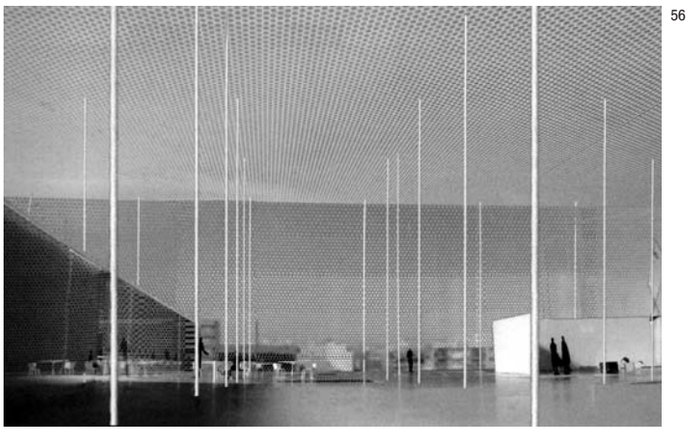
Muchas gracias.*



53



54 / 55



56

57

*

Este texto es una trascripción de la charla impartida el 27 de febrero de 2006 dentro del ciclo Arquitectura e Ingeniería organizado por la Fundación Coam y la Universidad Europea durante los años 2005 y 2006, y del que fueron directores Francisco Domouso y Ramón Gámez.
Su autor, una vez contactado para colaborar en este número de la revista, ha considerado que este texto es, según sus palabras, "un recorrido que puede interesar y del que guardo un buen recuerdo por las diferentes actitudes esqueléticas que aborda vuestro número, y que considero una buena idea difundir en un medio profesional de mayor alcance como este".

José María Churtichaga es arquitecto desde 1992 y funda en 1995 la oficina CHURTICHAGA+QUADRA-SALCEDO arquitectos. Recientemente ha sido nombrado Associate Dean de la IE School of Architecture.

Entrelazamientos materiales

Antonio Juárez

"Cualquiera que trabaje con el microscopio con un propósito práctico o intelectual a menudo se detendrá un momento, de absoluto placer, ante los dibujos que ve, porque tienen mucho en común con el arte de la forma".[1] Así comienza Cyril Stanley Smith unos de sus más conocidos ensayos en el campo de la ciencia de los materiales, en los que establece algunas premisas de particular importancia en torno a la idea de estructura de la materia y sobre los vínculos entre los modelos de organización del macrocosmos y del microcosmos. Se asoma así al particular interés de la materia para la arquitectura, que aparece cargada de un fuerte potencial físico e imaginario, capaz de revelar el orden de las cosas y su progresivo proceso de desintegración entrópica.

A lo largo del siglo XX, podríamos distinguir dos momentos dispares de la mirada en lo referente a la organización de la materia en el espacio. En un primer momento existió una fascinación hacia la exactitud casi cristalina de las geometrías elementales. La repetición rítmica de la estructura en el espacio que muchos de los proyectos de Le Corbusier y Mies van der Rohe proponían, aún con sus diferencias importantes, nos hablan de un entendimiento homogéneo del espacio. Los conceptos de uniformidad, continuidad y regularidad eran unas constantes de referencia hacia un tipo de espacio que tomaba de la materia unas determinadas cualidades para su extensión, organización y estructura.

Quizás la abstracción que proponían aquellos arquitectos estaba vinculada con la propuesta o la conquista de una textura espacial homogénea sin distorsiones en la orientación, en la densidad y en la composición. Y quizás también la pretensión de universalidad que aquellos modelos proponían hacía necesaria la posibilidad de su extensión indefinida y seriación.

Pero hay otra dirección hacia la que el hombre contemporáneo encuentra una fascinación especial, y que se dirige hacia lugares distantes de los órdenes puros y elementales: aquellos en los que las condiciones de contorno o las impurezas en el seno de una organización producen alteraciones del orden original, irregularidades y singularidades. Podríamos incluso preguntarnos si existe siquiera la referencia a dicho orden original, cuyas leyes hubieran sido quebradas, y quizás se ha partido simplemente de un medio de distinta naturaleza, que no busca ni en su origen ni en su finalidad una relación homogénea, sino que simplemente constata la naturaleza discordante del panorama crítico y del tejido social en el que nos movemos, en donde toma forma la arquitectura.

Todo parece indicar que el hombre contemporáneo encuentra en estas organizaciones de la materia una expresión más acorde para la organización del espacio y un modelo más flexible de trabajo, abandonando o distanciándose de lo que en ocasiones se ha llamado "el antiguo universo de estados puros". En este momento prestamos especial atención a lo singular y consideramos lo irrepetible como un fenómeno superior a lo serial.

Una mirada desde nuestro tiempo a aquel "nuevo paisaje del arte y la ciencia" que en los años cincuenta y sesenta proponían un buen número de pensadores, artistas, científicos y arquitectos –entre los que se encontraban Gyorgy Kepes, Cyril Stanley Smith, Robert Le Ricolais, Max Bill y Jacob Bronowski– puede resultar significativa.[2]

Aquella aventura interdisciplinar, posiblemente una de las más intensas del siglo XX, pone ante nuestros ojos el universo de la forma a muchos niveles de acercamiento, a la espera de ser integrado de manera significante en el abanico de nuestra mirada.

La exposición que, con motivo de aquellos simposios, se celebró en 1951 en el MIT prestaba atención tanto a hallazgos arqueológicos, como a la astronomía, y dirigía su mirada tanto a las construcciones abstractas propuestas por algunos artistas como a la arquitectura del momento, a fenómenos energéticos y a la microestructura de la materia, a los inquietantes fenómenos de la mecánica ondulatoria y a las imágenes obtenidas por procesos técnicos más complejos como los rayos catódicos.

Nuestro panorama visual se expande con este planteamiento a cualquier configuración material que la ciencia, el arte y la técnica ponen ante nuestros ojos.

Lo que sigue es una síntesis de algunas de aquellas ideas referidas al momento presente y un intento de encontrar referentes de significado que puedan establecer conexiones entre aquellos modelos de organización de la materia y algunos procesos del pensamiento proyectual de la arquitectura reciente. Quizás, en definitiva, es necesario restablecer nuestra mirada, pues a la luz de estas ideas, el propio concepto de materialidad en nuestro espacio imaginario está sujeto a nuevas configuraciones y posibilita un entendimiento del alcance y los límites de la arquitectura contemporánea.

La reivindicación de la estructura

La noción de 'estructura' –explorada desde disciplinas que iban desde la lingüística hasta la biología– fue, sin duda, uno de los centros de referencia de aquel "paisaje".

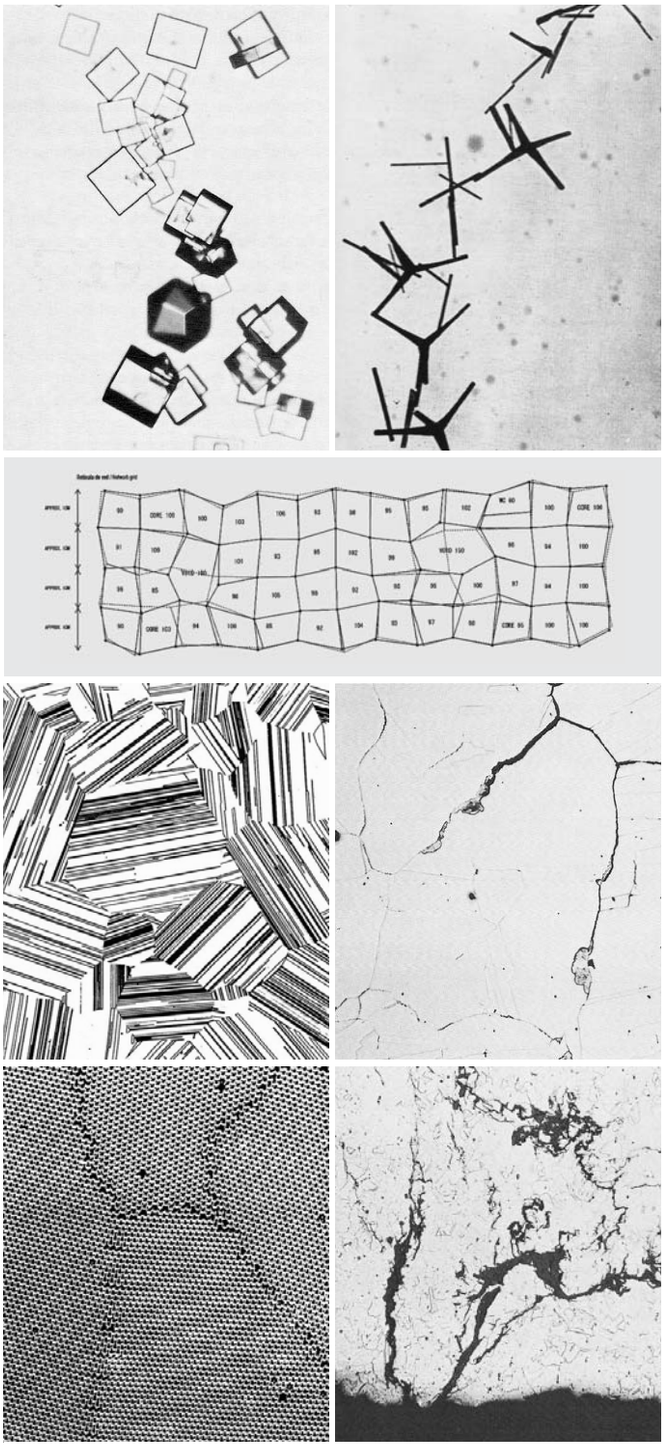
El interés no estaba tanto en la composición de la materia sino en su organización, disposición o "sintaxis". De esta manera se entendía que las propiedades de la materia dependen más bien de un sistema de leyes de organización, agregación y crecimiento de sus partículas.

Esta manera de pensar estableció nuevas posibilidades para el pensamiento configurador de la realidad y para el conocimiento en general. Bertrand Russell afirmó que "por medio del estudio de la sintaxis podemos llegar a unos conocimientos considerables con respecto a la estructura del mundo". Si bien el pensamiento estructuralista tiene sus límites, pues la realidad se extiende más allá de la sintaxis, la analogía estructuralista permite establecer relaciones entre planos diferentes del conocimiento y entre diferentes escalas de trabajo.

De manera más reciente el concepto de 'estructura' ha sido ampliado sucesivamente en las distintas ciencias particulares, aplicándose tanto a la materia como a sus procesos llegándose a afirmar, por ejemplo en la biología, que "la estructura debería entenderse como una red de relaciones de elementos o de procesos elementales" (W. Weiser).

* * *

Referiremos ahora algunos modos de organización, crecimiento o extensión de la materia [y sus procesos] tratando de establecer conexiones con la sensibilidad contemporánea.



De izquierda a derecha y de arriba a abajo:
Cristales en formación en el seno de una solución salina. Foto C. W. Mason.
Microfotografía electrónica de humo de óxido de zinc (imagen de *The New Landscape in Art and Science*, Gyorgy Kepes, 1951).
Toyo Ito, proyecto S, Escocia (Reino Unido, 2004).
Cristales con bandas de diferente composición en una relación con orientación exacta dentro de cada grano, pero formando una estructura global similar a la de un metal puro. En este caso se trata de una aleación de cobre y silicona (esquema de Cyril Stanley Smith, 1964).
Fragmento de repujado de plata que muestra en los límites irregulares de grano precipitación de otro material (C.S. Smith, 1966).
Agregado de minúsculas burbujas de jabón uniformes que muestran los bordes de las regiones en donde las diferentes orientaciones se encuentran.
Disposición arborescente en la corrosión del acero inoxidable en una solución de sulfato de uranio (imagen de R. J. Gray, Oak Ridge National Laboratory).

Estructuras cristalinas

El antiguo interés hacia los cristales, que se centraba en las simetrías y repeticiones en la organización material, ha ido dando paso a otro interés más reciente hacia las singularidades que en su trama homogénea se producen.

Los modelos observados por los geólogos y los estudiosos de los materiales, que se han basado en un conocimiento más cercano de la realidad, parcialmente imperfecta, han descubierto disposiciones de mayor riqueza e interés significativo en las imperfecciones de los cristales que en la monótona repetición de una celosía geométrica.

Este fenómeno constituye una suerte de abandono o renuncia a la confianza en la geometría elemental como herramienta válida para la ordenación global del mundo y, también, la apertura de una nueva sensibilidad, capaz de apreciar los matices, irregularidades y nuevos sistemas de orden.

Agregados celulares y estructuras arborescentes

Cyril Stanley Smith, que fue director del Instituto de Metales de Chicago, cuyos numerosos estudios sobre la materia empiezan en 1916, distingue dos sistemas arquetípicos de crecimiento de la materia: los agregados celulares y las estructuras arborescentes.

Agregados de materia próximos, no pueden unirse sin alguna imperfección. Las fronteras entre los granos son la fuente de la fuerza o la debilidad del conjunto, pues posibilitan lugares para el comienzo de cualquier cambio cristalino.

En una matriz de diminutas burbujas uniformes en una solución de agua jabonosa se aprecian líneas de desorden debidas en este caso a la diferente orientación de las mismas.

En estas extensiones de la materia encontramos una ausencia de jerarquías o direcciones predominantes. Y podríamos referirnos a la "arquitectura débil" en palabras de Ignasi Solá-Morales, como un medio material en el que los monolitismos no podían resistir fácilmente y han dejado paso a organizaciones que son expresión de un mundo en el que el conocimiento ha adquirido una naturaleza fragmentaria y las estructuras que ordenan los sistemas parecen requerir una flexibilidad que antes no parecía necesaria.

Frente a estas estructuras celulares, tendríamos las estructuras ramificadas o arborescentes. Cuando una protuberancia tiene ciertas ventajas sobre las adyacentes para conseguir una mayor cantidad de materia, calor, luz, o cualquier otro pre-requisito para su crecimiento, se organiza la materia y la energía de forma arborescente. De este tipo, son las descargas eléctricas y las grietas originadas en sólidos frágiles.

Estas estructuras, que pueden entenderse más bien como singularidades y no como agregaciones celulares, comienzan por un punto y crecen linealmente hasta que encuentran algún obstáculo extraño que las impiden crecer más.

Existen también estructuras ramificadas de génesis inversa: como los cursos de agua, en los que la unión sucesiva de arroyos muy pequeños, constituye el único cauce de un gran río. De esta manera, pueden entenderse los sistemas venosos, circulatorios de los organismos vivos.

Algunas propuestas arquitectónicas y urbanas parecen requerir estos modelos de organización, pues las condiciones programáticas exigen, en ocasiones, posibilidades de crecimiento, extensión o ampliación.

Una versión simplificada de estas ideas la exponía el arquitecto Fumihiko Maki en sus investigaciones sobre lo que él llamaba "forma colectiva".

Estructuras espumosas

En las estructuras espumosas, de gran energía y movilidad, el ojo percibe la interacción entre regularidad e irregularidad. Por una parte, está subyacente la ley de Euler que equilibra el número de lados y las angulaciones en las uniones entre las pequeñas películas y por otra parte, más allá de los equilibrios puntuales, estarían las consideraciones sobre el proceso de formación de la espuma, variando la dimensión de las burbujas a lo largo del tiempo.

Esto nos llevaría a admitir accidentes ajenos al sistema pueden llevar una burbuja de cierto tamaño a un sitio determinado, entendiendo el conjunto con su propia historia en el tiempo y sus particularidades.

Si en otro tiempo –como ha señalado Peter Sloterdijk– las estructuras espumosas habían sido consideradas como una realidad efímera, inesencial y falta de solidez, la consideración de estas organizaciones de la materia forma parte de "una nueva mirada a lo inaparente" en nuestra cultura que presta especial atención a lo frágil como el corazón de la realidad, y a las dimensiones simbólicas que tiene la investigación sobre "cápsulas habitables".

Sistemas de corrosión

Particular interés tienen los sistemas de corrosión, que aunque comúnmente se han considerado de manera negativa en cuanto a la calidad material de los objetos, han hecho avanzar muy seriamente la ciencia y manifiestan en ocasiones aspectos no visibles a simple vista de la organización de la materia.

En un medio continuo, por ejemplo, una lámina de metal, se hacen visibles las fronteras entre regiones de distinta condición de sus partículas por ataque químico selectivo, o, en otros casos, al ser sometida a altas temperaturas, mediante líneas de fusión más temprana.

Estas líneas que revelan las diferencias internas marcan patrones de líneas, de grosor variable, según la región del metal de que se trate.

La organización espacial de estos trazados desafía cualquier modelo simplificado de extensión de la materia y de partición del espacio.

Estas ideas suponen en cierta medida un "reverso de la materia" e iluminan la sugerente noción de Cyril Smith de "algunas corrosiones constructivas", o aquella otra de Le Ricolais que afirmaba que "el orden de la construcción sigue al orden de la destrucción".

Hacer visibles las fronteras que existen en un medio aparentemente continuo nos acercaría a algunas estrategias contemporáneas que pretenden diagnosticar fronteras o lugares no visibles en umbrales normales de percepción. Ese es el caso de Raoul Bunschoten y lo que él denomina "liminal bodies".

* * *

Y aquí podríamos también rastrear y establecer paralelismos entre estas configuraciones de la materia y otros sistemas de organización propuestos por algunos artistas plásticos, pues revelan, en buena medida, el carácter singular de un entendimiento del espacio contemporáneo.

Según Max Bill la relación entre las formas visuales del arte y la estructura de la materia es posible porque al fin y al cabo, el arte es orden y el reto de nuestro tiempo es descubrir o establecer nuevos sistemas de orden, de acuerdo con la complejidad de la realidad, tal como ésta es, y no según visiones simplificadas de la misma.[3]

El intento de los grandes pioneros en el arte de nuestro tiempo ha sido precisamente la pretensión de hacer visible el ritmo universal de las formas, intentar desvelar las estructuras de la matriz en las que éstas germinan.

Este es precisamente el equivalente etimológico de la palabra materia: *mater-matrix* en latín; mientras que en sánscrito, es *matra* que significa medida, y que podríamos relacionarlo con la realidad ineludible de que cualquier producción material se hace visible a través de la medida, en el dominio de la *res extensa* cartesiana.

Artistas como Klee, Palazuelo y Gerard von Graevenitz, nos hablan de una progresiva libertad en la organización material, que va desde lo que podríamos llamar una trabazón omnipresente del tejido de lo real (Klee) o la aparición de flujos latentes que se liberan en el seno de la materia (Palazuelo), a la movilidad de partículas en suspensión (von Graevenitz).

Lo que estos artistas investigan no está lejos de los entrelazamientos materiales ya referidos, pues se trata de sistemas espacio-constructivos, como una inmersión en la inquietante materia primordial en la que brotan los sistemas formales. Estas obras –y podríamos recoger muchas otras– nos hablan de un estado latente, seminal, del binomio materia-energía, y en ellos se refleja una matriz informe, más o menos trabada, en la que se producen flujos, tensiones, fuerzas, y turbulencias.

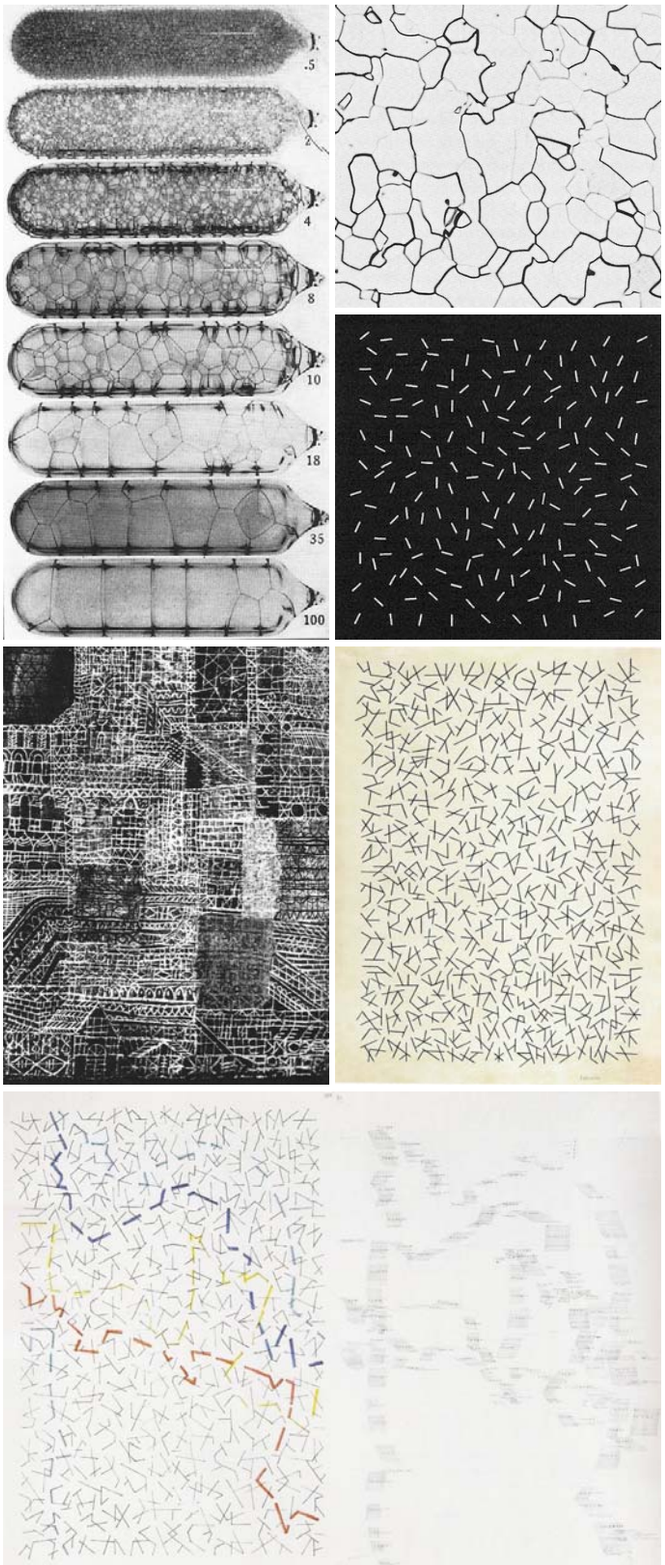
La obra de Palazuelo, por ejemplo, se sitúa muy cercana a las configuraciones materiales antes mencionadas, y a la progresiva aparición de fronteras y singularidades en el seno aparentemente continuo de la materia. Y en ella se podría rastrear –objeto que queda fuera de este trabajo pero que quizás valdría la pena tratar en otro momento– el carácter ambigüo de la materia entre lo continuo y lo discontinuo, que anida, sin duda, en el imaginario de un creador, como Juan Navarro Baldeweg nos presentaba al explicar que "el objeto es una sección" de un flujo continuo y que se podría extender hasta el infinito, de la materia.

De los conceptos ya mencionados, algunos han servido como modelos de pensamiento para el arquitecto, por ejemplo los procesos energéticos, los procesos de descomposición o desintegración y los procesos de erosión o desgaste. Pero también podemos desentrañar algunas categorías de pensamiento configuradoras de organizaciones materiales. Nociones como continuidad, isotropía, densidad, orientación, cohesión, proximidad o alineación son claves para un entendimiento de la condición material de la arquitectura y con ellas podemos establecer la sistema constructivo-estructural-espacial.

Básicamente, podemos afirmar que tras una propuesta arquitectónica subyace un entendimiento de la materia, que determina también una visión del mundo y de la técnica. Las categorías aquí apuntadas serían la base para establecer, en una investigación que sigue en proceso, una taxonomía de las condiciones de organización de la materia en el espacio y, en definitiva, modelos de consistencia, referentes (en último extremo imaginarios) para un entendimiento de la materia en arquitectura.

Lejos de la homogeneidad material propuesta por algunos arquitectos del primer movimiento moderno, y más allá también de aquellas discontinuidades y contradicciones que Robert Venturi refería a los palacios y los tejidos urbanos que los rodeaban en la Roma renacentista y barroca, el espacio contemporáneo parece reivindicar la necesidad de construir espacios continuos y heterogéneos.

Estas "continuidades heterogéneas" no buscan la homogeneidad de las tramas estructurales de muchas propuestas del llamado "espacio continuo", ni las discontinuidades que en el seno de



De izquierda a derecha y de arriba a abajo:
Secuencia temporal de la evolución de espuma de burbujas irregulares de jabón mostrando una estructura celular análoga a la de los metales.
Sección dibujada de una pieza de metal mostrando la organización de los bordes de los granos en líneas de corrosión selectiva (Fotografía R. J. Gray).
Gerard von Graevenitz, *Líneas blancas sobre negro*, 1964.
Paul Klee, *Structural II* (1924).
Pablo Palazuelo, *El número y las aguas* (1978).
Pablo Palazuelo, boceto para *El número y las aguas* (sin fecha).

la trama podían existir; sino sistemas materiales que permitan la heterogeneidad sin romper la continuidad. Buena parte del interés contemporáneo –que aflora desde multitud de lugares y disciplinas– consiste en la creación de espacios en los que la continuidad material sea un orden suficientemente flexible para albergar la singularidad, las alteraciones, las condiciones de contorno y, en definitiva, una multiplicidad de factores que configuran la ciudad y la arquitectura.

Entre otros ejemplos podríamos citar a Toyo Ito, pues en algunas de sus propuestas subyacen estas "continuidades heterogéneas". La mediateca de Sendai anunciaba ya estas ideas, que vuelven a aparecer de manera diversa en proyectos como la sede del Edificio Tod's de Tokio y el Foro para la música en Gante. En estos proyectos se utiliza un sistema de trabajo en el que lo material, lo estructural y lo espacial están entretejidos y su dimensión formal no se separa de una íntima concepción material.

Sería necesario, por tanto, para esta aproximación a la arquitectura, abrir la mirada a un lugar más profundo en el seno de la materia, más allá del puro material físico de construcción, y bucear en los flujos, turbulencias y distorsiones que animan desde dentro la aparente homogeneidad de lo material en la cabeza del arquitecto. Las múltiples dimensiones de lo que Gaston Bachelard[4] llamaba "imaginación material" nos abren el cauce profundo de una intimidad de la materia que late en determinadas propuestas, que son quizás la imagen, el reflejo, la alteración o la combinatoria de configuraciones relativas entre microcosmos y macrocosmos.

Estas ideas suponen una investigación en las condiciones materiales contemporáneas, que vinculan variables no sólo físicas, sino también imaginarias y significantes. A este respecto la afirmación de Mies van der Rohe de que "el orden es más que la mera organización, pues genera significado", nos llevaría a un plano en el que la pura sintaxis que estudia el estructuralismo quedaría superada para entrar en el terreno de los referentes significativos. Es por esto por lo que las citadas condiciones de organización, y sus referentes significantes, amplían nuestros modelos formales, y proponen lo que podríamos llamar una "nueva consistencia" entendiendo que lo regular y lo irregular –lo homogéneo y lo heterogéneo– están entrelazados.

Notas

1. Smith, Cyril Stanley: *Structure, Substructure, Superstructure*, 1964. En Kepes, Gyorgy: *Structure in Art and Science*, George Braziller, New York, 1965.

2. Kepes, Gyorgy: *The New Landscape in Art and Science*, Paul Theobald and Co., Chicago, 1956.

3. Whyte, Lancelot Law: *Atomism, Structure and Form*, en Kepes, Gyorgy: *Structure in Art and Science*, George Braziller, New York, 1965, pags. 20-28.

4. Bachelard, Gaston: *El agua y los sueños. Un ensayo sobre la imaginación de la materia*, Fondo de Cultura Económica, 1988.

Antonio Juárez es arquitecto y profesor de proyectos, ETSA Madrid.
Este texto resume un largo periodo de investigación, que arranca en 1997, cuando el autor entró en contacto con el trabajo de Cyril Stanley Smith. Tras sucesivas etapas de estudio y cursos de doctorado en torno a los conceptos de "materia", "paisaje" y "energía", se ha iniciado en la ETSAM una investigación bajo el título Matterscapes: La materia como nuevo paisaje de la arquitectura. Este artículo, en forma preliminar, fue expuesto en I Congreso Internacional de Arquitectura organizado por la Fundación Miguel Fisac, que tuvo lugar en Almagro en otoño de 2007.

Toda estructura es un cosmograma

Ignacio González Galán

"In architecture 'form' is a noun, in the industry, form is a verb" (Buckminster Fuller).[1]

Desde la casa Dymaxion de 1928 hasta la casa Wichita de 1946, Buckminster Fuller investigó sobre las estructuras colgadas de un mástil central. Frente a otras sofisticaciones, destaca una diferencia: mientras que en la casa Dymaxion la resistencia del acero exigía una pendiente mayor en los tensores, que sobresalían por encima del cerramiento, el aumento de la resistencia de los materiales disponibles a un precio razonable permitió a Fuller, en el diseño de la casa Wichita, incorporar los tensores al cerramiento. Fuller aclara: "No lo hice por el aspecto".[2]

Quizás en este desdén reside lo que inquietaba a Philip Johnson cuando insistía en que nunca debería considerarse a Buckminster Fuller como un arquitecto: "Bucky Fuller no era una arquitecto y todo el rato fingía serlo. Era muy molesto".[3] Tal y como explica Michael Hays[4], para Johnson un arquitecto debía tener un compromiso cultural, tener un estilo y crear formas significantes, y Fuller no lo cumplía: "La arquitectura tiene que ver con los códigos de producción y reproducción de la cultura... y Fuller no estaba interesado en los códigos". Así pues, si Fuller no estaba interesado en crear formas significantes es porque no le interesaban los significados –los códigos–, pero es importante diferenciar que no es porque no le interesara la forma. Muy al contrario, todo su trabajo radica en encontrar las lógicas –invisibles– de las fuerzas latentes en la realidad, con capacidad de generar patrones geométricos y formales para las estructuras creadas por el hombre.

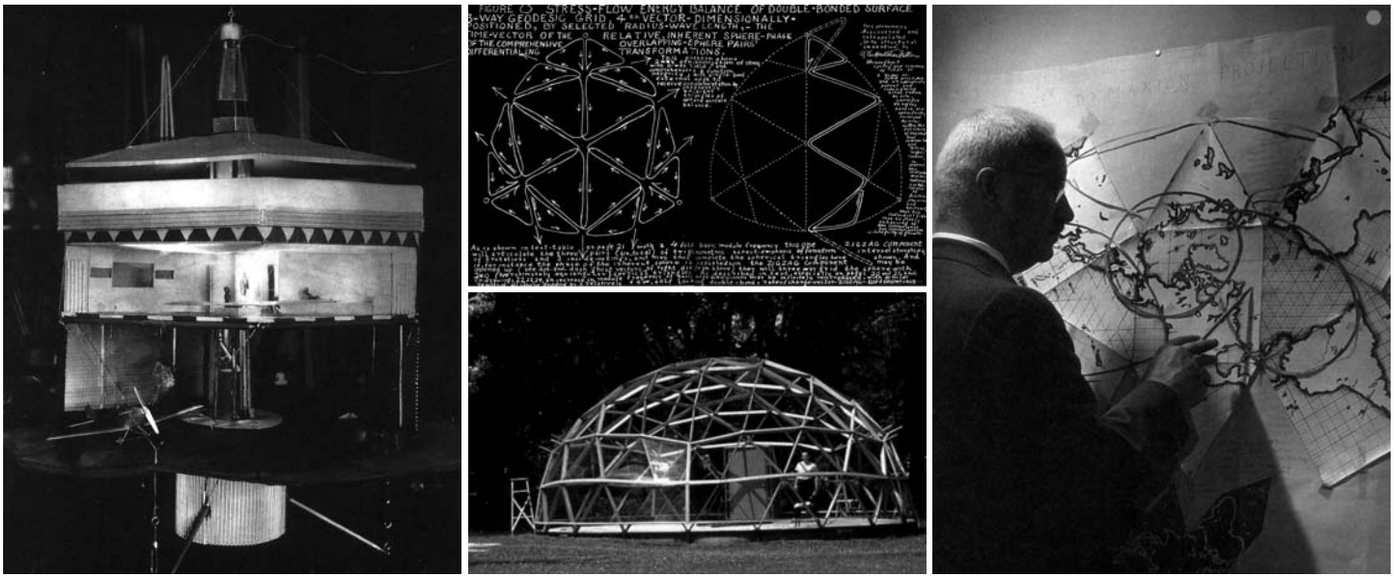
"El hombre, sin embargo, a través de la técnica, ha conseguido aumentar el ámbito y la finura en el escaneado de la estructura del universo. Siempre que consigue afinar más este escaneado, descubre bien patrones ordenados o claros indicios de orden, sólo parcialmente ocultos por fenómenos aun no descubiertos. Todas estas exploraciones técnicas en el espectro infra-ultra sensorial de las estructuras universales de la Naturaleza, descubren acontecimientos reales –o potenciales–, que suceden según patrones formales matemáticamente reglados, interacciones complejas resultado de acuerdos omnidirecionales...[5] El patronaje matemático y la continua transformación de las estructuras geométricas de la Naturaleza, son la única realidad del Universo...".[6]

Para Fuller, los diferentes sistemas de la realidad están sometidos a lógicas diversas que devienen en la aparición de diferentes patrones materiales en la Naturaleza. La relación dinámica existente entre las fuerzas de estos sistemas y las estructuras creadas por el hombre tiene una capacidad genética sobre la forma de las mismas. Desde esta perspectiva podemos afirmar que Fuller fue un auténtico formalista debido a esta genuina preocupación por la génesis de la forma y, como hace Sanford Kwinter, preguntar "¿Quién tiene el miedo al formalismo?".[7] Porque, tal y como explica Kwinter, el problema de la forma no se debe confundir con la obsesión por el objeto, sino que se trata de la consideración de los mecanismos de formación, los procesos o las lógicas que gobiernan la generación de determinados patrones formales. Reconocemos en Fuller esta genuina preocupación por los mecanismos de formación, así como la concepción de la forma como "resonancia y expresión" de los mismos: "La forma... es una acción ordenadora, es una lógica desplegada".[8] La forma adquiere en este contexto una transparencia total respecto de las lógicas de los diferentes sistemas de la realidad, porque, para Fuller, no hay diferencia entre lo concreto (la forma) y lo abstracto (las lógicas). Dentro de un razonamiento materialista, los sistemas de la realidad y sus patrones no son modelos abstractos que inspiran las configuraciones formales de la estructura, sino que son el material mismo con el que las estructuras trabajan, el material en el que se encuentran sumergidas.

Todas las disposiciones de la materia son, por tanto, resultado de una "lógica conformativa", la consecuencia de hacer pantentes –de materializar– unas ciertas condiciones de equilibrio o relación con los diferentes sistemas latentes en la realidad. Todos los códigos y las convenciones formales de la tradición arquitectónica fuera de estas lógicas son ignorados por Fuller. Tampoco simpatizó con la revisión de estos códigos incluida en el proyecto de las vanguardias: Criticó a la Bauhaus en este sentido, porque nunca investigó, por ejemplo, sobre las implicaciones formales derivadas de cuestiones económicas que gobiernan la investigación y la producción de la industria, o por no considerar los compromisos derivados de los nuevos sistemas sanitarios, preocupándose exclusivamente por la revisión superficial del acabado de productos técnicamente obsoletos. Para Fuller todos los sistemas de la realidad establecen compromisos formales ("No lo hice por el aspecto") y materiales (la famosa pregunta por el peso "¿Sabe usted cuanto pesa su casa?") sobre la estructura.

Así, todo diseño –desde la estructura al mapa del mundo– es un cosmograma, una distribución de papeles que relacionan los diferentes elementos de la realidad.[10] La estructura se desarrolla como resultado de construir los pactos o equilibrios que se establecen en el cosmograma, bajo criterios físico-químicos, económicos y sociales simultáneamente. Las instalaciones de saneamiento o el precio del metal participan de los pactos que comprometen una determinada forma. Términos acuñados personalmente por Fuller como "Dymaxion" (derivado de las palabras "dinámico", "máximo" e "iones") o "ephemeralization" (con la que se refería al objetivo de hacer más con menos), junto con otras como "líneas de flujo interno" o "mínima superficie de exposición" que aparecen constantemente en el vocabulario fulleriano, explicitan los diferentes pactos que relacionan una determinada información con compromisos formales y materiales sobre un diseño concreto. El mismo Kwinter ha señalado la total identificación entre la estructura y las lógicas que la conforman en la obra de Fuller: "...fue el primer diseñador en la historia en entender la estructura como un patrón construido de energía e información".[11]

En el texto *Cúpulas: Su historia y desarrollos recientes*, Fuller diferencia dos tipos de estructuras cupulares a lo largo de la historia: Aquéllas basadas en la cestería y que derivan de ésta y han evolucionado en la construcción de los armazones metálicos de barcos y aviones, y aquéllas construidas principalmente en piedra, utilizadas fundamentalmente en edificación, con las que el hombre trata de simular las propiedades de una cueva. Las primeras, en las que Fuller investigó de manera continua durante toda su madurez, incorporan todas las estructuras curvilíneas con el objetivo de controlar el medio ambiente, capaces de conseguir un máximo rendimiento con la mínima inversión de energía, peso y tiempo; capaces de relacionarse con diferentes recursos en diferentes partes del mundo; con máxima



De izquierda a derecha y de arriba a abajo: Casa Dymaxion (1928). Dibujo de Lightful houses "Time Exiquisite light" (1928). Cúpula Geodésica, Jeffrey Lindsay (1953). Fuller delante de varios Dymaxion Projection Map (1945)[13]

diferenciación funcional; capaces de incorporar de manera inmediata los avances tecnológicos... Su superioridad respecto del segundo tipo de cúpulas reside, por tanto, en su capacidad de incorporar mayor información. La estructura aparece así como un cuerpo sintético, saturado de todo tipo de relaciones con la realidad, o mejor, con una determinada visión (versión) de la realidad, un "cosmos".

Lo más original de Fuller, lo que lo aleja de sus antecedentes naturales del racionalismo estructural y lo convierte en una figura imprescindible en la actualidad, es esta concepción holística y continua de la realidad. La estructura no es un cuerpo autónomo, un cuerpo en relación a un vacío, porque no hay tal vacío. La estructura es un elemento más en la continuidad –ecológica– de las transacciones y equilibrios energéticos de la realidad.

La forma de la estructura adquiere una vida independiente del objeto, y pasa a formar parte de un sistema en el cual su posición no es central, sino constantemente referido a la realidad. Fuller utiliza la metáfora del marinero para describir su actitud ante el diseño; Mientras que un marinero de agua dulce, aunque se mueva, siempre mantiene su referencia en un punto fijo –en tierra firme–, los verdaderos marineros describen la realidad según relaciones de puntos, puntos en movimiento –las estrellas–. "Los marineros desarrollan de manera natural un punto de vista cósmico. Ven el mundo desde fuera".[12] La forma de la estructura no se puede describir según una lógica autónoma (la lógica gravitatoria) sino que necesita referirse a su fabricación, a su transporte, a la acción del viento, a los sistemas de acondicionamiento o al problema del alojamiento de masas, tanto como a la estructura interna de los materiales que la conforman, por nombrar algunos. Fuller describió el comportamiento de los sistemas en los que él trabajaba con el término "sinergia" y los definió como aquellos en los que el comportamiento del conjunto no está implícito en el comportamiento característico de ninguna de las partes consideradas de manera independiente. La práctica "sinergética" que Fuller propone consiste en empezar siempre por el conjunto.

Y esta práctica tiene más validez que nunca hoy, cuando proyectamos para una realidad que, si bien siempre ha sido única, ahora lo es de manera más evidente. Hoy que todas las acciones y procesos están de manera más directa interconectadas –mezcladas y en continuidad–, desde una perspectiva ecológica y cibernética.

Notas

1. "En arquitectura "forma" es un nombre, en la industria "forma" es un verbo" En inglés, "*form*" responde tanto al nombre "forma" como al verbo "formar". (Ésta y todas las traducciones, son del autor del artículo).

2. "Buckminster Fuller: Thinking out loud," documental de la serie *American Masters*, Thirteen/WNET, April 10, 1996, http://www.thirteen.org/bucky/johnson.html

3. R. Buckminster Fuller: *Designing a New Industry: A Composite of a Series of Talks, 1945-1946* (Wichita, Kansas: Fuller Research Institute, 1946).

4. Michael Hays: "Fuller's geological engagements with architecture", en *Starting with the Universe,* ed. Michael Hays, Dana Miller et al. (New York: Whitney Museum of American Art, in association with Yale University Press, New York, 2008.

5. El término "acuerdos multidireccionales" responde al término original "omni-accomodative principles", con el que Fuller describía los modelos capaces de establecer relaciones simultáneamente en todas las direcciones y adaptarse a diferentes transformaciones.

6. R. Buckminster Fuller: *Ideas and Integrities: A Spontaneous Autobiographical Disclosure* (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1963).

7. Sanford Kwinter: "Who is afraid of formalism?, en *Far from Equilibrium: Essays on Technology and Design Culture*, ed. Sanford Kwinter y Cynthia C. Davidson (Barcelona: Actar, 2007).

8. Kwinter: "Who..."

9. La utilización del término "cosmograma" en este sentido está relacionada con la definición del mismo realizada por Bruno Latour en "*The Weather Project*" (New Tate Gallery, 2003).

10. Sanford Kwinter: "Fuller Themselves", *Any* nº. 17 (1997): 62.

11. Fuller, *Ideas....*

12. Fuller, *Ideas....*

13. El mapa Dymaxion permitía representar el mundo de manera que las distorsiones de las diferentes áreas del globo fueran similares, al contrario de lo que ocurre con la proyección Mercator. Los diferentes segmentos se podían combinar de diferentes maneras para ofrecer cartografías diversas que enfatizaran determinadas relaciones o perspectivas.

Ignacio González Galán es arquitecto por la ETSA Madrid con Premio Extraordinario Fin de Carrera. Ha sido becario Erasmus en la TU Delft y actualmente realiza estudios de master en la Universidad de Harvard como becario Fulbright.

Perdiendo mi religión

Roberto Marín

Perdiendo mi religión. La del acero, bueno, la del material, claro. Régimen elástico, cálculo lineal. Este es el entorno en el que los diseñadores y calculistas de estructuras habitualmente trabajan. No es necesario describir la inabarcable extensión de este mundo donde la fe de muchos creyentes se refuerza día a día, en ese difícil y duro juego de la elección de la rigidez que determinará la validez del proyecto de estructuras desde el punto de vista de la física y la economía. Tensión, deformación, es el dogma que reconforta al proyectista de estructuras que, inevitablemente, rendirá cuentas ante el tribunal de viabilidad del proyecto de edificación capitaneado por el arquitecto autor.

Este estado espiritual casi presocrático puede verse altamente alterado si, en el reducido panteón inicial, dejamos paso a creencias del lejano oriente. Este nuevo enfoque se puede presentar estupendamente disuelto en el diseño o evaluación de estructuras sismorresistentes.

Si se es riguroso y se pretende entender bien el funcionamiento de una estructura durante un terremoto, nos veremos transportados al mundo de la energía. Esta es otra fe. Los edificios, en el contexto dinámico de un fenómeno sísmico, son sistemas que se ven obligados a recibir el aporte de energía del seísmo pero que, y aquí está lo interesante, también pueden disipar parte de la energía recibida.

Para entrar en este mundo deberemos ir más allá de nuestro amigable límite elástico. Para ello lo mejor será que nos pongámonos en el pellejo del calculista que se enfrenta al diseño de un nuevo edificio y, por desgracia, este se halla en una zona de peligrosidad sísmica. Si nuestro calculista es de corte clásico, introducirá el indeseable efecto del posible terremoto como una acción exterior más; como el viento o las sobrecargas de uso. No reparará demasiado en que, de entre todos los valores y coeficientes que ha empleado para definir la acción sísmica uno de ellos pretende predecir el comportamiento del edificio en régimen plástico. Este es el término que trata de hacer explicita la ductilidad del edificio. Si somos obedientes y en nuestro proyecto de estructuras introducimos todos los detalles de armado y disposiciones constructivas que proponen los códigos de diseño, nos darán permiso para reducir la acción sísmica a un cuarto, un sexto o incluso a un octavo de la inicial. Esta aparente generosidad no es más que un artificio que nos permite estudiar en régimen elástico un fenómeno plástico. Si entendemos la ductilidad como la capacidad que tienen los materiales para deformarse plásticamente, tendremos que toda la energía invertida en la deformación plástica, y por tanto permanente, de la estructura, no se devuelve al sistema. No pasen por alto este hecho; quedará disipada.

Sería injusto y poco económico diseñar sin contar con el futurible régimen plástico. Si el diseño es suficientemente dúctil podremos predecir que una buena parte de la energía que proviene del terremoto quedará disipada con la deformación permanente de los elementos estructurales, pero, se deberá controlar que, las deformaciones no sean excesivas y que, obviamente, no se llegue al colapso de la estructura. Bien, ¿y esto como se hace? El calculo es realmente complejo y actualmente no esta justificado en el entorno económico del diseño estructural convencional. Los códigos sísmicos nos ayudan con el antes mencionado artificio, en lugar de diseñar con la acción sísmica completa, nos quedamos con una fracción.

Pero existen formas no crípticas de usar el régimen plástico a nuestro favor, y consecuentemente, de disipar energía conscientemente. En los últimos años se han desarrollado elementos estructurales a menudo pensados para la rehabilitación de edificios existentes que hacen buen uso de esta capacidad disipadora que se manifiesta en tres niveles; el del material, el de elementos estructurales específicos y el de la estructura como globalidad. Son los llamados Disipadores de energía que se caracterizan por su ciclo histerético, plasmación gráfica de la disipación en régimen plástico.

Existen muchos tipos de disipadores pero, tomaremos las barras de pandeo restringido como ejemplo para ilustrar todo lo comentado. La barra de pandeo restringido no es un sistema mecánico complejo, todo lo contrario, constructivamente es algo muy sencillo pero de gran inteligencia y sutileza. Se han desarrollado en Japón y se están utilizando ampliamente en el entorno de la rehabilitación. Estas barras no son más que un perfil laminado de acero, habitualmente con una sección en cruz, recubiertos por un dado de mortero que impide el pandeo de la pieza pero que no trabaja solidariamente con el metal. Para impedir la adherencia entre los materiales se dispone una lámina de plástico entre ellos. Se colocan como cualquier diagonal arriostrante y, conseguiremos, como con una de cruz de San Andrés convencional, un aumento en la rigidez transversal del edificio, pero además, tendremos un extra de disipación de energía durante un terremoto. El seísmo producirá, en estas barras, un comportamiento cíclico tracción-compresión, llamado ciclo histerético. Sigamos la ilustración 1.

Desde el punto O al punto A tendremos la barra en tracción en régimen elástico, la deformación es, por definición, recuperable, lo que supone que toda la energía empleada en su deformación se devolverá al sistema del edificio como energía cinética. Si la barra de pandeo restringido está bien diseñada pronto entrará en régimen plástico, entre los puntos A y B. La deformación en este caso será permanente, con lo que la energía no se devolverá al sistema y quedará disipada. El comportamiento cíclico continua y entre los puntos B y C pasaremos a tener la barra en compresión en régimen elástico. Nuevamente la energía es devuelta al sistema, pero, si pasamos al régimen plástico entre los puntos D y C volveremos a disipar energía. Este fenómeno cíclico sería perfecto de no existir el molesto pandeo. Las barras se diseñan con una sección de acero escasa persiguiendo que pronto entren en el régimen plástico, el de la disipación, esto en tracción no supone ningún problema pero, el pandeo que previsiblemente aparecerá durante la compresión puede alterar seriamente el comportamiento cíclico de la pieza, aquí entra en acción el recubrimiento de mortero que impedirá la deformación transversal de las barras.

Queda ilustrada la capacidad que tienen los materiales para disipar energía y como puede aprovecharse esta propiedad natural para diseñar elementos estructurales eficientes energéticamente pero, ¿Qué puede obtenerse de esta filosofía si la aplicamos al diseño global de edificios? Se ha indagado en el diseño de detalles constructivos para dotar al hormigón de la ductilidad necesaria para generar un sistema estructural completo para la disipación de la energía de un terremoto. Sabe a poco, ¿Cómo se podría trasladar la sutileza conceptual de las barras de pandeo restringido al diseño general, al espíritu vital arquitectónico de un edificio?

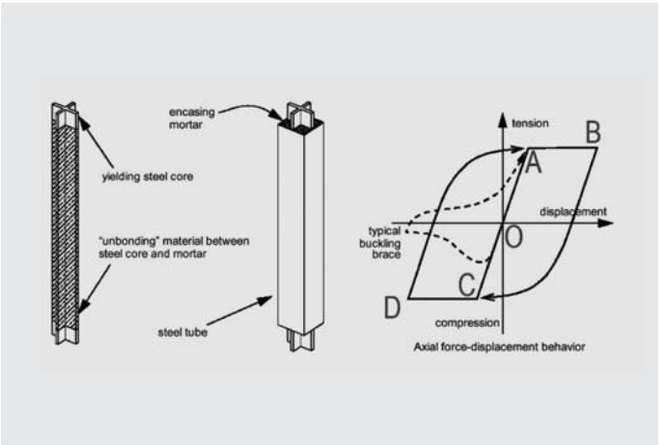


Ilustración 1

Queda mucho por proponer en dos ligas. La liga espectacular de los edificios emblemáticos que incorporen la filosofía energética en el diseño de estructuras sismorresistentes y la liga de la vivienda autoconstruida en esas regiones del mundo que viven en la dicotomía de la peligrosidad sísmica y la falta de recursos económicos. Es enternecedor echarle un vistazo al catalogo de publicaciones de FEMA (Federal Emergency Management Agency), esta organización norteamericana revisa el fenómeno sísmico muy seriamente y genera publicaciones gratuitas usadas en todo el mundo. Algunas de estas publicaciones tienen un contenido científico practico elevado y están destinadas al ingeniero calculista, otras se centran más en disposiciones constructivas y el contenido científico digamos que es medio, están dirigidas a arquitectos, pero, además existen varias publicaciones con recomendaciones constructivas para los propietarios de viviendas que desean introducir en sus hogares pequeñas reformas para mejorar su respuesta a un terremoto.

Los sistemas de disipación hacen tambalear un par de sólidas creencias. La primera ya descrita, la sagrada relación tensión deformación, pervertida por el juego de la ductilidad y la disipación en la deformación plástica. La segunda, la invariabilidad de la estructura en el tiempo. Frecuentemente vemos edificios sometidos a un proceso de remodelación. Se sustituyen sistemas de climatización, instalaciones eléctricas, fontanería, acabados etc., por nuevas instalaciones más eficientes energéticamente y más seguras. Quizás, simplemente, el uso prolongando del edificio haya degradado el funcionamiento de sus sistemas y se deban restituir. Las estructuras habituales, con la seriedad del hormigón, se revisten de nuevas instalaciones para comenzar una nueva singladura. Esta situación contribuye a mantener la clásica y manida metáfora antropocéntrica, la estructura como esqueleto, como base para la instalación de sistemas vitales. Las barras de pandeo restringido deben revisarse después de cada terremoto. Su transito por el camino de la plasticidad pudo llevarlas demasiado lejos. Pudieron quedar dañadas y se deberían sustituir. Continuamos con herejías, la estructura como instalación, como sistema, revisable, sujeto a un mantenimiento, con una vida finita, con un sentido energético ¿hablamos de aire acondicionado? No, es el pétreo hormigón armado cansado de estar cargado cruzado de brazos que ahora se pone a fluir. ¿Qué haremos ahora con nuestra metáfora antropocéntrica?, la pondremos aún más en crisis con las estructuras inesperadas.
En el diseño actual de estructuras sismorresistentes se suele usar un análisis modal. Este análisis usualmente generado por programas informáticos proporciona una información relevante, los modos y periodos propios de vibración de la estructura modelada. Esta información se suele contrastar con un espectro de respuesta que pretende definir la actividad sísmica mas probable para una zona concreta corregida por factores particulares como la calidad del terreno. Aquí viene la sorpresa; si con métodos experimentales medimos estas variables directamente sobre el edificio construido tendremos valores bien diferentes a los que el análisis informático proporcionó. ¿Cuál es la razón? Debemos volver a la metáfora antropocéntrica para explicarlo.
Se diseñó un esqueleto portante con todas las cualidades necesarias para cumplir su misión sin la intervención de ningún otro elemento. Para obtener el confort que todos esperamos en un edificio se dispusieron muros de cerramiento, pero sin ninguna función estructural, su misión debiera ser estrictamente la de proteger y cubrir, la de la piel. Sin embargo, todos olvidaron comunicarle a estos muros la misión que se les había encomendado y se empeñaron en asumir atribuciones ajenas. Los muros de cerramiento condicionan seriamente el comportamiento de los edificios en un sismo, proporcionan una rigidez lateral al conjunto nada desdeñable. Actualmente en la evaluación de la resistencia de edificios existentes frente a la acción sísmica, se trata de incluir la contribución de los muros no estructurales como si de elementos arriostrantes se tratase aunque originalmente se hubieran proyectado como simples cerramientos pretendidamente sin características resistentes. La piel sostiene, se vuelve estructura.

Ni que decir tiene que la realidad es muy compleja. La tecnología actual no nos permite estudiar un edificio en su complejidad absoluta real, no nos queda otra que simplificar y buscar modelos matemáticos relativamente sencillos para aproximarnos y vislumbrar la complejidad usando la superposición de modelos sencillos. Tampoco conviene dramatizar, en muchas ocasiones estas limitaciones no hacen más que proporcionar una plataforma para obtener una visión objetiva y panorámica, limitada pero acotable, medible y controlable, es decir, proyectable, solo hay que procurar no verse desbordado por el modelo matemático, no hay que perder de vista que el modelo no es la realidad, solo es un intento de explicación. Es muy común escuchar de boca de los calculistas expresiones como: estructura articulada, vigas biapoyadas, estructura espacial hiperestática etc... la realidad no es ninguna de estas cosas, la realidad es una concatenación de elementos metálicos o de hormigón armado, otra cosa es el modelo que usaste para su estudio y diseño. Del porcentaje de coincidencia entre el modelo matemático elegido y la esquiva realidad material depende el éxito del diseño, pero no hay que dejarse gobernar por los modelos.

Afortunadamente, en la actualidad, los códigos de diseño, a pesar de todas las simplificaciones que introducen, permiten diseñar con seguridad en zonas de peligrosidad sísmica pero, ¿Qué ocurre con todos los edificios existentes? Desde el punto de vista científico parece que está muy claro que ciertas partes del planeta corren el riesgo de sufrir fuertes terremotos. La incertidumbre no es si se producirán o no, la única incertidumbre es cuando. Dibujemos con precisión una pequeña porción del vasto campo de pruebas para la creación de nuevas creencias al que nos enfrentamos: ciudades densamente pobladas, edificios antiguos ejecutados con una pobre calidad material y constructiva, escasos recursos económicos y, la promesa de un desastre ineludible. ¿Por donde empezamos?, Parece lógico comenzar con los edificios socialmente mas relevantes y con los que atenderán a la población después del terremoto, edificios públicos, colegios, hospitales etc.

Si se quiere mejorar la respuesta de un edificio frente a fenómenos sísmicos, se debe, en primer lugar, evaluar cual es su estado e intentar predecir cual sería su comportamiento en caso de terremoto si no se acometiese ningún trabajo de mejora. Con una valoración cuantitativa de la estructura en cuestión, se podrá o no, proponer un sistema de refuerzo a la luz de los valores obtenidos. Se han de identificar los

posibles problemas del edificio, donde están localizados y su importancia, para poder diseñar un refuerzo certero. Desgraciadamente, en muchas ocasiones, los resultados obtenidos hacen aconsejable la demolición del edificio existente, los trabajos de consolidación, rehabilitación y refuerzo pueden ser poco rentables frente a la construcción de un nuevo edificio. Sin embargo, es necesario incluir en esta ponderación económica el concepto de coste social. No podemos ceñirnos estrictamente a los costes materiales: ¿Qué hacemos con todos los pacientes de un desbordado hospital durante su demolición y posterior reconstrucción? ¿Los trasladamos a otro atestado hospital? Incluso si se decide reforzar se debería intentar proponer un sistema constructivo que interfiera lo menos posible en el uso habitual del edificio.

Desde el punto de vista puramente estructural, el problema de la evaluación de edificios es también, bastante complejo, se trata de diseño inverso, medio a ciegas. Créanme, esto si que es una nueva fe. Se suele comenzar con un análisis cualitativo; con inspecciones visuales sencillas, pautadas con una valoración numérica, se llega a un valor comparable que define la peligrosidad del edificio y la necesidad de un posible refuerzo. A continuación se hace un análisis cuantitativo. Se estable una campaña de ensayos que incluye tanto la comprobación en laboratorio de la calidad de los materiales como la inspección de vigas y pilares. Se retira el recubrimiento de hormigón de un número significativo de elementos estructurales para establecer cual es el armado y disposiciones constructivas más probables para toda la estructura del edificio. En este punto comienza un trabajo de cálculo sensiblemente diferente al habitual, el resultado es conocido, las dimensiones y armados de la estructura son datos de partida. La incógnita es la acción exterior que la estructura es capaz de resistir. Tiene gracia, un buen día te encuentras circulando en sentido contrario, tú, un calculista decente. Los métodos de cálculo son sofisticados y difíciles de implementar, de entre todos, el que parece mas interesante es el conocido como *push over*. Con la ayuda de un modelo informático se empuja lateralmente la estructura en cuestión. Esta acción lateral se aplica gradualmente, con escalones infinitesimales de carga. En cada pequeño intervalo se observa la respuesta de la estructura. Se registran los elementos que poco a poco van entrando en el régimen plástico. En cada escalón, con cada incremento de carga, diferentes lugares plastifican reconfigurando las cualidades estructurales iniciales. Cada Plastificación supone un cambio de la rigidez del edificio además de una redistribución de las acciones. Finalmente nos encontramos con que no hemos hecho el cálculo de un edificio, hemos calculado un número de edificios similares consecutivos casi infinito, ¿Cuántos fotogramas son necesarios para ver una imagen de cine? Esta es una buena herramienta para valorar la ductilidad de una estructura y saber hasta donde puede llegar en un terremoto con un poco mas de precisión. Si nos limitásemos a un único cálculo olvidando esta serie de cálculos consecutivos estaríamos despreciando la capacidad de disipación de energía que tienen los materiales en régimen plástico. En cada escalón de carga tenemos una estructura reconfigurada, un conjunto nuevo de rigideces, pero, además, tenemos una estructura con unas solicitaciones también diferentes, parte de la energía del terremoto se esfumó con la deformación y formación de rótulas plásticas.

Somos reincidentes, las estructuras no son invariables en el tiempo, pero además, para su definición puede que no baste con un solo cálculo, y más allá, el cálculo de una estructura puede suponer el cálculo de muchas estructuras diferentes a la calculada...

Lo dicho, hay que estar dispuesto a perder la religión constantemente.

Roberto Marín Sampalo es calculista de estructuras.

Caracola

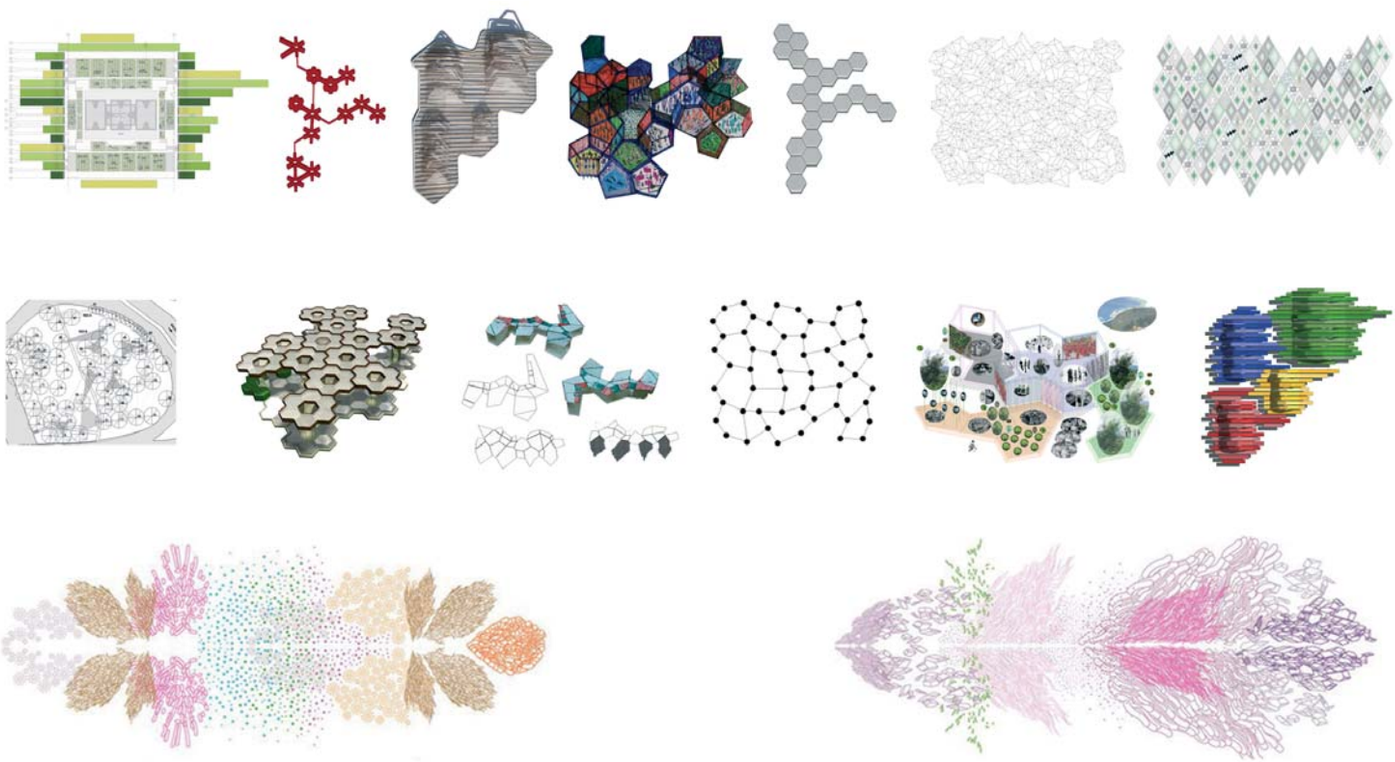
Javier Seguí
Atxu Amann y Gonzalo Pardo (imágenes)

Me imagino la tensión en el interior de la caracola cuando el caracol sale fuera para trasladarse.
Pliegue de nácar, engastado en un trazado geométrico seriado.
Milagro de autogénesis formadora. Lugar donde un extraño animal se recoge, se aprieta, se protege.
La caracola resuena y brilla, y siempre es un residuo cósmico.
Pero no sirve para imaginarse dentro, no es un buen habitáculo para la fantasía arquitectónica.

Javier Seguí es Doctor Arquitecto y catedrático de la UPM. Investiga y escribe sobre "dibujar y proyectar".
Atxu Amann y Alcocer es Doctora Arquitecta, profesora en la ETSAM y miembro de Temperaturas Extremas Arquitectos. Gonzalo Pardo es arquitecto y becario en la ETSAM.

Tres esqueletos

Miguel Mesa Rico



Línea horizontal 1 y 2: Patrones de algunos proyectos de Felipe Mesa y Giancarlo Mazzanti. (En el Orquideorama con Alejandro Bernal, Camilo Restrepo y J.Paul Restrepo) 2003-2008. Edición Miguel Mesa. Línea Horizontal 3: Ghost Pattern. series #2. 2003. Screenprint on paper. Andrew Kuo.

Me gustaría enfrentar el tema –esqueletos– desde un proyecto en particular. Se trata del proyecto que ganó el diseño de los escenarios deportivos para los Juegos Centroamericanos y del Caribe que tendrán sede en Medellín en el año 2010.

Quisiera enfrentar el esqueleto de ese proyecto desde diversos ángulos. Por lo menos tres, que tal vez amplifican las atribuciones que damos a la estructura. Pretendo hablar del esqueleto como fondo intelectual del proyecto, como parte de los procedimientos proyectuales y como hecho concreto. Es decir, como estructura vital, forma sensible y cuerpo tectónico.

De esta manera puedo hablar de lo específico o particular, y lo genérico o común que se reúne en el proyecto. Propongo entonces tres maneras para hablar del esqueleto de este proyecto, tres órdenes que se traslapan pero que se reconocen de la siguiente manera:

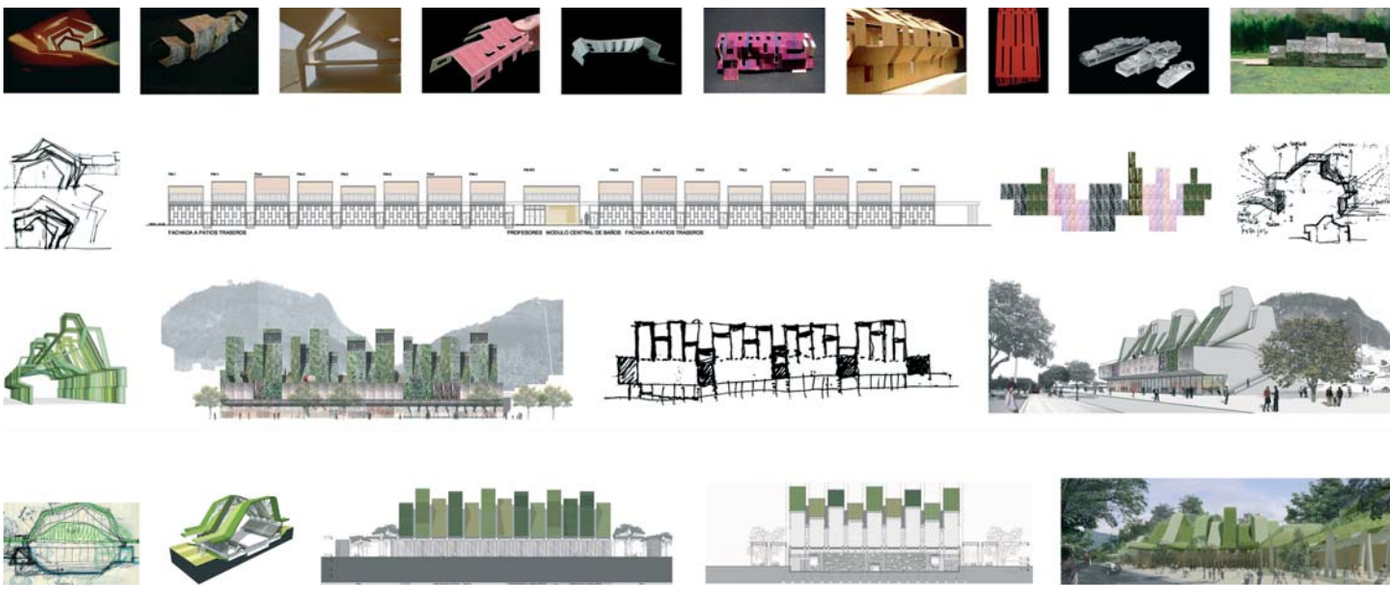
1. El esqueleto del proyecto es el patrón. Aquí la estructura es el sistema de organización o el entendimiento de la vitalidad. Quiere decir que las relaciones que propone el proyecto son su esqueleto.
2. El esqueleto del proyecto está constituido por la simetría entre estructura y musculatura. Aquí la estructura es la manera como el límite o la fisonomía del proyecto equivalen al esqueleto. El esqueleto va por fuera o está en la epidermis y viceversa, es expresión de la arquitectura. La arquitectura se cualifica con la estructura.
3. El esqueleto del proyecto es la estructura. Columnas, bases, cerchas, cobertizo. Franjas. Canales. Espacio interior.

Esqueleto 1

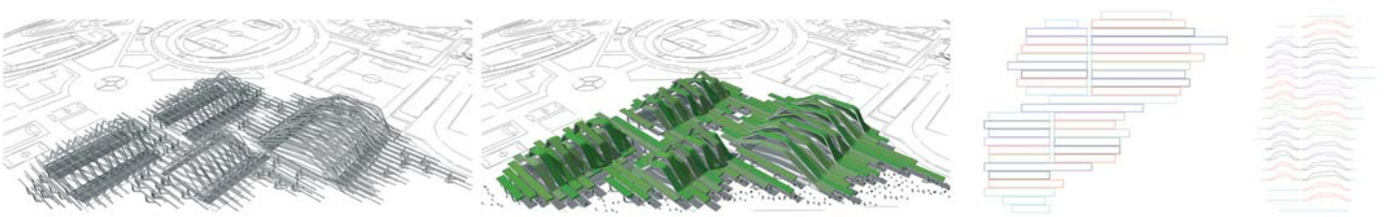
El esqueleto no es el cuerpo tectónico –materia susceptible de ser construida–, o estereotómico –sustracción espacial del volumen–, sino un diagrama, un patrón de líneas o barras que se agrupan evitando definir un contorno regular, una forma en bruto, las líneas punteadas de la construcción, las líneas ocultas en la geometría, en la matemática, en las relaciones de lo vivo. Las leyes de variación de un fenómeno que se llama proyecto.

El esqueleto ofrecido al usuario es un dibujo que aprieta barras, un conjunto de líneas, y sus intersticios, que parecieran no estar terminadas. Barras en planta que se vuelven líneas aéreas. Superficies horizontales que pretende lograr la fuerza y el movimiento de una corriente de aire o la de una formación nubosa, flotan por encima de lo demás, pasan de un lado al otro como si fueran fibras de un tejido mayor que no sabemos ver. El esqueleto es un cuerpo flotante que debería estar separada del suelo y que se apoya en columnas y bases a pesar de sí mismo.

Esta clase de esqueleto difiere del contenedor, ya que no pretende encerrar y capturar la vida, sino extenderla o dejarla pasar. El proyecto



Líneas horizontales: Estructura y musculatura. Figuras de algunos proyectos de Felipe Mesa, Alejandro Bernal (PlanB arquitectos) y GianCarlo Mazzanti. 2000-2008. Edición Miguel Mesa



Línea horizontal: Esqueleto. Concurso escenarios para los juegos centroamericanos y del Caribe. 2008. Felipe Mesa, GianCarlo Mazzanti. Edición Miguel Mesa.

es un tipo de encauzamiento de haces, un manojo de líneas de fuerza o vectores que se reúnen, una configuración en espera. En espera de crecer, extenderse, variar, decrecer, repetirse, desarmarse, morir. Un patrón que puede ser amplificado y conectado sin perder su fondo. Sus líneas tienen la capacidad de interactuar, engrosarse, ganar sección, contener de manera diversa el material que sobrevuelan. Este esqueleto está organizado para no ser siempre el mismo porque no está completamente definido.

El esqueleto es un patrón para que emerja o se trame la vida. Una arquitectura de la espera –sistémica, sostenibles socialmente, de relaciones–, donde la forma se mantiene en suspenso y supone nuevos usuarios y nuevas actividades. Que piensa la vida con un principio: el orden que establece la arquitectura debe tener como finalidad dejar emerger nuevos órdenes vitales.

Este esqueleto patrón, es más efectivo cuando es posible ocuparlo, es decir, cuando se convierte en cubierta, cuando literalmente se sube el patrón y podemos quedar bajo él. O dicho de otro modo, en este proyecto la planta es la cubierta porque el orden lo pone esta última. Cuando estas arquitecturas de patrón no alcanzan a estar en la cubierta –quedándose a medio camino o en la planta–, se difuminan y pierden potencia porque no llegan a ser tridimensionales y las conquista el volumen o las dos dimensiones. Dejan de ser esqueletos, mallas, tramas.

Esqueleto 2

Bandas, sombreros, relieves y corrientes de aire. El alzado ofrecido al usuario –bandas de altura variable– es un perfil montañoso donde el esqueleto coincide con la musculatura. Estructura y partes blandas coinciden y se funden o las últimas adelgazan. El perímetro del proyecto es el mismo esqueleto, bandas de cubierta que llegan o se van, que se levantan o se aplanan, donde los bordes externos quedan en suspenso, las superficies aéreas se articulan con la ciudad y la vegetación. Interior y exterior comparten la misma materialidad, forman un cuerpo continuo sin distinciones mayores. Afuera las pocas columnas que soportan las bandas se confunden con troncos de árboles. Las bandas sirven como pérgola, paradero de autobús, pasarela. Adentro, en los escenarios deportivos, se inflaman sin perder fluidez y contacto con el exterior.

Todo el esqueleto hace parte del volumen y comparte razones técnicas. Cada barra del patrón es una cinta del mismo material y calibre, pero no extensión, que gana o pierde progresivamente altura en sección. El material con el que está hecho el proyecto –bandas flotantes agrupadas–, es uno solo, que en sección debe curvarse para contener los edificios que ya existían y que hacen parte del suelo.

El esqueleto es la cubierta misma que está fundida con el conjunto arquitectónico, o mejor dicho, no hay más que cubierta. La figura general del edificio coincide con la forma de un sombrero de alas muy extensas, en ese sentido, el esqueleto podría entenderse como un gran cobertizo de fibras que aunque flota, también quiere comportarse como parte de la topografía. La forma es ambivalente: relieve que proviene del suelo, pero al mismo tiempo, cobertizo que viene flotando. El perfil del esqueleto se lee como una forma continua y fluida aunque se construye por las variaciones de las bandas del patrón. La unidad se da por el detenimiento de esas extremidades que, por la insistencia

de su forma, no pueden más que quedar paralizadas momentáneamente. En este caso el proyecto es un agregado de extremidades pero no hay torso al que pertenezcan, por eso no hablamos del esqueleto de un organismo sino del esqueleto de una estructura. La forma del sombrero o los sombreros agrupados es única y particular, por singular y fluida, pero el proyecto es de fácil reproductibilidad. No cae si falta una extremidad. La singularidad del edificio estará en las relaciones que esas extremidades puedan establecer en situaciones específicas y no necesariamente en su forma.

Aunque se intenta destacar la forma hallada, que en este caso es el mismo esqueleto, como si de un organismo se tratase –las imágenes del concurso son elocuentes–, me parece que el proyecto se inclina más al patrón que coordina disgregación o crecimiento. Si el sombrero es la figura de lo detenido –la potencia momentánea de un proyecto detenido–, la banda o extremidad es la posibilidad de variación, de crecimiento. El esqueleto proliferará, decrecerá, o morirá, dependiendo del éxito que como ser vivo tenga el edificio.

Este proyecto como suma de extremidades, plantea que pueden añadírsele en planta piezas complementarias y diferentes a su tipo de estructura. Un proyecto que puede desbandarse y deslindarse manteniendo su lógica, las secciones son variaciones del mismo dibujo porque pueden ir absorbiendo las diferencias. Una misma cosa puede ser otras distintas siempre que participe de la ley del patrón.

Esqueleto 3

El esqueleto es un cobertizo hecho de franjas largas que agrupa los restos o residuos sueltos de edificios en activo o en desuso. Pretende articularlos todos. Crear un nuevo orden para ellos y un tipo de usuario que entienda el espacio público como espacio de contacto y de uso: para esto usa una serie de vigas paralelas que definen el perímetro de las bandas, y que se ensanchan y suben en forma de cercha cuando deben saltar obstáculos o cubrir espacios. Estas cerchas se apoyan en columnas y bases-tribuna de hormigón. Cada franja se comporta como una gran teja plana. Lo que queda es una familia de bandas de cubiertas hechas de vigas, cerchas metálicas y recubrimientos lisos, que crean un ambiente tropical. Mezclando sombra, sol, paseos, travesías, agua lluvia, vegetación, viento, áreas intermedias.

El patrón de este esqueleto es similar al de la mezquita de Córdoba –guardando las obvias proporciones–, naves paralelas que pueden gestionar la sombra, la iluminación, el agua lluvia, la adición o crecimiento del volumen, la aparición de entidades diferentes incorporadas al interior, la antesala. Pero en nuestro caso, el perímetro es difuso, no es un recinto de muro exterior y patio. Al interior hay pocas columnas. El efecto no es el del bosque de columnas o la penumbra, sino el del follaje diverso y sinuoso. La luz se filtra al interior desde la cubierta, lateralmente, por las diferencias de altura entre banda y banda. El ingreso de luz de costado coincide con el espacio de separación, entre franja y franja, abierto para que el agua lluvia sea conducida por canales que repiten la forma de las cerchas. Si se quitara toda la cubierta no habría proyecto, en cambio la mezquita todavía podría conservar su aire.

En el interior de los escenarios la imagen del esqueleto se hace más cruda al quedar expuestas las cerchas, ya no se funden con la piel sino que directamente vemos la estructura. Las líneas de fuerza pierden un poco de vigor debido a su hinchamiento y gana terreno la percepción del sombrero. Incluso una imagen industrial. El proyecto funde espacio público con actividades interiores porque la estructura evita finalizarse en la hinchazón. El esqueleto de este proyecto es una verdadera estructura (pueden faltar bandas y funcionar perfectamente).

La estructura intelectual de este proyecto coincide con la estructura portante. En la arquitectura de este proyecto coinciden las intenciones que sostienen el trabajo, la red final que terminará usando el sujeto, con la estructura o el esqueleto del edificio. Lo contrario: una arquitectura contenedor, de supuesto interior flexible que oculta la estructura en el perímetro. Esto, nada tendría que ver con el esqueleto, porque nunca se ocuparía como tal sino como vacío. El esqueleto que hemos analizado no construye espacios vacíos.

La mezcla de estos tres órdenes o entendimientos del esqueleto proponen un patrón para el crecimiento y la variación del proyecto que expanden su estatuto. Lo localizan más como una forma vital y latente que una forma estable.

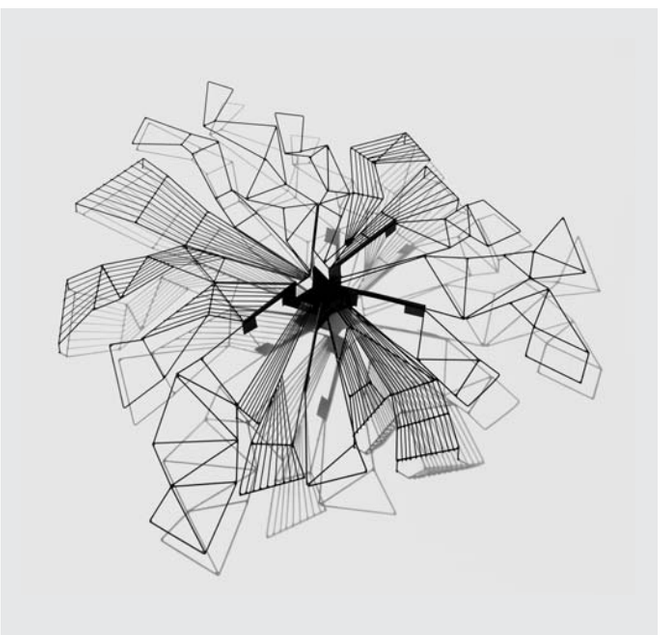
Miguel Mesa es arquitecto, profesor de proyectos de la UPB Medellín. Dirige MesaEditores, y fue codirector de la revista *Copia*.
Este texto hace referencia al proyecto arquitectónico ganador del concurso público de 4 escenarios deportivos para los IX Juegos Deportivos Suramericanos que se realizarán en la ciudad de Medellín en el año 2010, diseñado por los arquitectos Felipe Mesa (Planb) y Giancarlo Mazzanti, con la colaboración de los siguientes arquitectos y estudiantes: Andrés Sarmiento, Jaime Borbón, Rocío lamprea, Carlos Bueno, Fredy Pantoja, Carlos Aceros, Damián Mosquera, Juan Pablo Buitrago, Sandra Ferrer, Ana María Prado, Marcela de la Hoz y Diego Herazo.

Araña
Borja Ferrater

Jácenas de gran canto o muros perforados conforman un lugar bajo tierra: una estrella se convierte en el soporte espacial a la vez que suministra luz al edificio enterrado.
Bajo tierra no existe lenguaje, únicamente la construcción, el espacio y la luz se convierten en los protagonistas de la intervención.

La maqueta recrea esta situación en la que la condición subterránea reproduce la geometría de losas y planos inclinados. Las varillas de acero al entremezclarse dibujan el plano final de la cubierta.

Borja Ferrater es arquitecto, profesor en la Universitat Internacional de Catalunya y arquitecto asociado de la OAB (Office of Architecture in Barcelona).



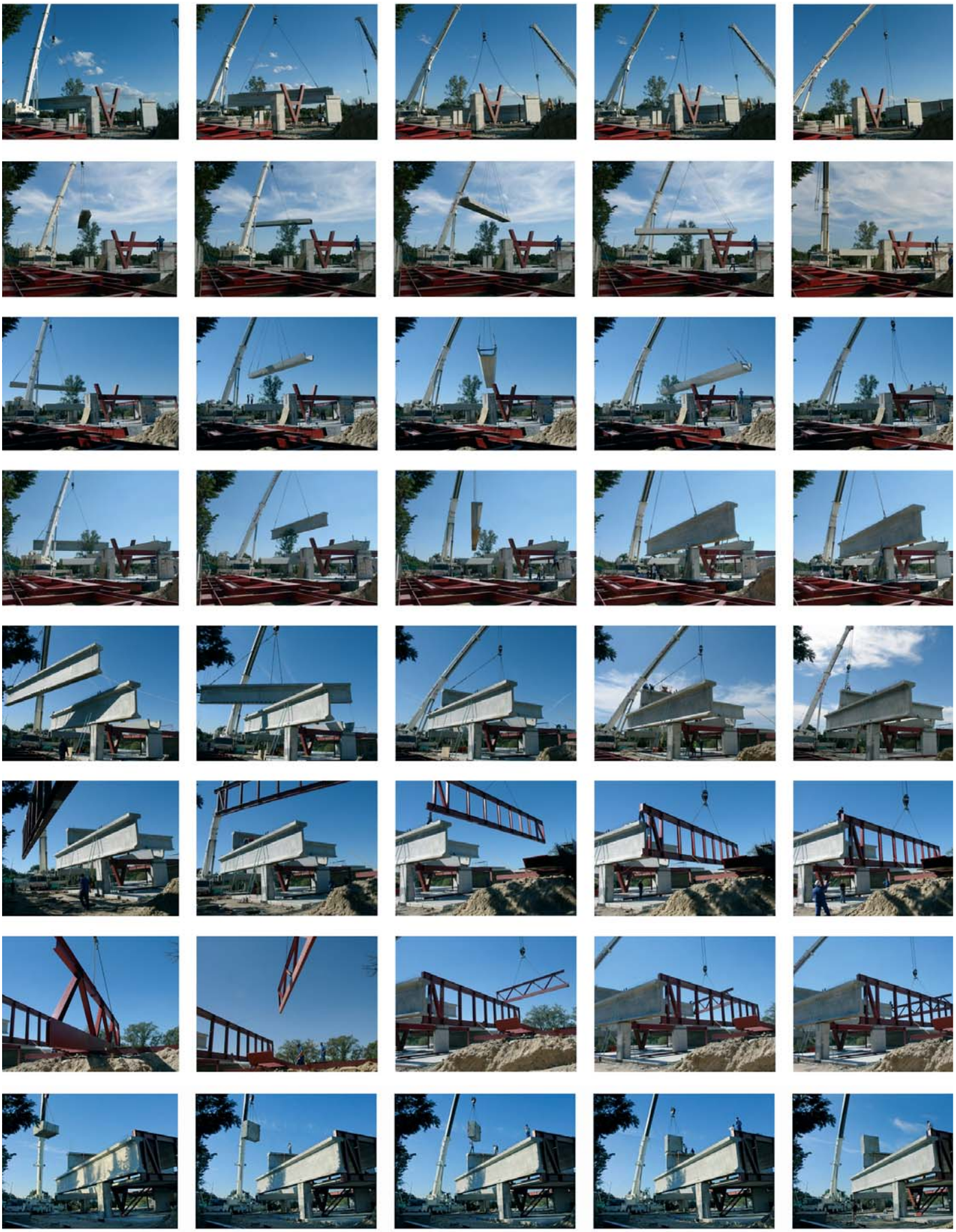
Hipogeos *Fitness*

Rock DJ

Antón García Abril

Casa Hemeroscopium

¿Recordáis el mítico video de Robbie Williams, "Rock DJ", con el que lideraba el pop de los 90? Podéis verlo en YouTube. En él, Robbie Williams baila rodeado de fantasía, diseño, extravagancia, y una multitud de bellezas femeninas le miran con deseo y lujuria, rodeándole, arropándole. El artista se muestra sensato, correcto y tímido, confiando su éxito a sus tatuajes, sus ropas de moda y la ornamentación de su figura. Baila con gestos medidos y reconocidos, mantiene las formas y con ello la atención de su público. De repente lanza una mirada al contexto, aburrido de tanto movimiento estándar, de tanta falsedad, y se desnuda. Queda quieto para ser admirado, para sorprender con su cuerpo que no cuenta con más adorno que los pequeños gestos con los que llama la atención de las mujeres que le admiran, cada vez menos numerosas y más atentas. Algunas saltan la barrera para acercarse a él, y con ello mostrarle su devoción. Pero este movimiento por la belleza desnuda, por la esencia de su imagen no le es suficiente y se quita la piel, mostrando así su exuberante musculatura en crudo, descubriendo su fuerza, su poderosa materia. Entonces los espectadores se excitan por la acción y ya en un grupo reducido muestran su devoción y entrega a la nueva figura, ágil y expresiva. No contento aún, pero ya enloquecido por el éxito de su estrategia, se rasga los músculos, lanzándolos violentamente para mostrar sus venas, vísceras, sus "instalaciones...". El baile se torna ya orgiástico, y las chicas están abducidas por su poder y su expresión dionisíaca. Finalmente culmina la orgía con la eliminación de todas las partes de su cuerpo, arrojándolo violentamente y quedando solo un esqueleto que baila, que mantiene todos los movimientos y toda la fuerza de su cuerpo. Ya sólo le queda una atenta espectadora que llega al final de este drástico desnudo corporal en el que la figura pierde todo menos su "estructura" para poder finalizar el baile con mayor agilidad, transparencia y expresión. Parece una alegoría fantástica de la reciente historia de la arquitectura. Sin embargo, el riguroso orden de eliminación de elementos hasta llegar al esqueleto, en nuestra reciente historia se ha producido de forma más caótica, pero perfectamente detectable. Los ochenta fueron años frívolos, en España particularmente, donde el diseño y lo accesorio de la arquitectura y el urbanismo se imponían a la lógica. Los coletazos del post modernismo contaban con una gran aceptación social y la arquitectura se dejaba querer. Los minimalistas se desnudaron y mostraron esta apatía por la ornamentación con un nuevo lenguaje basado en diferentes cánones, pero igualmente constreñido a principios establecidos, quizá más absurdos, donde la visión de un picaporte podía generar un ataque de ansiedad entre sus adeptos. La irrupción del *High Tech* como lenguaje, activó la industria arquitectónica al menos dos décadas, como si de un nuevo estilo internacional se tratara, globalizando las acciones de sus arquitectos lideres y mostrando la exuberancia de fastuosas musculaturas a tracción que de modo narrativo nos indicaban por donde irían sus acciones gravitatorias como una fabula arquitectónica.
La locura empezó a desatarse ya con las arquitecturas que se arrancaban la piel y se ponían otra, desnaturalizada, como si de otro ser vivo se tratara, para poder alcanzar cotas de lenguaje sorprendentes. Hubo muchos edificios que mostraron sus instalaciones, que quisieron buscar con ellas una desnudez que los edificios se podían permitir.
Y llegamos, sin ningún orden temporal, agotados por la búsqueda, a un nuevo esplendor de las estructuras, de los esqueletos de los edificios, a entender que su estructura no sólo sirve para transmitir cargas mecánicas al suelo como función primaria, sino que también contiene toda la capacidad de crear espacios y expresar su cualidad material. Algún reconocidísimo arquitecto hizo fama y fortuna



Casa Hemeroscopium. Secuencia constructiva

69a ANTÓN GARCÍA ABRIL

69b Rock DJ

dibujando espacialmente estos esqueletos, sin saber que la transposición desde el mundo natural a la arquitectura, quizá el más artificial de todos los campos del conocimiento humano, únicamente se regía por códigos de lenguaje, obteniendo sin embargo una gran aceptación social y enorme repercusión mediática. Claro que nos referimos a Calatrava, que hizo del mundo animal un motivo exuberante y atractivo de expresión arquitectónica en los inicios de su carrera, llevando las articulaciones y las formas de los esqueletos al campo arquitectónico. Y por ello no dejo de admirar su tesón, aún declarando que su arquitectura se queda en el aspecto más superficial del concepto arquitectónico de estructura. Esa artificialidad extraída de la enorme lógica de las estructuras animales sirve sin embargo para situar la obra de Santiago Calatrava en un elevadísimo podio en el que su convicción se ha impuesto a un sorprendente desinterés del *establishment* arquitectónico. ¿Es por lo tanto la estructura un elemento expresivo? Por supuesto que sí, y las grandes hazañas arquitectónicas no han sido más que inventos estructurales, que luego se instalan en órdenes, lenguajes y códigos, para hacer más digerible su implantación cultural. Quiero reconocer la arquitectura con esta reflexión escrita como la historia de las invenciones estructurales. El hombre que puso una piedra sobre otra y vió que se mantenía en equilibrio, vio con tal fascinación la acción que acababa de acometer, que generó una cierta deidad, y así tenemos espectaculares ejemplos en toda la cornisa atlántica europea. Todas las culturas han sido partícipes de esta devoción por las estructuras arquitectónicas. Algunas se conformaron con manifestar el esfuerzo que conllevaba construirlas, apilar las piedras, transportarlas desde lejos con medios precarios. Cuando la cultura se hizo más sofisticada, las intenciones y talento de los arquitectos fue más allá, construyendo sistemas de equilibrio y mecanismos para poner en obra dichos sistemas y surgieron las grandes invenciones: El dintel, el arco, la bóveda, y todas sus variaciones han sido suficientes para trazar toda la historia de la arquitectura occidental, quizá la más sofisticada de las culturas que han construido nuestro mundo hasta hoy. Mientras el Renacimiento florecía en Europa, en Mesoamérica hacían construcciones superadas técnicamente en Europa, y algo similar ocurría en Asia. La Edad Media europea fue un momento de investigación arquitectónica, lento y seguro, y evolucionó en escala, ligereza y materialidad. No ocurrió así en China y en oriente en general, en el que vuelta tras vuelta a la mismo idea y tipología, la arquitectura se miraba a sí misma. Las artes combinadas, propias de la cultura occidental, enriquecieron la mirada de los arquitectos, y su talento para crear nuevas estructuras, esqueletos cada vez más audaces y espacios más sugerentes. Saltamos hasta el siglo XIX y principios del XX, y las necesidades industriales hacen que estas estructuras sean, con la irrupción y desarrollo de los metales como estructura, la expresión del desarrollo y del cambio de mundo. La sociedad industrial culmina su implantación con la erupción de la Torre Eiffel, quizá la expresión más contundente de la estructura como arquitectura en sí. El siglo XX siguió investigando en modelos de eficacia estructural, inventó la torre, los puentes colgantes, necesidades modernas que exigieron estructuras científicas, reales. El lenguaje arquitectónico aquí se relegó a un plano menos importante, floreciendo sin embargo nuevos modos de expresión arquitectónica, que valoraron las infraestructuras de la ciudad y el territorio ante las necesidades de la ciudad. La última modernidad, con Mies y Le Corbusier capitaneando un maquinismo estético que tenía en la estructura dos modos de expresión completamente diferentes, definitivamente afirmó que la esencia de la arquitectura sigue recayendo en su estructura. Recuerdo, que cuando era un jovencísimo estudiante de arquitectura, me molestaba profundamente que aquellos que yo, ignorante, pensaba que no sabían nada de arquitectura por no ser arquitectos, hablaran de los edificios refiriéndose a ellos como estructuras; con el tiempo entendí, y valoré, la opinión de quien con mirada no contaminada por la arquitectura "intelectual", reconocía en la estructura de los edificios el compendio de todos sus valores, de su orden y sus espacios, frente a lo que entonces me hallaba yo estudiando, su lenguaje, sus formas, su sustrato cultural y su momento. La arquitectura anónima, y la popular, la que se hace por necesidad, tiene en la estructura su principal gesto. Nuestros abuelos construyeron sus casas preocupados por su estructura, su solidez y su habitabilidad. Les importó un comino que representara su estatus, que fuera de tal o cual estilo, y que fuera acorde a un modo de vida. El esqueleto era la casa. Sus muros, sus cubiertas y el espacio que desprendían dichas estructuras. No hay nada que me produzca mayor sonrojo que las intenciones de los arquitectos contemporáneos de instalarse en tal o cual tendencia. Adoptando con ello un canon perverso que obliga a tomar decisiones que atentan contra los principios lógicos de la arquitectura y que banalizan la investigación y las voces que en vanguardia tiraron de la investigación espacial y estructural para hacer de ellas un motivo de lenguaje superficial. Admiro, con sus errores, aquellas arquitecturas que trabajaron en avanzar los registros que la arquitectura ofrece, muchos aún por descubrir, y proponer nuevos espacios, nuevas estructuras y nuevos sistemas de equilibrio. Así la arquitectura creció en occidente, atando continuamente eslabones de conocimiento, y no coloreando los antiguos con estéticas tan efímeras, que cuando recuerdo las que fueron exitosas hace tan solo quince años, me produce risa. Reconocer los arquitectos que desarrollaron los esqueletos, sus elementos, que hicieron de la técnica una investigación espacial continua, son los que más admiro y quizá los verdaderos por no decir únicos arquitectos de vanguardia. Son los constructores. Otra disciplina arquitectónica que cayó en desgracia relegando a los arquitectos como meros "diseñadores", o peor aún, "prescriptores" que es la palabra actual de la humillación al arquitecto de verdad. Borromini fue el constructor de San Ivo de la Sapienza, Eifell construyó sus estructuras, y más recientemente Miguel Fisac tuvo que crear la empresa que desarrolló su tecnología de hormigón pretensado de la que ahora disfrutamos. Construir quizá sea la única verdad que posee el arquitecto, y la más importante de sus labores. Y construir ha sido una necesidad del arquitecto cuando quiere ser la punta de lanza de la investigación. Así lo hizo Le Corbusier con la industria del hormigón, y Mies con la del acero. Los arquitectos de hoy son a veces distribuidores de ilusión, al servicio del poder, del mercado o de la industria académica. Cuando era estudiante de arquitectura, ya quería ser constructor de mis obras, y por ello recibí alguna mofa de compañeros y profesores. Pero no se me ocurría mejor modo de poder desarrollar mis ideas, que construyéndolas con mis manos, controlando todo el proceso intelectual y técnico. Su puesta en obra, la coordinación de las técnicas y personas que actúan en el proceso. No encontré otro camino para la investigación que el que había detectado en los grandes constructores de la historia, aunque el momento actual relegara al arquitecto como un ilustrado pensador de estrategias de lenguaje y un gran oportunista del mercado de la ciudad. La construcción de la Casa Hemeroscopium fue la verdadera investigación que desarrollamos sobre el modelo que soñábamos para un espacio doméstico. Nos olvidamos de las revistas, si había que ser minimalista u orgánico, o que disfraz nos ofrecía el momento. Todo el esfuerzo de la creación se centró en la toma de decisiones sobre la cualidad espacial, la escala y el orden que debía tener la casa: la estructura de la casa.

Y la estructura como sistema de transmisión de cargas mecánicas a un elemento estable no nos fue suficiente. Además tenía que

Casa Hemeroscopium. Estructura

dotar de un orden al espacio, de una particular escala y tenía que ser capaz de expresarlo. Y descubrimos que además podíamos transformar tipologías que hemos estudiado, como la casa patio, para con la nueva estructura proponer nuevos espacios. Cuando descubrimos nuestras intenciones, decidimos que con el esqueleto expresivo de sus estructuras era suficiente. Tenemos un video divertido y muy serio a la vez colgado en YouTube (http://es.youtube.com –palabra clave– "hemeroscopium") en el que se muestra como en 7 días se construye la casa, con una tecnología que se desarrolló para ello, y que contó con una investigación inédita en estructuras aplicadas al ámbito doméstico que se llevó a cabo durante más de un año.
Lo que mejor expresa el documento audiovisual es como el esqueleto de la casa no es sólo su estructura, sino que es la construcción del espacio arquitectónico, en crudo, pero completo. Es el esqueleto en el que luego insertamos las instalaciones para hacer más confortable su habitabilidad. Y como tal esqueleto, partió de una pieza clave que muestra su mayor estabilidad y reposa confortablemente en sus dos apoyos, para ir articulando otras piezas del sistema, unas sobre otras, con diversos nodos de contacto. De los apoyos simples a nudos articulados, que van evolucionando en su circuito hasta estructuras más ligeras, más aéreas, con mayor capacidad de mover el espacio cuando se enfrentan al horizonte y agitan así su percepción. Cada pieza del sistema tiene su propia función e identidad. Por ello tienen nombre y ocupan una posición única, individual: La viga madre, el cañón invertido, la trasera, la piscina voladora, la celosía... Cada una de las partes del esqueleto se muestra capaz de transmitir al espacio arquitectónico su escala y espacio, adaptando su capacidad portante a las necesidades de la casa. Las estructuras y el espacio se necesitan mutuamente. Las primeras vigas de la hélice ofrecen escala y acceso al patio que abrazan, creando un espacio íntimo pero no encerrado, en el que el recinto se muestra abierto, pero perfectamente cercado. Todo gira por lo tanto alrededor de este patio abierto, que ofrece protección solar y abrigo de vientos, y es el marco espacial a través del cual la casa mira al exterior. La estructura no tiene ventanas, como denunció algún vecino, pero tiene los más generosos balcones que hacen de su interior un espacio a la vez expuesto y reservado.
Y la estructura tenía que tener capacidad de ser calculada y construida. Complejas solicitaciones de fuerzas opuestas en dirección y sentido, que utilizaban como motivo la palanca para equilibrarse entre ellas. Continua como todas las estructuras, la hélice se alza al cielo cada vez más ligera, más permeable, más audaz y transparente, y para culminar el recorrido de dicho sistema se corta violenta y expresivamente con un contrapeso de granito que indica que la inercia de la hélice concluye, y que el equilibrio finaliza con dicho elemento estructural. Acabado el esqueleto concluye la construcción del espacio. La casa está "terminada". Aunque faltan los "acabados". Qué manera tan precisa tiene la tradición constructiva para expresar la "ejecución material" de la arquitectura. Alguna vez he discutido con respetados compañeros y amigos de profesión que es lamentable que los arquitectos solo quieran hacer "proyectos básicos" y que otros hagan la tarea ardua y exigente de su "ejecución material". Como si nuestro trabajo no fuera continuo y completo, desde la intimidad del diseño en la oficina, hasta la dura y caótica puesta en obra. El esqueleto de la Casa Hemeroscopium expresa su ejecución material, y os puedo asegurar que nada de esto existía en el proyecto básico, que por elemental es incapaz de narrar la complejidad del espacio creado. El esqueleto como sistema primario contiene, o así lo hace en las obras importantes de la arquitectura, en una catedral gótica y hasta en los episodios memorables de la arquitectura moderna, toda la esencia de la arquitectura, y hablo del espacio, del orden y también de la forma y el lenguaje, por ese "orden". No recuerdo ninguna arquitectura que me interese que esconda su verdad constructiva y en el que el espacio creado no sea otra cosa que el resultado de un sistema estructural bello, ingenioso y audaz.

Antón García-Abril Ruiz es doctor arquitecto, y profesor de proyectos en la ETSA Madrid. Ha recibido el Premio de Roma y escribe regularmente en *El Cultural*.

Aunque se vista de seda...

Rubén Picado y María José de Blas

Es sabido que la producción arquitectónica no está sólo en manos del arquitecto. Cada vez mas, la ingerencia de las circunstancias mercantiles distrae el objetivo que tan libremente es posible expresar con el dibujo, slogan, videos y maquetas. La técnica será el argumento que paradójicamente pueda aplastar las intenciones del proyecto si no se entiende el contexto donde se va a desarrollar.

Creemos que en este escenario lo intelectual debe contaminarse por lo sensorial y liberar la obra para que se ponga de manifiesto la imperfección y sobretodo la capacidad humana para consentirla, poniéndola de su lado.

Con las últimas obras, hemos visto que transmitir claridad al proceso constructivo supone ordenar el proyecto desde su esqueleto. La estrategia de pensar que la estructura ha de conformar el espacio, se entiende con facilidad y alerta del rigor con el que hay que trabajar, esa condición cualifica siempre el espacio, complicando el proceso del proyecto porque se densifica el significado de la materia. La estructura polisémica, como esqueleto y piel, como elemento ordenador del espacio y generador de sensaciones ayuda a dotar de "entereza" a todo el proceso.

La complicidad con la materia ayuda a que su vivencia evite en lo posible la confusión. Ese compromiso creemos que fundamenta la arquitectura que nos interesa.

Siempre ha habido etapas manieristas que han oscurecido este planteamiento para indagar en argumentos que han podido complementar el debate proyectual y crecer intelectualmente, que aunque con interesantes resultados, nunca son capaces de transmitir a otras generaciones la emoción de la sinceridad constructiva. Son presas de su tiempo y ahí reside su valor.

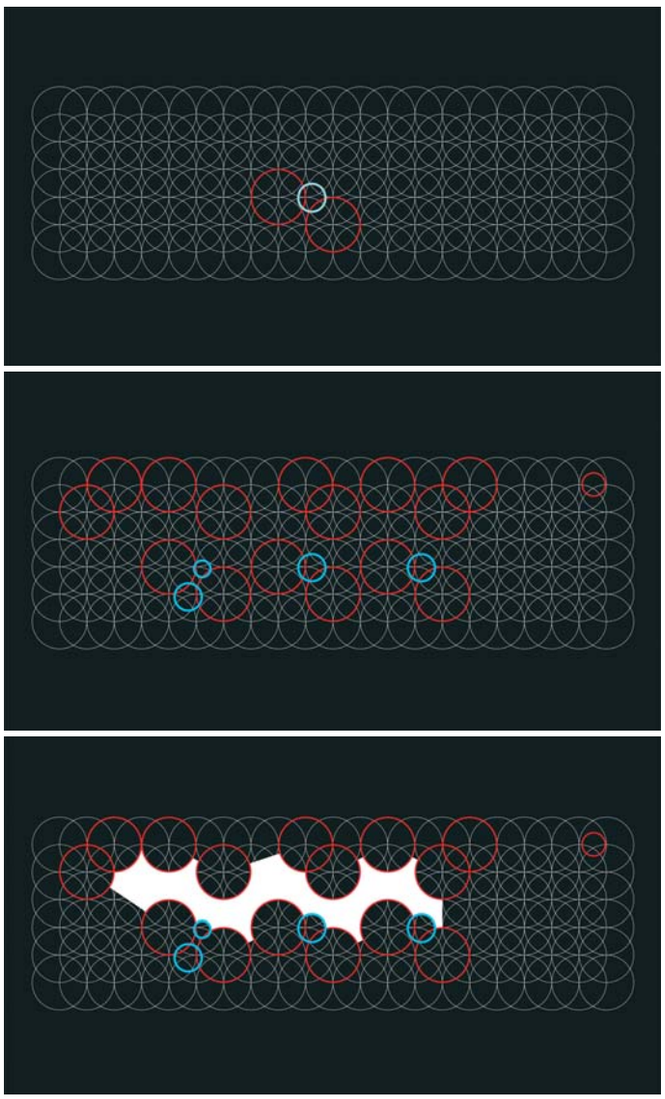
Intentar que los ajustes tecnológicos que se producen en obra no devengan en una metamorfosis es la razón que nos ha llevado a pensar que la geometría como base de la estructura sean la pauta que regule este proceso. Cuando la obra llega a tener la agilidad productiva de un taller, el proyecto es abierto, evolutivo y controlable.

Conocer la tecnología del artesano, determina la estrategia del detalle, pero los grandes rasgos los marca la geometría, la estructuración.

Para nuestra organización mental, el uso de tramas geométricas es una fase abstracta del proceso que permite representar y por tanto entender el espacio de forma muy genérica, y define principalmente la relación entre las partes. Posteriormente se precisará con el número, con la cantidad. "Sólo el orden podrá darnos la libertad", Goethe

La destilación de esas geometrías provoca entender la "entereza" del objeto a todos los que intervienen en su construcción, siendo ya más difícil salir de sus leyes. Por ejemplo, en el proyecto de la guardería, cuando el contratista estudió el proyecto, sólo entendía las secciones. La planta desplegada a 1:50 le parecía incomprensible...

R: A ver, Diego, no nos pongamos nerviosos. El esquema es muy sencillo, todos son círculos de 8 metros de diámetro a cara interior. Te doy un plano de replanteo con los centros, que son puntos que están todos sobre una retícula ortogonal. ¡Vamos!, no haría falta ni topógrafo.
MJ: Sobre esos círculos, te marcaremos en rojo la huella de los que serán construidos...



Escuela de educación infantil en Arganda del Rey

Tras una reunión donde sólo se habló de geometría, al día siguiente el aparentemente complejo proyecto estaba perfectamente replanteado y la discusión ya se centró en la calidad final del hormigón, nunca mas se discutieron sus medidas, porque sabían que un cambio en alguna medida desharía el castillo de naipes. Se asumió su orden de forma natural, como si hubiéramos dado la clave de una transmisión secreta.

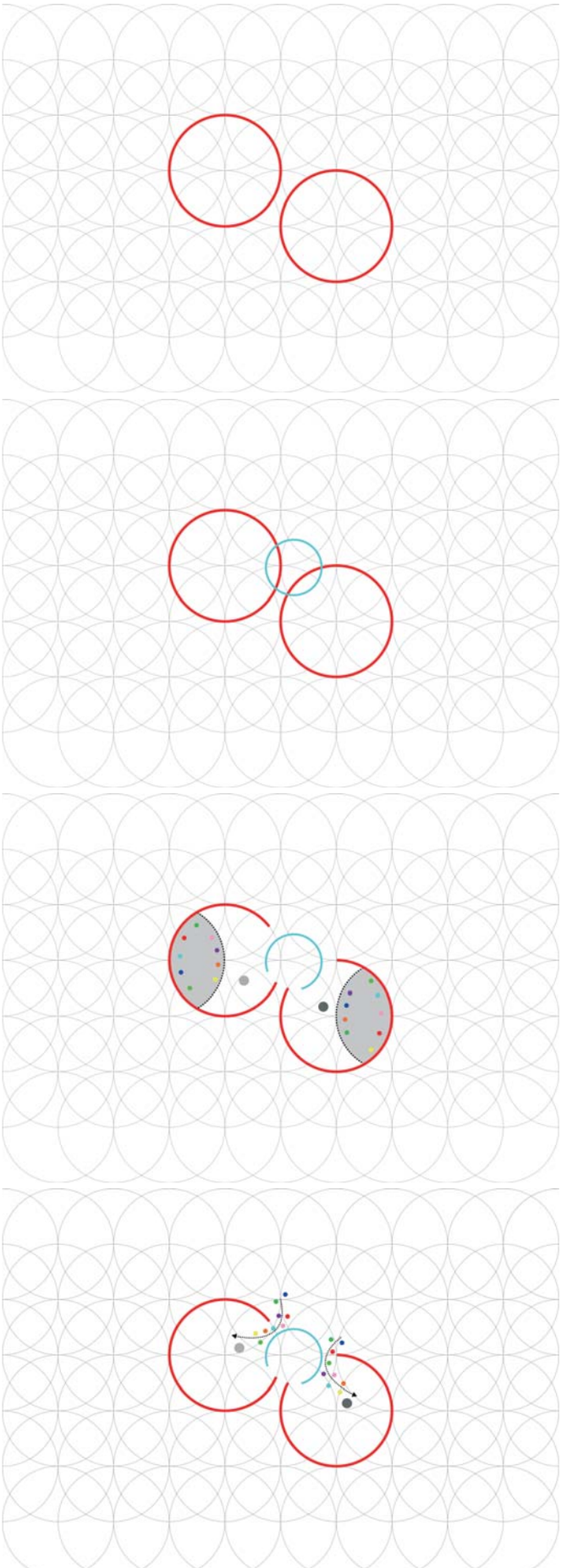
Consentir que la imperfección se ponga de tu lado fue el precio técnico para mantener con rigor la geometría, la estructura, el espacio.

Maria José de Blas y Rubén Picado son arquitectos por la escuela de Madrid ETSAM, y profesores de proyectos en el CEU y UEM respectivamente. Han formado parte varios años de la Comisión de Cultura del COAM. Fundan en 1991 Picado-de Blas Arquitectos y desarrollan sus líneas de investigación en los concursos de ideas y en la obra construida.

Apuntes desde el otro lado de la estructura

Eufemiano Sánchez Amillategui

Me piden mis amigos Rubén Picado y María José de Blas que escriba sobre la estructura de la "Escuela Infantil de Arganda, en Madrid" para acompañar de otra visión la experiencia de desarrollo del Proyecto y su construcción.
Desde el primer momento que entré en contacto con el proyecto de Rubén y María José a mediados del 2005, me llamó la atención el planteamiento del edificio puesto que llevaba implícito la solución estructural de manera muy intuitiva y compenetrada con la propia arquitectura. De hecho, en la primera aproximación sólo quedaba concretar la junta de dilatación y poco más. Con esto subrayo la gran integración que traían originalmente el proyecto y la estructura. Se adoptó –tras sopesar alternativas– la solución de forjado sanitario, en planta baja, convencional de vigueta resistente para conseguir aislamiento.
Siempre es positivo que la Arquitectura crezca con la estructura, cuando no hay recelos o trucos para disgregarla conceptualmente, si luego en la realidad hay que "solucionar" sus "contactos".
La primera visión –en planta– de un buen grupo de cilindros de hormigón, más o menos completos –incluso fragmentados eventualmente– dan buena cuenta del equilibrio estable, redundancia y homogeneidad de la huella del edificio.
Me orienta mi amigo Luís Casillas en la "genealogía" que pudiera servir de "hilo argumental" a esta edificación de agrupamiento de edículos de traza circular. En efecto, en el centro del Mediterráneo, en la isla de Cerdeña, encontramos el complejo Nurágico en Su Nuraxi, Barumini. Es un asentamiento cuyo comienzo se data de 1600 AC. y llega hasta el s. III de nuestra era. Esta propuesta arquitectónica es muy anterior a la de nuestros castros celtas que apenas se remontan a un par de siglos antes de Cristo.
Es siempre más confortable tener presente que los problemas y retos de diseño se encuentran en continuo devenir en el tiempo desde siempre, y, las soluciones son la respuesta –para un momento determinado– de ese problema que continúa fluyendo en el tiempo.
El racionalismo vino a distinguir lo que era la arquitectura "destilada", detectando y desposeyendo de la decoración la esencia de la forma. Sin entrar en la crítica arquitectónica, en mi limitado bagaje arquitectónico puedo entender un edificio de clara operatividad y pocas –por no decir ninguna– concesión a la moda o a los fuegos de artificio estéticos sin sustanciación. Es con el correr del tiempo, y por causa del dudoso mantra actual de lo "novedoso" al confundirlo –deliberadamente o no– con lo inapropiado se ha venido, en más ocasiones de las deseables, a deshacer el camino del racionalismo por el atajo de elevar la decoración a rango de "arquitectura".
La presencia de la estructura en arquitectura actualmente es probablemente el componente menos consensuado de todos los ingredientes técnicos del edificio. Encontramos casos en que hay que "adivinarla" o "intuirla", mientras que en otros casos se sobredimensiona en exceso, se hace "muy presente" o simplemente se juega a presentarla como alarde. Cuando uno se plantea la cuestión de la estructura óptima, cosa que se oye con cierta frecuencia en foros especializados, es llamativo que se obvie la cuestión elemental de ¿para quién? Salvadori y Heller recuerdan que hay que cuestionarla en función del propietario, de los operarios, del proveedor, y del ingeniero, cuando menos, y, por supuesto, para cada uno existe una estructura "óptima", y todas difieren entre sí.
En la estructura de esta Guardería creo que se atiende a la "mayoría", en el buen entendido de que hay una máxima que dice que es imposible contentar a todo el mundo todas las veces... de ahí que no debe el lector restringirse en sus opiniones y críticas al respecto.
Siempre me viene en estos casos lo que me enseñó un maestro: "¡regálame una crítica...!". (Obviamente, recomiendo no emplear la crítica con nadie que no sea un maestro, pues le resultará cuando menos incómodo.)
La estructura de esta guardería desde el punto de vista mecánico ofrece una naturalidad de funcionamiento que recrea la tranquilidad en su sustentación y resolución. En efecto, es una "mesa" de losa o losas horizontales con "muchas patas". Las luces y las cargas –en general– resultan comparables allí donde miremos, y los cilindros de bajada de cargas son elementos muy tranquilizadores por su forma y comportamiento.
No recuerdo exactamente –pero creo que es el maestro De Miguel– el que hace una reflexión instructiva y divertida al respecto de las "patas" de un edificio: "el ciempiés tiene muchas patas porque no tiene cerebro, los humanos sólo tenemos dos porque el cerebro permite los correspondientes ajustes de equilibrio". En este sentido, el edificio que nos ocupa es un "quince pies" si se me permite la licencia.



73a EUFEMIANO SÁNCHEZ AMILLATEGUI

73b Apuntes desde el otro lado de la estructura

Una primera visión –en planta– bien puede sugerir un trazado arbitrario, eventualmente "caótico". Pero eso sería una lectura "griega" (lineal) de nuestra herencia cultural. Los griegos, en su afán organizativo y clarificador del mundo conocido ordenaron el mundo tan concienzudamente que crearon la etiqueta de "caos" para todo aquello que no se entendía o no era evidente en su generación. Afortunadamente, en la actualidad, el "caos" es una ciencia con sólidas raíces que nos ayuda a entender más mundo del que entendían los griegos... y hemos aprendido a generar elementos aparentemente complejos y arbitrarios con sencillas leyes de formación.

¡Ah! un toque de pragmatismo interesante, que no dejamos de lado: la práctica operativa de emplear curvas en las edificaciones que sean posibles de replantear desde el ámbito de la parcela de trabajo. La planta del edificio –a efectos de medidas– es inscribible en un rectángulo de lados 64,64 x 26,37 m, lo que supone una razón entre lados de 2,45, o redondeando 2,5. Esta planta es la que contiene los 15 edículos circulares. El edículo 16 está aislado, por su función secundaria sirviendo a la edificación principal. El edificio es extensivo -se desarrolla en un única planta- y las cotas de losas de las distintas cubiertas es de +2,70, +3,70, +4,30 y +4,80. La cubierta dominante es la de cota +2,70, y cohesiona los diferentes edículos, cuyas alturas ya son variables dentro del rango de cotas indicado. Tema de tratamiento obligado fue la inclusión de la junta de dilatación en la estructura aérea. Afecta sólo a la losa de cubierta puesto que los edículos son respetados en su unidad formal. La solución técnica cuando se tangentea con la losa de cubierta el cilindro de hormigón correspondiente, es de *goujon-cret*, o más descriptivamente: pasadores "antitecleo" de acero especial que se fijan en un nudo embebido en un lado y se entregan en el nudo opuesto con solución de movimiento horizontal libre.

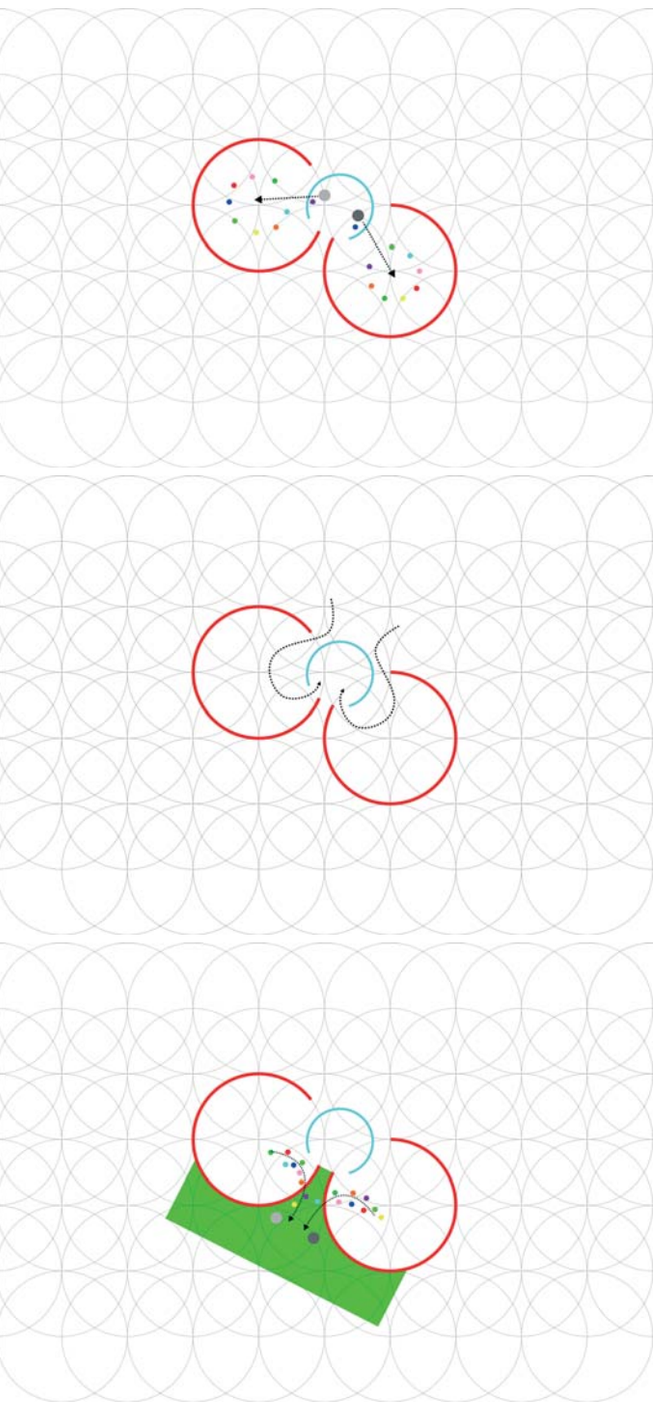
Es quizás útil recordar, lo que dice *Estructuras para arquitectos*,[1] puesto que una de las paradojas de diseño estructural es conciliar los requerimientos de rigidez del edificio con los de cargas térmicas.

Paso a desgranar algunos datos técnicos, en la confianza de no resultar farragoso:

- El cilindro tipo tiene un diámetro –a ejes de replanteo– de 8,056 m.
- El espesor de muro es de 20 cm.
- Se plantean 16 cilindros (1 aislado) posicionados cercanos entre sí en la mayoría de los casos, y sólo contados maclados o tangenciales en soluciones.
- El hormigón de la estructura aérea es HA-25.
- Se emplea en toda la obra acero B-400-S.
- Los cantos de losas horizontales son de 25 cm.

Esto supone trabajar en el entorno del L/32 de la luz media de apoyo. Posiblemente se hubiera podido afinar algo más, pero se desestimó el "exhibicionismo" innecesario por varios motivos. El primero, es que la losa (o las losas) apoyan en elementos continuos o aislados, según el caso, lo que lleva a ahorquillar el canto acorde a EHE entre los dos artículos de Placas o losas, que aparte de la distinción clara de la tipología de apoyo, dejan la duda de los dimensionados contando con un eventual pretensado, o no. Naturalmente no podemos comentar nada a la Norma. El segundo motivo deviene de la identificación que siento con la opinión de Ignacio Paricio Ansuátegui en La construcción de la Arquitectura, donde claramente denuncia esa "muletilla" de diseño tan extendida por la que hay que hacer los forjados con cantos ridículos. El tercer motivo viene de la seria sospecha de pérdida de brazo de palanca cuando se cruzan armaduras en dos direcciones, en dos capas... y respetando recubrimientos. Las bajadas porcentuales son realmente llamativas cuando se están "afinando" cantos.

Se indica, orientativamente, que el empleo de una acero AEH 500 en vez de un acero AEH 400, supone un aumento de flecha de 1.26 (un 26%). Resulta llamativo, el porqué culturalmente hemos venido asociando los objetos de "entidad", "dimensiones generosas", "grandes", a lo bueno, a lo duradero, a lo resistente. Pero cuando tratamos temas estructurales, la tendencia desde hace algún tiempo, es precisamente invertir el criterio de valoración y apreciar las estructuras que rozan lo inverosímil, lo afinadísimo, etcétera. La durabilidad es, para las estructuras de hormigón, el auténtico referente de la Normativa vigente, y la práctica totalidad del articulado apunta en esa dirección. Naturalmente plantear elementos que se encuentran muy estrictamente dimensionados, o si se prefiere trabajando en estados tensionales elevados, no deja de ser un contrasentido para la durabilidad. Plantear políticas de afinación de los coeficientes de seguridad como se ha venido haciendo en aras al "mejor aprovechamiento" del material, como consecuencia del mayor y mejor conocimiento que se tiene de la realidad en cuestión de materiales es "nadar contracorriente" cuando se busca la durabilidad. Un breve vistazo a la historia de los edificios que han perdurado lleva a pensar, al menos ,que han rebasado con creces la durabilidad de las ideas y los imperios que los crearon, y, en cualquier caso que se han basado en la "generosidad" del empleo del material. Si se prefiere, el *leit motiv* ha sido sin duda hacer trabajar a los materiales con tensiones sorprendentemente bajas. De hecho, el concepto de tensión, es relativamente reciente por un doble motivo: Primero porque no inquietó a los constructores y arquitectos durante siglos, y por ende no hubo necesidad de ocuparse de él y ponerlo en el tapete. Segundo, porque no es elemental (ahora sí nos lo parece por simple "inercia cultural", pero ha sido uno de los logros más importantes del pensamiento aplicado a materiales)... especialmente porque "no se ve". Piénsese que la deformación sí se ve, pero la "tensión" es "invisible". Así pues el "manido" tándem tensión-deformación que hoy manejamos con tanta soltura –especialmente con el módulo de elasticidad de Young– no tiene cualitativamente, ni mucho menos la misma complejidad conceptual en sus ingredientes. En todo caso lo que nos enseña la historia de la edificación es que estar preocupado de la tensión es una inquietud reciente, y que la durabilidad históricamente hablando sólo se encuentra relacionada con las bajas tensiones. Ociosamente, es encomiable –desde el punto de vista científico– sacar el máximo partido a los materiales, pero la conciliación con la durabilidad tiene



que ser cautamente analizada. Esto viene a ilustrar el porqué se ha trabajado en el edifico de Guardería con márgenes más que razonables para no forzar las tensiones en ningún caso. Las losas horizontales, los muros verticales y las zarpas corridas tienen un cometido –entendemos– sintonizado y orquestado en tensiones medias bajas.
Bien es cierto que hay elementos puntuales, como son los "pilares apantallados" que son la expresión del pulso y trazado del muro cuando el hueco es necesario. Sin embargo óptica y formalmente nos ayudan a mantener la potencia del círculo más allá de su materialización. Quizás podríamos definirlo –si se me permite– como el "Efecto Stonehenge" de diseño. Esto trae a colación el recordar que los modelos de trabajo o comportamiento de las piezas tienen un ámbito para poder aplicar los modelos de cálculo correspondientes. Dicho de otra manera que un muro lo es mientras que –en planta– sus lados estén en proporción mayor de 1 a 5.
Trabajar con superficies curvas siempre me trae a colación la anécdota pragmática que aprendí durante la construcción de la Casa Fabriciano, por el maestro Oiza. En una de las visitas, durante el levantado del muro de carga perimetral curvo, me hizo notar un operario lo laborioso de tangentear con andamios –de traza recta– una superficie curva, puesto que el rendimiento del operario viene condicionado por la distancia del mismo al muro de fábrica, cuando está colocando los ladrillos y más a restregón, como debe hacerse en un muro de carga correctamente. Perdón por la disgresión, pero siempre creo que hay que tener cerca la realidad constructiva. Es interesante todo lo que sugiere y obliga el trabajar con directrices curvas en un proyecto.
Ya Nicolás de Cusa s. XV –en su "Docta Ignorancia", concebía la recta como un segmento de circunferencia de radio muy grande.
En el estudio de una estructura, la seguridad es aspecto primordial ligado a las magnitudes a evaluar y a la imprecisión que conllevan. Las cuatro magnitudes intervinientes en todo estudio son:

- Los materiales (resistencias).
- Las acciones.
- La elección del método de análisis (incluido errores de cálculo).
- La geometría (incluidos los defectos de ejecución).

Naturalmente, cada uno de estos valores está asociado a una probabilidad, y mientras en las dos primeras magnitudes se ha avanzado mucho estadísticamente, las dos últimas son francamente difíciles de expresarlas con las funciones de distribución. Esto nos lleva a manejar –ya que no queda otra– un formato de seguridad que toma el disuasorio nombre de "semiprobabilístico". Por tanto, la próxima vez que encuentren algún texto, instrucción, norma que emplee tal definición, simplemente deben leer algo como "más o menos", "aproximadamente"... o algo así.
Las matemáticas, tienen también su propuesta, para ir acercándose desde la teoría de probabilidades a análisis más precisos, revisando a la luz de nuevos datos, con el llamado Teorema de Thomas Bayes (s. XVIII) o "Análisis bayesiano" como lo cita –por ejemplo– John Allen Paulos en su *Érase una vez un número*.
Indudablemente, la nitidez y la belleza conceptual se encuentra las más de las veces en la matemática, donde la lógica no admite vaguedades, sobreentendidos. De hecho las matemáticas son el único lenguaje sintético, es decir, que cuando se lee una expresión todo el mundo entiende lo mismo. El resto de los lenguajes no son sintéticos, y como consecuencia permiten hacer poesía o chistes.
Veamos una pincelada de Eduardo Torroja: "La complicación del desarrollo matemático, por grande que sea, no añade ni quita nada al valor de los resultados". Torroja nos cita también lo que escribía Fresnel a Laplace: "La Naturaleza no esquiva las dificultades del análisis".
Para terminar, y como percepción subjetiva del edificio terminado, cuando lo visité acompañado por los arquitectos me resultó llamativo su resultado vivido con la luz y –su corolario newtoniano– el color. El planteamiento formal del interior permite encontrar una y otra vez soluciones de "fondos velazqueños" (como el del fabulista Esopo) donde los planos horizontales (suelo y techo) y el plano vertical (pared) son perfectamente reconocibles en sus posiciones teóricas, pero si se quiere precisar o distinguir la frontera (la arista del diedro) no se logra puesto que Velázquez soluciona en continuidad los planos teóricos que tanto obsesionaron en los estudios de perspectivas, y da un paso más dejando claro los referentes pero sin necesidad de establecer fronteras "a la griega" usando el recurso de la línea que tanto éxito brindó a la cultura lineal, proporcional y táctil al pensamiento griego.

Notas

1. *Estructuras para arquitectos* –5ª.ed. 1966– Salvadori y Heller (+13 caps.)> 2. Cargas que actúan sobre las estructuras (+6) > 2.5. Cargas térmicas y de asentamiento (asiento) (7P)

Eufemiano Sánchez Amillategui es arquitecto por la Escuela de Madrid desde 1978, sempiterno alumno de Ricardo Aroca y José Luís de Miguel y alumno agradecido de Francisco Javier Sáenz de Oiza, con quien tuvo la oportunidad única de colaborar en obras entre 1986 y 1994.

Cualquier crítica, comentario, duda, siempre será bienvenida en la dirección: eufeamillategui@terra.es

Estructuras activas
Amadeo Ramos

Módulo militar

La actual reflexión sobre arquitectura está condicionada por la incertidumbre que provoca la difusión mediática, que sólo oferta imagen como solución. Es el principio de la desarticulación de la obra de arquitectura, agravado por la especialización tecnológica. La complejidad de integrar los requerimientos técnicos, tiende a olvidar lo importante que es saber incorporar al proceso de proyecto, al espacio y su forma, la estructura o las instalaciones. Queda lejos ese sentido universal de la tecnología, entendida como el conjunto de descubrimientos que permite avanzar en los conocimientos propios de un arte, una ciencia o una técnica. Vamos olvidando obras didácticas como el Crystal Palace, que tras ciento cincuenta y siete años, aún sirve para defender cómo las innovaciones técnicas no se han de entender como un alarde tecnológico, sino como un medio necesario para la construcción de la arquitectura en circunstancias complejas, desde una intachable actitud frente a las técnicas industriales.
La racionalización de la construcción, cuando se constituye como línea de pensamiento, es un instrumento que facilita esta deseada integración: arquitecturas de los años veinte del siglo pasado fueron capaces de expresar desde la estructura su organización espacial y funcional. El momento innovador que propició el debate sobre las estructuras de hormigón armado en sus primeras aplicaciones, acostumbró a aquellos arquitectos a cuidar sus estructuras hasta el punto de fotografiarlas y publicarlas. Hoy no vemos esta preocupación ya que todo el debate que provoca la innovación en arquitectura parece limitarse a la envolvente.
Los edificios industriales de la producción mecanizada y en serie de principios del siglo XX, tenían como premisa la optimización de todo tipo de recursos (situación, movilidad, fuentes energéticas, recursos humanos, etc.). Para una actividad económica y empresarial, son principios básicos de logística y sostenibilidad –hacer viable algo por sí mismo–. En aquellos edificios, la estructura y la maquinaria, eran los elementos cualificadores de un nuevo espacio interior que tuvo importantes consecuencias. Quizá la gran diferencia con el momento actual solo sea, que entonces, una nueva técnica de construcción fue capaz de situar al arquitecto en el interior de las obras; hoy, con la imagen por excusa, lo ha traslado fuera: lo paradójico de este cambio es que no siempre conlleva mejora sustancial de los espacios habitables de la ciudad.

Amadeo Ramos Carranza es doctor arquitecto y profesor de Proyectos IV en la ETSA de Sevilla.

Contemporánea indefinición tectónica del esqueleto

Jesús Donaire

"Hubo un tiempo en el que la meta de los arquitectos era crear una arquitectura y un urbanismo que utilizara e integrara de manera fluida la topografía y las fuerzas de la naturaleza tales como el viento, el agua y la luz. Pero, durante el Movimiento Moderno, la relación entre arquitectura y naturaleza se rompió, y tanto el espacio arquitectónico como el urbano se volvieron estrictamente "geométricos" y artificiales. No obstante, en la actualidad, a raíz de la aparición de los nuevos medios, la fluidez vuelve a cobrar validez. A medida que dichos medios van tomando control del espacio urbano y arquitectónico, éste se va volviendo cada vez más cinemático y fluido. Se ha transformado en una suerte de espacio transparente. Así pues, creo que estamos obligados a admitir una mayor apertura y flexibilidad en estos cerrados y artificiales espacios arquitectónicos y urbanos, combinando la fluidez creada por los medios con la fluidez de la naturaleza" (Toyo Ito).[1]

Esqueleto

De todos los términos que la arquitectura ha tomado prestados de la naturaleza, esqueleto –del griego "σκελετός", desecado– es sin duda aquel que establece una relación más directa entre sus varios significados. De entre varias definiciones resaltaría la del *American Heritage Dictionary* por su distinción entre endoesqueleto y exoesqueleto. Mientras el término esqueleto hace referencia explícita a un armazón que soporta una totalidad, la distinción endo/exo hace referencia, además, a una cualidad tectónica según su propia definición en referencia a su funcionamiento estructural. Tendríamos por lo tanto la distinción endo/exo como contenido de investigación. Pero cabría anotar que esta dualidad es más imprecisa en arquitectura que en naturaleza pues un edificio no da respuesta exclusiva a su funcionamiento, llamémoslo orgánico, sino también al habitar intelectual del hombre, por lo que en ocasiones esta apreciación resulta más ambigua y no sería suficiente para la definición de una propuesta arquitectónica.

De este modo, una distinción en la materia resultaría apropiada para ayudar a descifrar una evolución de la arquitectura, que ha dado respuesta a un problema físico –aquel de la estabilidad estructural–, y a un problema socio-político e intelectual a lo largo de la historia.

La piedra definió el espacio vertical y el acero el espacio horizontal, al igual que el hormigón; éste a su vez definió la fluidez formal por su condición de piedra líquida. Estos dos últimos, acero y hormigón, definieron simultáneamente el espacio visionario y las proposiciones urbanas de las mega estructuras del siglo XX, pero ¿cuál es la materia, y más concretamente el carácter tectónico, que define el espacio cinemático y fluido tanto urbano como arquitectónico –espacio transparente– del que nos habla Toyo Ito? Hablaremos pues de esqueletos que generan espacio gracias al entendimiento tectónico de su naturaleza constructiva y de esqueletos digitales, por lo que tienen de interés para la evolución de la arquitectura, bajo la duda razonable de su coherencia tectónica. La indefinición tectónica de la era digital o época paramétrica.[2]

Esqueletos de piedra

Se considera el interior de la *Sainte-Chapelle de la Île de la Cité* de París, el punto cúspide del gótico donde la piedra se lleva a su máxima expresión tectónica y estructural y donde se hace más evidente la relación arquitectura-estructura, literalmente arquitectura-esqueleto. Pero existe un momento singular, y de máxima expresión constructiva, en el gótico inglés tardío: la bóveda de abanico del *King's College* de Cambridge. No sólo se manifiesta aquí la relación arquitectura-esqueleto, sino que además el sistema constructivo adoptado en la bóveda de abanico seduce con su símil a la naturaleza. El sistema formal adoptado es la escenificación literal de aquel de la *Victoria Regia* que Konrad Wachsmann utiliza en la introducción de su libro *The Turning Point of Building*, comparándola aquí con la estructura de la cubierta del *Crystal Palace* de Joseph Paxton. Estos sistemas formales sirvieron de inspiración en el Medievo, en la Revolución Industrial y siguen sirviendo en la era digital como se manifiesta en el libro *Morpho-Ecologies*, editado en 2006 por Michael Hensel & Achim Menges en la Architectural Association de Londres, abogando eso sí, por un nuevomarco de diseño arquitectónico firmemente enraizado en el paradigma biológico.

El espacio gótico, o espacio vertical, se crea con la línea estructural continua de piedra gracias a la figura del arquitecto-ingeniero (lo que será Mies en el siglo XX). Este es capaz de despojar a la arquitectura de los elementos innecesarios para la consecución del espacio, quedando su esqueleto. Mientras que en el Renacimiento, se deja paso a la figura del arquitecto-humanista (lo que será Le Corbusier en el siglo XX), apartando los temas estructurales a un segundo plano, dando protagonismo a los compositivos y a aquellos de la manipulación de la luz a través de la masa. El esqueleto en arquitectura desaparecerá durante cuatro siglos. Razones técnicas ralentizan también el desarrollo del esqueleto gótico tras agotar las reglas geométricas de proporción que daban estabilidad estructural a la piedra en los edificios pertenecientes a esta época. En 1638 Galileo plantea el problema del cálculo de las fuerzas de una viga en voladizo, llevando el material hasta su punto límite de estrés.[3] Y no es hasta 1826 cuando Claude-Louis Navier planteará la teoría de la plasticidad del material.[4] Ambos planteamientos serán clave para toda la producción ingenieril y arquitectónica posterior.

Esqueletos de acero

Existe una característica común entre los esqueletos de piedra y los de acero en arquitectura: la ilusión por la desmaterialización o desaparición de la fachada. En el espacio gótico sucede de una manera más mística por medio de unas vidrieras que transforman la relación interior-exterior. Las vidrieras pigmentan la luz vertical pixelándola con matices de color; el espacio resultante es referenciado en la *Divina Comedia* como espacio infinito. Los esqueletos de acero que surgen en la revolución industrial, crean una relación directa entre el hombre y la naturaleza y entre el hombre y la ciudad. Son el marco de la nueva metrópolis y llegan a su punto álgido con las propuestas de los rascacielos en Berlín de Mies Van der Rohe. Beatriz Colomina compara en su texto *Skinless Architecture*[5] los collages nocturnos del proyecto de rascacielos de vidrio de Mies, 1922, con las primeras radiografías del cuerpo humano realizadas en el siglo XX; el esqueleto como la esencia del espacio arquitectónico. Pero no es esta continuidad entre el dentro y el fuera que se consigue a través del espacio horizontal miesiano despojado de fachada (o reduciendo esta a su mínima expresión: la membrana del vidrio, haciendo así evidente la estructura) lo

que interesa resaltar, sino la cualidad tectónica de la articulación de un esqueleto metálico como precursora de un sistema espacial. Y para esto volvamos al *Crystal Palace* de Joseph Paxton (con Fox y Henderson), y a los dibujos de los detalles constructivos de este edificio, pues aquí se entiende que la solución del detalle es razón primigenia de la construcción del espacio. La argamasa del gótico es sustituida aquí por sistemas de articulación en los que las fuerzas del edificio se transmiten tanto en vertical como en horizontal; recordemos en este punto que los bocetos de la primera propuesta para el *Crystal Palace* muestran una gran nave de cubierta horizontal. Eventualmente, y gracias al ingenio de Alexander Graham Bell, esta idea adireccional de transmisión de cargas será traducida en sus esqueletos aéreos desarrollados con un sistema estructural basado en el tetraedro. Combinando un número arbitrario de estos elementos espaciales, Graham Bell desarrolló técnicas para unir elementos metálicos con nudos, como la propia naturaleza de la conexión tridimensional sugiere. Esta genialidad tectónica germinará, en la primera mitad del siglo XX, dos figuras claves para el entendimiento de la arquitectura visionaria y la llamada *High Tech* de la segunda mitad del mismo siglo: el americano Richard Buckminster Fuller y el alemán, nacionalizado americano, Konrad Wachsmann. La propuesta para la *Dymaxion House* de Fuller, estructuralmente estable entre su mástil central y el exoesqueleto –formado con tensores y articulaciones tridimensionales–, es un referente para entender el *Centre Pompidou* de París, diseñado por Richard Rogers y Renzo Piano. Se puede considerar a este edificio como la máxima expresión tectónica de exoesqueleto en acero. Un esqueleto que funciona como un reversible que ha dejado no solo sus huesos sino también sus órganos al exterior, ofreciendo así la máxima flexibilidad en el espacio interior.

En 1959 Konrad Wachsmann recibió el encargo de uno de los departamentos de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos de desarrollar un sistema estructural para unos hangares de grandes dimensiones. El sistema tetraédrico del armazón espacial diseñado permitía cualquier combinación constructiva, geométrica y tipológica y cualquier dimensión, con en un diseño flexible y anónimo. Pero en el caso de los esqueletos aéreos de Wachsmann no hay que referirse tanto a su esencia técnica, pues está tomada directamente del principio de Graham Bell, como a la imaginería presentada en la descripción de estos hangares. Sus diseños a modo de esqueleto parecen ser prestados a Yona Friedman para sus propuestas de ciudad espacial, a Cedric Price para el proyecto del Fun Palace o a Constant Nieuwenhuis para su pueblo nómada de la Nueva Babilonia. La Nueva Babilonia donde, bajo la misma cubierta, con la ayuda de objetos móviles, se construye una residencia compartida; un área vividera temporal y constantemente remodelada; un campo para nómadas a escala planetaria.[6] El esqueleto ligero de acero no es sólo la proposición del espacio horizontal sino una plataforma, según Reyner Banham,[7] de múltiples posibilidades:

> Estas inmensas estructuras, muy en la línea del *urbanisme spatial* si atendemos a sus bastidores, tenían, paradójicamente, la misión de acoger la más ligera de las actividades humanas, la vida urbana vista como la participación en un juego abierto, terrenos de juego gigantescos para el *Homo Ludens*.

Esqueletos de hormigón

El hormigón en masa, que llegó a su máximo esplendor con la construcción del Panteón de Roma, estuvo prácticamente ausente durante casi 2000 años y es en Francia, cuna también del esplendor del acero junto a Inglaterra y Alemania, donde resurge este material. Fueron dos ingenieros franceses los pioneros del hormigón armado: Joseph Monier, con su patente de forjado armado en 1867, y más tarde François Hennebique con su patente de 1892, en la que integraba en una sóla pieza monolítica dos elementos constructivos distintos tales como un pilar y una viga. Estas patentes son la base con la que Auguste Perret, padre y referencia no sólo de Le Corbusier sino de toda la construcción moderna de estructuras en hormigón armado del siglo XX, desarrolla sus esqueletos portantes. Perret, en su libro *Contribution à une théorie de l'architecture*, publicado en 1952, escribe: Los grandes edificios actuales constan de una osamenta, un armazón de acero o de hormigón armado. Esta estructura es al edificio lo que el esqueleto es al animal.

De sus obras cabe resaltar, por lo que nos concierne en referencia a los esqueletos, dos de distinto carácter arquitectónico. La primera es una pequeña pieza de garaje en la calle Ponthieu de París, que data de 1905, donde por primera vez un esqueleto de hormigón armado se expone al exterior sin tratamiento, sirviendo de marco a las proporciones del edificio y a su organización interior. El segundo, que deja en evidencia el racionalismo clásico de Perret, del que nos habla Kenneth Frampton en su libro *Studies in Tectonic Culture, es el Musée de Travaux Publics*, de 1938. Aquí, sin menospreciar las cualidades técnicas con las que se resuelve las instalaciones del edificio –que desdoblan la estructura del endoesqueleto para formar una cámara a modo de chimenea por donde circulan los conductos de ventilación–, el edificio se manifiesta en una doble estructura: la del endoesqueleto y la del exoesqueleto, recordándonos a los templos griegos que aparecían en los dos grandes tratados de arquitectura de la Francia del siglo XIX,[8] base del conocimiento teórico de Perret. El exoesqueleto habla aquí del carácter y escala monumental del la obra arquitectónica. Esta voluntad de la nueva monumentalidad y de racionalismo estructural será clave en el entendimiento de los esqueletos de hormigón de todo el siglo XX. La maestría de Louis I. Kahn, en su proyecto de torre *Tomorrow's City Hall* de 1957 para Filadelfia, consigue desmaterializar la estructura tetraédrica monumental de hormigón armado al contraponerla, creando así una oposición tectónica, a la estereotomía del podio sobre el que está proyectada y con el muro cortina cristalino que conforma la fachada de la misma,[9] el resultado es de gran expresividad formal.

Reconociendo la importancia conceptual que el constructivismo ruso tuvo para la evolución de los esqueletos de acero o la de Antonio Sant'Elia en las mega estructuras de hormigón, la monumentalidad que expresa el hormigón lleva implícita una carga formal que emana de la propia naturalidad tectónica del hormigón como material de construcción. La lista de arquitectos en relación a esta monumentalidad formal es interminable: Eugène Freyssinet, Le Corbusier, Pierluigi Nervi, Paul Rudolph, Kiyonori Kikutake, Kisho Kurokawa, Miguel Fisac, Oscar Niemeyer o João Filgueiras Lima (Lelé) entre muchos otros. Pero son tres los esqueleto-edificios que resaltaremos con la intención de hacer hincapié en lo que concierne a la capacidad tectónica de un material para generar espacios. El primero es la Terminal de la TWA de Nueva York, diseñada por Eero Saarinen y cuya construcción finalizó en 1962. Aunque de este edificio existe un precedente diseñado por Robert Camelot, Jean de Mailly y Bernard Zehrfuss: el "Centre National des Industries et Techniques" de París, es en el edificio de la TWA donde la expresividad formal adquiere el grado máximo de fluidez que el hormigón, entendido como una piedra líquida, ha sido capaz de generar a modo de exoesqueleto como si del caparazón de una tortuga se tratase. El segundo es la Opera de Sidney de Jørn Uzton, cuyo concurso data de 1957. Aquí el hormigón se adapta a un sistema formal y geométrico siendo el endoesqueleto el soporte de las piezas prefabricadas que conforman la piel exterior del edificio. Phillip Drew relata en su texto *The Third Generation*, escrito en 1972, como una visita a Marruecos en 1948 suministró a Utzon un modelo de generación de forma molecular de arquitectura aditiva. La implementación de este concepto de sistemas

de generación orgánicos posibilitó que Utzon resolviera las demandas de estandarización sin sacrificar la flexibilidad esencial para organizar el terreno indeterminado de las funciones humanas. Finalmente destacar la exposición universal de Montreal de 1967, donde grandes esqueletos metálicos como la cúpula geodésica del pabellón de los EEUU de Fuller, o el pabellón *Man the Producer*, de Desbarats, Lebensold y Size, compitieron en monumentalidad con el proyecto *Habitat* de David Safdie y Boulva Barrot. La simplicidad de *Habitat* residía en la construcción del todo a base de apilar cajas estándar de hormigón. Aunque el propio apilamiento no fue suficiente para sustentar y dotar de circulaciones externas esta entidad, lo que sí quedó patente fue la capacidad formal del hormigón, no tanto como esqueleto en este ejemplo sino como de un tejido óseo poroso de piezas autoportantes.

Esqueletos digitales

La piedra, el cristal, y la argamasa construyeron el espacio vertical gótico. El hierro y sus articulaciones tridimensionales protagonizaron el paso a la modernidad del acero construyendo los espacios horizontales de las naves industriales, galerías y estaciones de tren. La fluidez del hormigón armado construyó, con libertad formal, la nueva monumentalidad de las megaestructuras del siglo XX, pero ¿cuál es el material que construye, y con qué carácter, los nuevos esqueletos digitales que dan vida al espacio fluido contemporáneo? ¿Es sostenible vincular la idea de materialización a aquella de la germinación de una idea arquitectónica? Toyo Ito aborda, en referencia a su proyecto para el Centro de Artes Escénicas de Matsumoto, la cuestión del material como elemento permutable; esto equivale claramente a relegar la materialidad a una decisión a posteriori sin que por ello el proyecto pierda interés espacial ni voluntad tectónica. En algunas visiones contemporáneas se asume la existencia de una distancia considerable entre la producción teórica de los esqueletos digitales y la producción real de los mismos. La figura del arquitecto paramétrico, como Patrick Schumacher se haría llamar, parece ensimismada en razonamientos matemáticos, generando algoritmos que expanden el campo formal de la arquitectura, pero no por ello necesariamente el intelectual, pues un espacio fluido no sólo se logra abogando por la línea curva, por el spline,[10] o negando el ángulo recto (heurísticas negativas que llama Schumacher).[11]

En dos proyectos recientes, que basan su esencia espacial en su esqueleto estructural, surge la duda razonable de su indefinición tectónica. El proyecto para terminal portuaria de Yokohama en Japón, de FOA, y el Fórum para la Música, Danza y Cultura Visual en Ghent, Bélgica, de Toyo Ito. El primero nos permite apuntar que su fluidez espacial surge de una necesidad programática, y por lo tanto su tectónica no aparece hasta el proyecto de ejecución. Las múltiples secciones que cuentan la extrusión de su esqueleto parecen materializarse en un material fluido como el hormigón, pues su sección es constante y se adapta con orgánica naturalidad a las necesidades programáticas. La construcción final resalta una doble cualidad tanto en acabado como en materialidad entre el dentro y el fuera, sin por ello afectar a la fluidez programática germen de la idea espacial. El segundo ejemplo de arquitectura paramétrica es el proyecto de Toyo Ito en Bélgica, proyecto de un concurso no premiado, que se asimila a una imagen macro de un tejido óseo creando una atmósfera espacial sin precedentes. En este proyecto la tectónica es relegada a un segundo plano pues la importancia de la propuesta radica en su idea espacial. Las secciones que se muestran del proyecto son increíbles pero a la vez no creíbles. Ambos proyectos, con innovadoras propuestas de espacio fluido, acordes a la sociedad contemporánea, coinciden con el resto de los citados en los puntos anteriores en esa ilusión por la desaparición de la fachada; de nuevo como las radiografías a las que hace mención Beatriz Colomina, la transparencia de su piel externa nos muestra el esqueleto y el potencial de sus espacios. El diseño paramétrico convierte el espacio continuo de Mies en el espacio fluido de nuestro momento contemporáneo, donde los elementos arquitectónicos se han transformado en una superficie única.

Describiendo su proyecto para la terminal de ferries de Yokohama como "una arquitectura sin exteriores", lo que Foreign Office Architects quizá quisieron decir es que habían dejado de entender la arquitectura como una articulación material de la relación entre el espacio interior y exterior; habían dejado de pensar que la arquitectura necesitase un rostro o una fachada. Arquitectura sería, más bien, una piel-superficie con múltiples posibilidades que no hace distinción alguna entre el dentro y el fuera (Catherine T. Ingraham).[12]

El potencial del uso de la parametrización en arquitectura, con la simple fascinación de poder ubicar puntos en el espacio que den respuesta a múltiples variables (de programa, de climatología, de organización, de estabilidad estructural, etc.) y poder unirlos a través de una superficie única –a la vez esqueleto portante–, nos permite adentrarnos en un nuevo mundo de posibilidades. Técnicas de diseño avanzado por ordenador como *scripting* (programación), o diseño paramétrico, se suman a las herramientas o técnicas de proyecto. Aún así la habilidad de pensamiento tectónico del arquitecto sigue siendo clave para la adecuada materialización de las ideas. Nos adentramos pues en el placer de lo desconocido, como diría Cedric Price a raíz de sus propuestas para el Fun Palace, y en el campo de la investigación tectónica que nos permita construir los esqueletos digitales del futuro, y en consecuencia el espacio fluido, transparente, y por qué no, ingrávido, del que nos habla Toyo Ito.

Notas

1. Ito, Toyo: Ensayo presentado en el simposio organizado por Columbia University en colaboración con el Museum of Modern Art de Nueva York y la exposición *Light Construction* el 22 de Septiembre de 1995.

2. Patrick Schumacher: De su texto *Parametricism as Style*, presentado en la Bienal de Venecia de 2008.

3. Heyman, Jacques (1995): *The Stone Skeleton, Structural Engineering of Masonry Architecture*. Cambridge University Press. Pág. 5.

4. Ibíd. 2. Pág. 6.

5. Publicado en el libro *The state of architecture at the beginning of the 21st century*, editado por Bernard Tschumi + Irene Cheng, de la serie *Columbia books of architecture*. Nueva York: Monacelli Press, 2003.

6. "New Babylon, A Nomadic Town", escrito por Constant, para el catálogo de la exposición sobre *New Babylon* publicado por el Haags Gemeetenmuseum, La Haya, 1974.

7. Banham, Reyner (1976): *Megastructures: urban futures of the recent past*. New York: Harper & Row. Pág. 82.

8. *Historie de l'architecture*, de Auguste Choisy y *Éléments et théorie de l'architecture*, de Julien Guadet

9. Del texto *Louis Kahn: Modernization and the New Monumentality, 1944-1972*. Frampton, Kenneth (1995). *Studies in Tectonic Culture, The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*. The MIT Press, 1995.

10. En matemáticas e ingenieria el *spline* es la función que tiene valores específicos en un número finito de puntos formado por segmentos de funciones polinómicas, uniendo suavemente estos puntos y pudiéndose usar para funciones de aproximación e interpolación.

11. De su texto *Experimentation within a Long Wave of Innovation* (2008). Publicado en *Out There: Architecture Beyond Building*, Volumen 3: *Experimental Architecture*, Catálogo de la Bienal de Venecia de 2008. Cabría comparar estas heurísticas negativas de las que habla Schumacher con el éntasis griego o la determinación de no usar ángulo recto en Chillida.

Jesús Donaire es arquitecto por la ETSAM y por la GSAPP de Columbia University, Nueva York, donde actualmente es becario Fulbright bajo la tutela de Kenneth Frampton y Enrique Walker. Ha colaborado extensamente con Jesús Aparicio, David Chipperfield y Alberto Campo Baeza. Vicecomisario y arquitecto del montaje de las exposiciones *Jóvenes Arquitectos de España* y *Solid States*, de Columbia University. Ha sido profesor ayudante en la ETSAM y en el Barnard College-Columbia University.

Observatorio del agua en la isla de La Palma

Julio César Moreno y Carolina Bechara

Fotomontaje

Planta y alzado del conjunto

Una laguna salina se roba al océano mediante una guirnalda de elementos. La delimitan formando un paisaje lejano de grutas y alineaciones boscosas que filtra la fuerza de las olas y da lugar a un mar en calma para recorrer con pequeñas embarcaciones. La naturaleza del mundo subacuático queda detrás de este primer plano dulcificado, con sus enigmas y su seducción, como en el cuadro barroco que reproducimos.

Estos elementos paisajistas son estructuras desnudas flotando en el mar, con anclajes entre ellas y con el fondo marino. No hay masas ni superficies, los volúmenes se componen sólo de una maraña de barras huecas en aparente desorden. Son cuerpos permeables, que agotan la fuerza del agua que los atraviesa. Las corrientes, vientos y mareas modifican la geometría del recorrido y las relaciones entre estos esqueletos vegetales. Estas estructuras emergen de un proceso de manipulación de una unidad básica mediante patrones ornamentales de agregación y crecimiento. El proceso se materializa con barras huecas de polietileno reticulado como las utilizadas en agricultura para regadíos. Estos tubos son capaces de cumplir una función mecánica como barras de estructura de mallas espaciales. La ventaja es que se fabrican para conducir fluidos. Por su interior hueco fluye aire y agua. El patrón de agregación produce una fontanería de redes tridimensionales de circuitos independientes, conectados a unos nódulos inteligentes de toma de datos sobre la velocidad del viento, la fuerza de las olas, temperaturas y otros parámetros del ambiente. Esos nódulos bombean agua o aire para responder a las condiciones ambientales, para mantenerse a flote, resistir el oleaje y sostener en un rango determinado las condiciones del espacio de agua ganado para la ciudad.

Así surge esta propuesta, como una estructura de barrera artificial dentro y sobre el mar que mejora las condiciones de corrientes, vientos, navegabilidad y apropiación de la zona costera. A nivel subacuático se comporta como arrecife coralino y convierte la zona en un microsistema de arrecife. A nivel de superficie genera un espacio natural urbano de mediación entre mar abierto y ciudad. Modifica el emplazamiento dotándolo de vitalidad, con recorridos, activando el lugar. La travesía se aprecia como una nueva experiencia y observatorio del mar.

El silogismo de la hierba

Para la elaboración de este sistema nos hemos servido de una reflexión de Gregory Bateson. En 1980, dicho autor, en una conferencia titulada: "La Metáfora y el Mundo del Proceso Mental", cuestiona el primero de los dos silogismos que a continuación exponemos, que ha sido desde Sócrates considerado por la comunidad científica como el único válido para la observación de la Naturaleza.

El silogismo socrático: Los hombres mueren. Sócrates es hombre. Sócrates muere.

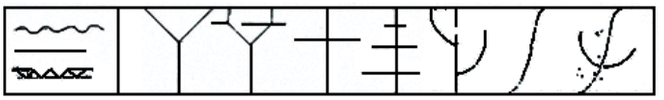
El silogismo de la hierba: La hierba muere. Los hombres mueren. Los hombres son hierba.

Defiende la validez del "silogismo de la hierba", que tiene que ver con estructuras de pensamiento propias de los poetas o de los esquizofrénicos. Se caracteriza en que iguala a los sujetos por identificación de predicados.

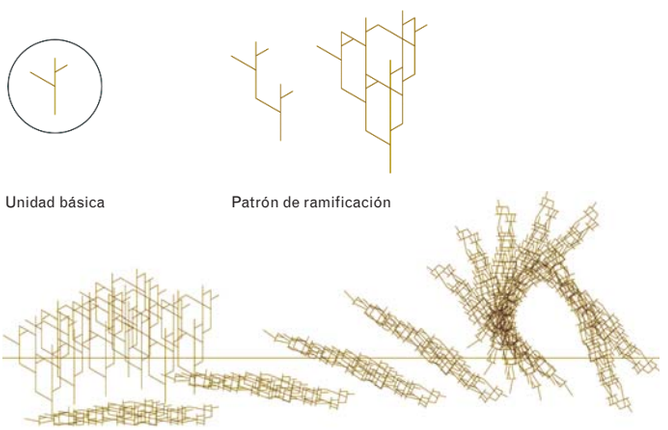
Los predicados, según Bateson, son patrones, el más sencillo de los cuales es el número: las flores tienen cinco pétalos, todas, su patrón numérico es el cinco. La naturaleza se compone a sí misma probablemente con esta lógica, más poética o más esquizofrénica.

Creemos que Louis H. Sullivan en su libro *Un sistema de ornamento arquitectónico acorde con una filosofía de los poderes del hombre* intuía una pertenencia y complicidad con la naturaleza como la que defiende Bateson. Hemos extraído del citado libro estos pensamientos: "Compenetración implica visión exquisita [...] Observar en una fusión de identidades la vida como movimiento por doquier, incesante y silenciosa, abismal en significado, mística...", y en la láminas que incluye el libro añade la nota: "para un conocimiento elemental de la vida vegetal de las plantas, remítase el estudiante a *Gray's School and Field Book of Botany*".

Louis H. Sullivan cuenta con una brillante intuición poética para elaborar su *Un sistema de ornamento arquitectónico acorde con una filosofía de los poderes del hombre*. De forma resumida, su sistema consiste tomar formas geométricas simples, basadas en ejes o polígonos regulares, para llegar a resultados formales complejos mediante la deformación de las figuras iniciales, y la adición de otros elementos.



Ejes con o sin subejes seleccionados al azar. Siempre se supone un eje principal a pesar de lo mucho que pueda ser superado o avasallado por la vitalidad de sus subejes. En ello reside el reto de la imaginación (Louis H. Sullivan, *Un sistema de ornamento arquitectónico*, Lámina VI, 1924



Unidad básica

Patrón de ramificación

Patrón de alineación de formación boscosa

Secuencia lineal

Patrón de rotación en ejes oblicuos

Patrón ornamental

"La forma rígida geométrica es considerada un recipiente de energía, al cual se impone la voluntad germinal y liberadora por la libre opción, inteligencia y habilidad del hombre". A partir de esta estimulante convicción de Sullivan, tomada del libro de referencia, proponemos un método que partiendo de una "forma rígida geométrica", dé como resultado objetos arquitectónicos con la complejidad y libertad del "impulso vital" que los origina.

En un juego anacrónico con Sullivan, la "forma rígida geométrica" la extraemos literalmente de la lámina 5 del citado libro, continuando la serie que reproducimos en imagen. Esta unidad elemental consiste en una figura ramificada en tres ejes no coplanares que son el germen de una estructura arbórea. Su forma lo indica, aunque podría ser una representación esquemática de una figura humana, incluso tiene el tamaño de una persona.

El "impulso vital" se concreta en la replicación del elemento de primer orden y en la disposición geométrica de las agregaciones en mallas espaciales diferentes. Se trata de alineaciones de elementos unidos mediante conexiones en los extremos de las barras. Primero se unen formando elementos casi bidimensionales, como la silueta de una masa boscosa. Este elemento de segundo orden se repite en líneas o rotaciones tridimensionales, siguiendo una geometría de paraboloides hiperbólicos. La superposición e interferencia de estas mallas da lugar a una masa abigarrada de barras sin orden aparente. Esta secuencia acompaña los recorridos en barca y forma un límite que envuelve este fragmento de paisaje marino. La actuación convierte en una tranquila laguna salina a esta porción de océano Atlántico.

Carolina Bechara es arquitecta por la UPB Medellín (1989) y profesora de proyectos de UNISINU Colombia desde 2003. Julio César Moreno es arquitecto por la ETSAM (1994) y profesor de proyectos en la Universidad Pontificia de Salamanca en Madrid desde 2006.
El artículo desarrollado es el resultado del trabajo de investigación dirigido por Juan Ignacio Ábalos y Miguel Kreisler durante el curso "Laboratorio de Técnicas y Paisaje", dentro del programa de doctorado *Teoría y práctica de proyecto* del Departamento de Proyectos de la ETSAM.

Las Torres de Vladimir Shukov: Anatomía arquitectónica

Javier Pérez-Herreras

El título recuperado de Van Doesburg, nos dice que la "idea" de este nuevo concepto estructural quedó olvidada en el desvanecimiento de aquella modernidad europea. Estas pocas líneas quieren recuperar este concepto hegeliano de una modernidad primitiva. Un primitivismo que apela a lo más básico y esencial. Un primitivismo que pretende posibilitar en el proyecto arquitectónico la revelación del concepto-idea que lo genera, frente a la simple intención narrativa de una realidad mediocre que casi siempre lo envuelve y rodea. Descubrimos en las Torres de Vladimir Shukov una de aquellas ricas ideas. Una "idea" que ofrece la alternativa a la masa construida. Torres alámbricas, torres de aire, convertidas en aquel volumen espacial que ya anunciara el mismo Edmund Collein en sus estudios tridimensionales de la Bauhaus de 1928. En las torres de Shukov la estructura se espiritualiza para redoblarse, en palabras de Detleft Marins, en una re-elaboración, re-escritura y re-presentación de sí misma. La nueva estructura transita entonces del fenómeno material a la contemplación de la Idea misma. Con ella un nuevo hombre hace habitación de la Idea, o como en la fotografía de Rodchenko su celoso guardián. Ambicionamos para la "idea", ahora con palabras de Mies, una estructura como la conductora de la fuerza creativa, que ilumina, hace visible y directa las leyes espirituales y físicas de la situación en la cual pensamos y proyectamos. La presencia de esta nueva estructura abandona la simple declaración del hecho constructivo, y con ello de todas las falsas apariencias que las maquillan, en el reconocimiento de la "idea" misma. La representación de las ideas puede entonces ocurrir a través del medio de una nueva realidad empírica, nuestra anatomía arquitectónica. La estructura se convierte entonces en reveladora de la "idea". Descubrimos que quizá la "idea" no puede ser representada en sí misma, pero si habitada. Y es que como dice Walter Benjamín, las ideas son para los objetos como las constelaciones para las estrellas.

Javier Pérez-Herreras dirige, junto a Javier Quintana, Taller Básico de Arquitectura. Es doctor asociado de la UPNa, asesor de la revista *Arquitectura* COAM y actualmente rector de la USJ de Zaragoza

El potencial creativo de la estructura en la arquitectura actual

Alejandro Bernabeu Larena

Introducción

La arquitectura contemporánea goza actualmente de una libertad prácticamente total en la que casi cualquier planteamiento formal puede ser resuelto y construido.

En este contexto surge la cuestión sobre qué papel puede jugar la estructura en la definición y el desarrollo de la arquitectura actual y futura, y sobre si, además de su necesaria función estática y resistente puede desarrollar una función creativa relevante, participando activamente en el proceso de diseño de los proyectos.

El diverso origen de nuevas formas arquitectónicas

En primer lugar, un aspecto que resulta fundamental a la hora de analizar la situación arquitectónica actual y de ponerla en contexto con épocas anteriores, consiste en valorar el diverso origen de nuevas formas estructurales y arquitectónicas.

Así, el desarrollo de nuevas formas en los siglos XIX y XX estuvo íntimamente ligado a la aparición de nuevos materiales y sistemas estructurales, que supusieron una auténtica revolución en el mundo de la arquitectura y la construcción.

La utilización del hierro en el siglo XIX, la invención del hormigón, armado primeramente y pretensado más tarde, y la aparición de materiales como el PVC, el ETFE o el PTFE en el siglo XX, constituyeron el verdadero motor que propició el desarrollo de nuevas formas; desarrollo en el que los ingenieros desempeñaron un papel de gran relevancia.

Contrariamente, el final del siglo XX y el comienzo del XXI han estado marcados por la ausencia de nuevos materiales estructurales de la relevancia y el potencial de los ya existentes, así como por las extraordinarias innovaciones que se han producido en las técnicas auxiliares de proyecto y ejecución, que han hecho posible en la actualidad la resolución de prácticamente cualquier planteamiento formal.

Dentro de este análisis del origen de nuevas formas como consecuencia de la aparición de nuevos materiales, resulta revelador valorar el proceso de asimilación y dominio que éstos siguen habitualmente.

Inicialmente, cuando aparece un nuevo material, las formas y tipologías estructurales que adopta reproducen los sistemas precedentes, característicos de los materiales existentes, sin aprovechar ni expresar las posibilidades que el nuevo material ofrece. Es lo que podríamos denominar una fase inicial de descubrimiento y experimentación del material.

Así, el puente de Coalbrookdale, primer puente metálico construido en el mundo, adopta una tipología de arco como herencia de los puentes de piedra, mientras que sus detalles constructivos recuerdan a la construcción en madera. De la misma manera, los primeros puentes realizados en hormigón armado reproducen las vigas en celosía características de los puentes metálicos.

También en las estructuras de edificación resulta clara esta mimesis inicial con las formas y tipologías precedentes, y los primeros forjados de hormigón armado adoptan sistemas de vigas y pilares que no ofrecen una variación tipológica relevante respecto a los forjados existentes de estructura de madera o metálicos.

Sin embargo, poco a poco, la experimentación con el nuevo material y el aumento del conocimiento y control de sus características y propiedades llevan al planteamiento de nuevas formas y sistemas, acordes con las posibilidades que éste ofrece. Se supera la desorientación inicial y se desarrollan tecnologías apropiadas al nuevo material, logrando la adecuación de materiales, estructuras y formas.

Es en esta fase de conocimiento y madurez donde aparecen nuevas formas y tipologías, que afirman las condiciones intrínsecas y específicas del nuevo material, y tratan de establecer las tipologías resistentes más apropiadas a sus características, con un criterio claro de rigor estructural. Rigor estructural según el cual la forma viene determinada por los esfuerzos a los que se ve sometida la estructura y por la naturaleza de los materiales que la constituyen, y la belleza de la construcción se basa en la depuración de las formas y la optimización de su comportamiento resistente. Es la apoteosis de la forma ingenieril, que se hace patente en proyectos como, por ejemplo, el Frontón de Recoletos de Eduardo Torroja.

Finalmente, el conocimiento y control de las propiedades de los nuevos materiales, y la aceptación e interés por parte de los arquitectos de las posibilidades formales que éstos ofrecen, desembocan en una fase de sobredominio del material.

Esta fase está motivada por las inquietudes formales de los arquitectos, que aprovechan las posibilidades que ofrece el nuevo material, pero proponen formas que se alejan de las derivadas estrictamente de sus propiedades y características intrínsecas, en busca de una plasticidad personal que la forma resistente pura no es capaz de proporcionar.

Así, por ejemplo, a finales de los años cincuenta Eero Saarinen diseña la terminal de la TWA en Nueva York utilizando una lámina de hormigón de geometría compleja, deudora de los desarrollos formales de Torroja, pero cuya geometría se aleja decididamente del rigor estricto de las formas ingenieriles para adoptar una libertad y una plasticidad nuevas.

Y esta nueva libertad formal sugerida por los arquitectos, que se sirve de los nuevos materiales y sistemas pero que no deriva directamente de ellos, constituye el preámbulo de la situación arquitectónica e ingenieril actual.

La libertad arquitectónica actual

La situación arquitectónica y estructural actual está caracterizada por una serie de factores técnicos, económicos y sociales que han modificado radicalmente el contexto en el que se desarrolla el trabajo de ingenieros y arquitectos con respecto a épocas anteriores.

En primer lugar no se ha producido en el final del siglo XX o en el comienzo del XXI la aparición de nuevos materiales o sistemas estructurales de la relevancia y el potencial de los ya existentes, que sean capaces de sugerir el desarrollo de nuevas soluciones formales.

A esta ausencia de nuevos materiales se contrapone sin embargo el intenso desarrollo informático y tecnológico que se ha producido recientemente en la construcción en varios niveles:

Impresionante desarrollo de los sistemas computerizados de representación, cálculo, fabricación y montaje, que ha convertido al ordenador en un potentísimo asistente en la concepción, el análisis y la construcción de propuestas altamente complejas.

Profundización del entendimiento estructural y desarrollo de potentes sistemas de cálculo que permiten resolver con rapidez y precisión problemas de gran dificultad analítica.

Mejora notable de las propiedades y de las características de los materiales clásicos, fundamentalmente en términos de calidad, resistencia, durabilidad, control y condiciones de puesta en obra.

La conjunción de estos factores técnicos ha generado un control de las estructuras sin precedentes, propiciando una situación en la que prácticamente cualquier planteamiento formal puede ser resuelto y construido.

A este dominio técnico de la construcción se une el menor peso que cada día tienen los factores económicos vinculados a la estructura, cuya repercusión es fuertemente decreciente en comparación con otros parámetros como el continuo aumento del valor del suelo edificable o con el coste de otro tipo de operaciones no vinculadas a la construcción, y las demandas de una sociedad que valora en exceso lo novedoso y lo sorprendente.

Los condicionantes estructurales, constructivos y económicos que delimitaron y guiaron el desarrollo arquitectónico en épocas anteriores han quedado actualmente reducidos a límites éticos, mucho más frágiles, subjetivos y abiertos a interpretaciones contrapuestas, situando en ocasiones a los arquitectos en una posición sin precedentes de libertad creativa prácticamente total.

El resultado de esta nueva libertad formal en la arquitectura contemporánea es una gran heterogeneidad de formas y estilos que se suceden vertiginosamente, como queda patente en algunos de los edificios más relevantes de los últimos años, cuyo eclecticismo da muestra del grado de libertad e inquietud actual

Este contexto arquitectónico tiene una repercusión directa en la relación entre la arquitectura y su estructura resistente que se puede concretar en dos aspectos fundamentales:

La escasa restricción formal que suponen actualmente los requisitos estructurales y constructivos, incluso en proyectos de gran envergadura y complejidad, hace que no sea estrictamente necesario tener demasiado en cuenta los condicionantes estructurales a la hora de plantear el diseño del proyecto. El desarrollo formal de la arquitectura actual puede ser, por lo tanto, prácticamente independiente de su soporte resistente.

La ausencia de nuevos materiales y sistemas estructurales relevantes han hecho que la estructura, y con ella los ingenieros, pierdan la preponderancia de la que gozaron en los siglos XIX y XX, en los que el desarrollo de nuevas formas arquitectónicas estuvo fuertemente vinculado a la aparición de nuevos materiales y tipologías estructurales.

Esta situación ofrece sin embargo un campo abierto a los ingenieros, que pueden reaccionar y adoptar una posición creativamente activa, proponiendo nuevos sistemas y estrategias estructurales que permitan guiar la nueva libertad formal adquirida por los arquitectos.

Posibles actitudes del ingeniero estructural

En primer lugar el ingeniero estructural puede adoptar una actitud pasiva a nivel de diseño, aceptando la forma arquitectónica como un enunciado predefinido y limitándose a resolver el problema técnico que se le plantea. Por supuesto, el desarrollo del proyecto hará que determinados aspectos de la propuesta inicial del arquitecto deban ser revisados y ajustados para acomodar la estructura, pero en gran medida el ingeniero permanecerá ajeno a su definición formal.
En este caso, el arquitecto asume la práctica totalidad del diseño del proyecto, mientras que el ingeniero parte de ese diseño y lo interpreta en términos estructurales.

Es importante señalar que este planteamiento es absolutamente válido y puede dar lugar a proyectos de gran acierto y belleza. La estructura es uno de los elementos que pueden ser utilizados como punto de partida para la definición formal del proyecto, pero no es imprescindible que sea así. Así mismo, en muchos de estos casos, la estructura presenta un nivel de complejidad y de responsabilidad que hacen que su diseño y resolución, por parte de ingenieros de gran talento y habilidad, merezcan admiración y respeto. En estos casos, por lo tanto, resulta también absolutamente necesaria una estrecha colaboración entre el arquitecto y el ingeniero, de manera que la estructura sirva de soporte de las ideas del arquitecto y ocupe su lugar en el proyecto de manera coordinada y complementaria.

Un ejemplo, quizás polémico, en este sentido, es el museo Guggenheim de Bilbao, en el que la estructura se subordina a la forma diseñada por el arquitecto. En efecto, la brillante estructura, a pesar de quedar vista en muchos de los espacios, está condicionada y determinada por una forma predefinida que le resulta, en gran medida, ajena. La estructura hace posible el proyecto, pero no influye de manera relevante en el diseño del mismo, que es obra del arquitecto.

Por otra parte, el ingeniero estructural puede adoptar en cambio una actitud activa en el diseño, buscando estrategias y herramientas que permitan que la estructura adquiera una relevancia determinante en la definición formal del proyecto. En este caso la estructura desarrolla, además de su necesaria función de resistencia y estabilidad, una labor compositiva y formal de gran importancia.

Así, al igual que en épocas anteriores el desarrollo de nuevos materiales y sistemas estructurales posibilitó, en manos de ingenieros de talento, la aparición de nuevas formas estructurales y arquitectónicas, el ingeniero actual puede proponer nuevas herramientas de diseño estructural que sean capaces de definir o sugerir conceptos compositivos y formales que determinen, en gran medida, el diseño del proyecto. El ingeniero trasciende entonces su función de asistente técnico del arquitecto, siendo el diseño final del proyecto resultado de un trabajo conjunto que engloba los conceptos formales de ambos, arquitecto e ingeniero estructural.

Potencial creativo de la estructura

A la hora de considerar la influencia que puede tener la estructura en la arquitectura contemporánea y de valorar su potencial como elemento relevante del proceso de diseño, es necesario señalar dos aspectos que definen claramente dónde se sitúa la labor creativa de la estructura y cuál puede ser su aportación al diseño.

En primer lugar, un factor que resulta determinante para considerar la componente creativa de la estructura es la indeterminación del problema estructural. De una manera general, y salvo casos muy particulares, no existe una única solución a una cuestión estructural determinada, sino que para cualquier proyecto existen numerosas estructuras posibles, buenas, malas o indiferentes. Ingeniero y arquitecto deben por lo tanto elegir aquella solución que resulte más adecuada para cada caso concreto, en función de determinados criterios y parámetros. Estos criterios pueden ser técnicos, económicos y constructivos, pero también estéticos, formales y conceptuales. Las estructuras, por lo tanto, no son una ciencia exacta, definida exclusivamente en función de criterios objetivos, sino que la elección de una opción determinada entre las distintas alternativas posibles depende también de criterios subjetivos, haciendo que el trabajo del ingeniero adquiera una dimensión conceptual y creativa fundamental.

Por otra parte, toda estructura tiene un ritmo preciso y determinado, y este ritmo afecta, en mayor o menor medida, al espacio en el que se sitúa, que difícilmente puede mantenerse ajeno o indiferente

a su presencia. La estructura no es por lo tanto un elemento mudo del proyecto, sino que desarrolla necesariamente una función relevante en su configuración espacial.

Así, por ejemplo, en el momento en que partiendo de una distribución uniforme de pilares se altera la posición de alguno de los soportes, el ritmo cambia, y el esquema neutro y monótono inicial se transforma en un ritmo de mayor complejidad y repercusión espacial. Una sencilla alteración de la estructura tiene así consecuencias determinantes en el ritmo que genera y modifica irremediablemente la percepción del espacio en el que se sitúa.

A partir de aquí se puede optar por ignorar esta función configuradora de la estructura, tratando de controlar y minimizar su influencia, o por asumirla, buscando sistemas y recursos que permitan investigar y desarrollar su potencial.

Esta reflexión supone así un cambio radical en el entendimiento conceptual de la estructura: los elementos estructurales no son sólo capaces de garantizar la estabilidad del proyecto, sino que pueden desarrollar una función primordial en la definición del espacio en el que se sitúan.

Considerar la estructura exclusivamente como el conjunto de elementos que constituyen el soporte estático de un edificio supone rechazar su potencial creativo en la arquitectura. Si se concibe, en cambio, la estructura como un elemento activo de la definición del proyecto, los requisitos estructurales dejan de ser considerados como condicionantes molestos que deben ser resueltos sin alterar el diseño arquitectónico, y pasan a ser oportunidades o estímulos a partir de los cuales plantear el desarrollo de la forma y su configuración espacial y compositiva. La estructura es así un requisito del proyecto, pero también una herramienta capaz de contribuir a su diseño.

Conclusión: la colaboración con arquitectos y el reto de los ingenieros estructurales

Para defender y desarrollar este potencial de la estructura como elemento relevante del diseño en la arquitectura contemporánea los ingenieros habrán de proponer nuevos recursos y estrategias de diseño estructural, que ofrezcan una respuesta satisfactoria a las inquietudes arquitectónicas actuales, encauzando y guiando el desarrollo creativo de los proyectos.

El interés de estas estrategias de diseño estructural responde a tres motivaciones principales:

- Ofrecer una mayor integridad conceptual a los proyectos, dotando de rigor y coherencia estructural a las formas de la arquitectura actual. Se busca así evitar situaciones en las que la forma es independiente de su soporte resistente, proyectos en los que los planteamientos arquitectónicos y estructurales responden a motivaciones dispares.
- Desarrollar y proponer herramientas de diseño que permitan abrir nuevas vías de investigación y desarrollo, capaces de sugerir nuevos planteamientos formales y conceptuales, ampliando el abanico de posibilidades proyectuales.
- Recuperar y promover la relevancia de la estructura en el proyecto arquitectónico, explorando y desarrollando su potencial formal, de manera que los ingenieros estructurales sean partícipes del proceso creativo.

El pleno desarrollo de estos planteamientos requiere, sin embargo, una nueva organización del sistema de trabajo y de colaboración de arquitectos e ingenieros, con una implicación más profunda y comprometida de los ingenieros en los procesos de diseño y concepción, y una actitud quizás más integradora de los arquitectos. Una colaboración basada en la comunicación, la confianza, el respeto, la complicidad y el reconocimiento mutuos. Un sistema de trabajo que fomente la complementariedad de las distintas disciplinas implicadas, y que considere el proceso de diseño con un carácter evolutivo e integrador, capaz de valorar los distintos condicionantes y requisitos no como factores problemáticos que pueden pervertir el diseño inicial, sino como oportunidades que pueden hacer que este diseño evolucione y mejore.

Estaremos en este caso en una situación clara de colaboración multiplicadora, en la que a los conceptos e intereses formales del arquitecto se unen los planteamientos y las inquietudes estructurales del ingeniero, para definir conjuntamente un proyecto que es mucho más que la suma de forma y estructura.

Este tipo de colaboración es el que permite afrontar la nueva libertad de la arquitectura contemporánea: con los arquitectos dispuestos a no dejarse cegar por la libertad actual y los ingenieros abiertos y entusiastas a las nuevas experiencias que se plantean

Y éste es el reto que se nos propone a los ingenieros estructurales: ser capaces de desarrollar el potencial creativo de la estructura, de manera que ésta permita orientar la nueva libertad arquitectónica, participando en su desarrollo actual y futuro.

Referencias

a+u. ed. (2006): *Cecil Balmond*. a + u. Architecture and Urbanism, 2006.

Balmond, Cecil (2002): *Informal*. Prestel Verlag, 2002.

Bernabeu Larena, Alejandro (2007): *El diverso origen de nuevas formas estructurales y arquitectónicas: la aparición de nuevos materiales en los siglos XIX y XX frente al desarrollo tecnológico actual*. Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Burgos, 2007: 109-119.

Bernabeu Larena, Alejandro (2008): *Estrategias de diseño estructural en la arquitectura contemporánea. El trabajo de Cecil Balmond*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. UPM, 2008.

Deswarte, Sylvie y Lemoine, Bertrand. ed. (1997): *L'architecture et les ingénieurs. Deux siècles de réalisations*. Groupe Moniteur. Paris, 1997.

Fernández Troyano, Leonardo (1999): *Tierra sobre el agua. Visión histórica universal de los puentes*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, 1999.

Fernández Troyano, Leonardo (2005: "Arquitectos e ingenieros. Historia de una relación". *Revista de Obras Públicas*, nº 3460, noviembre-diciembre 2005: 41-54.

Fournier, Colin (2004): "El amigo alienígena. Kunsthaus Graz". *Pasajes de Arquitectura y Crítica*, nº 56, Abril 2004: 30-37.

Gössel, Peter y Leuthäuser (2005): *Arquitectura del siglo XX*. Taschen, 2005.

Hunt, Anthony (1999): *Tony Hunt's sketchbook*. Architectural Press, Oxford, 1999.

Libeskind, Daniel (2001): *The space of encounter*. Thames & Hudson. Londres, 2001.

Lyall, Sutherland (2002): *Maestros de la estructura. La ingeniería en las edificaciones innovadoras.* Art Blume. Barcelona, 2002.

Macdonald, Angus (1994): *Structure & Architecture*. Architectural Press. Oxford, 2001.

Picon, Antoine ed. (1997): *L'Art de l'Ingénieur. Constructeur, entrepreneur, inventeur*. Editions du Centre Pompidou. París, 1997.

Sasaki, Mutsuro (2005): *Flux structure*. Toto Shuppan. Tokyo, 2005.

Steele, James (2001): *Arquitectura y revolución digital*. Gustavo Gili. Barcelona, 2001.

Torroja Miret, Eduardo (1957): *Razón y ser de los tipos estructurales*. Novena edición. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 1998.

Alejandro Bernabeu Larena es Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Ingénieur des Ponts et Chaussées y director de NB35 Ingeniería.

Una primera versión de este artículo fue publicado en la revista *acies-tructuras*, de la Asociación de Consultores Independientes de Estructuras de Edificación, en Febrero de 2008.

El Nido, por dentro, y en "on"

Manuel Ocaña

Todo el globo conoce *El Nido*. Asistimos este verano a su insuperable poder de comunicación. La hiperdirecta y característica imagen del estadio se ha impreso en logos, camisetas y billetes de banco, y su irónica posibilidad homotética ha permitido escalar el edificio en mesas, lámparas o juguetes. Pudimos ver el edificio desde el aire, como exquisito castillo pirotécnico en la inolvidable ceremonia de inauguración. Y desde tierra, como inconfundible símbolo ultra-arquitectónico de la nueva China, en cualquiera de las impecables retransmisiones televisivas que nos ofrecieron estos últimos juegos.

Mientras los medios de comunicación de todo el planeta mostraron al mundo el magnífico coliseo en posición "on", las publicaciones para arquitectos lo presentan, bien en las imprescindibles fases de construcción, bien en un absoluto "off". Nada nuevo, pocas veces se fotografía un edificio en funcionamiento y con gente. Un registro arquitectónico de un edificio o espacio en "off" tiene consecuencias culturales. Más cuando el fotografiado es un lugar que alberga a miles de usuarios solo en momentos determinados. Las consecuencias pasan por fomentar prejuicios estoico-académicos, como ver en el estadio un ejemplo puramente formal, superficial, de poco calado social. Y por estigmatizar el resultado por su origen metafórico (incluso cuando aquí lo metafórico no es origen sino consecuencia), o su caprichoso, pero siempre presunto, exceso estructural.

Bien, todavía falta un importante registro para entender el verdadero alcance de esta obra. Un registro que no se ha mostrado en las retransmisiones televisivas, aunque si tímidamente en las publicaciones arquitectónicas, pero siempre en "off". Me refiero al vestíbulo infinito de *El Nido*, y en "on".

Las imágenes fueron tomadas 17 de agosto de 2008, durante una jornada de juegos de seis horas de duración. Con Carlos Arroyo atravesé, en vertical y en horizontal, el paradigma del espacio piranesiano: El vestíbulo de *El Nido*. El espacio estaba teñido de distintos colores y marcado con grandes pictogramas para facilitar el reparto de los miles espectadores. Subimos y bajamos asombrados por escaleras entrecruzadas, parando en plataformas panorámicas recordando el protocolo de circulaciones planteado por Hans Scharoum en la filarmónica de Berlín. En una escalera, a 30 metros de altura viendo el sobrevalorado *Watercube*, consideramos que en el "documento proyecto" lo sustancial no serían los planos en papel, sino los protocolos de CAM en soporte informático. Y que Beijing, aporta un capítulo histórico al paradigma de la "no extrusión" en arquitectura con la construcción del CCTV de OMA y este estadio (y, por otro lado, que en China se promocionan artistas como Ai Wei Wei, auque sean contrarios al régimen. Se me ocurre el intencionado eufemismo de "tecnocracia desconsiderada" para definir al régimen Chino).

Al llegar arriba la experiencia se multiplica. Unas "bambalinas", el gigantesco espacio entre la cubierta y el techo del estadio, se desbordan sobre la plataforma superior. De ese espacio horizontal cuelgan, de su poderosa estructura portante, miles de cables tensores, los cientos de desagües de las plementerías translúcidas de la cubierta, y discurren kilómetros de trazados de instalaciones. El espectáculo se ofrece al numeroso público como un sofisticado paisaje desafectado, "dry", crudo y desprejuiciado.

Una atmósfera material referenciable en el "realismo sucio" norteamericano, el movimiento literario que pretende reducir la narración del proyecto a sus elementos y asuntos fundamentales. Algo así como un minimalismo apócrifo.

La tectónica de *El Nido* está radicalmente al servicio de construir una idea, no de representarla. Es sobria, precisa, desengrasada y de una parquedad extrema. Y estratégicamente brillante. El estadio se construye solo con acero, hormigón y pintura. Se puede conjeturar la improbable fortuna que hubiera tenido la obra si se hubiera planteado con una tectónica sofisticada. Cuántos lamentos hemos oído de compañeros que han pretendido construir en la China del XXI como si fuera la Suiza del siglo XX. El hiperactivo sistema socioeconómico chino ofrece al arquitecto contemporáneo un impulso de nuevos bríos en el tradicionalmente aburrido universo arquitectónico. Es el contexto ideal para plantear arquitecturas indeterminadas, definidas por propiedades que sean independientes de su forma o tectónica final. Y H&M lo entendieron muy bien. Al edificio no le pasa nada si está mal acabado, si hay errores de replanteo o se necesitan implementos por nuevas solicitaciones. Nos imaginamos a los jefes de proyecto sistematizando sencillas condiciones dimensionales para el entrelazado estructural del vestíbulo.

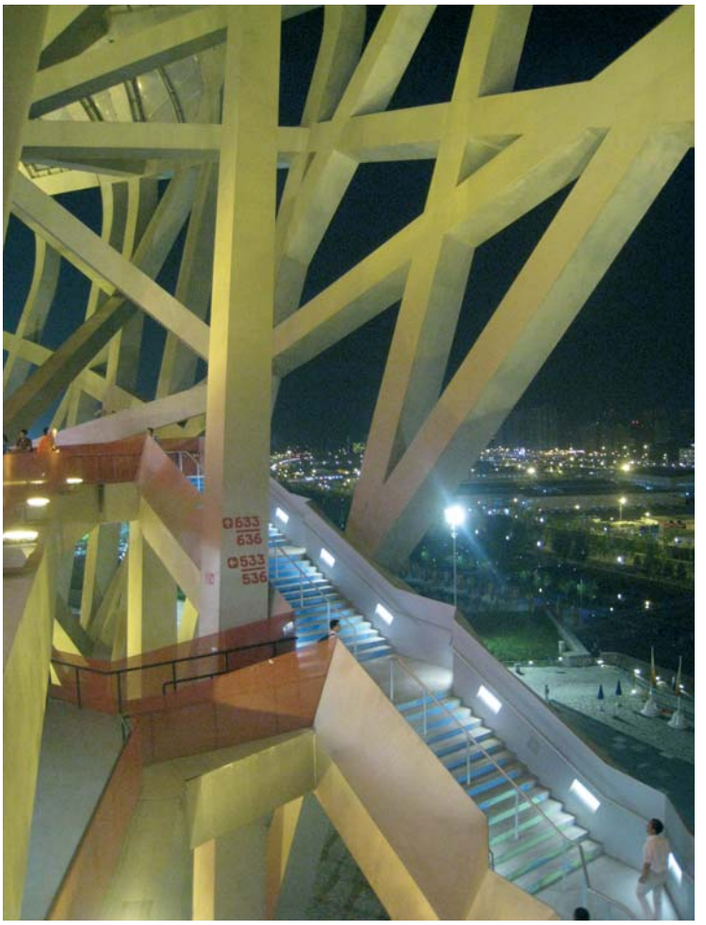
Pero planea la sospecha de si realmente H&M presintieron el resultado espacial de este complejo deambulatorio. La lectura de las memorias de proyecto en dos documentos, entre cuyas publicaciones transcurren los dos años que duró la obra, nos da pistas. En *El Croquis* (nº129-130, págs. 348-352, 2006), la memoria de un proyecto que se está empezando a construir, trata únicamente temas de forma, de estructura y de metáforas.

En *Arquitectura Viva* (nº 118-119, págs. 82-83, septiembre de 2008), con la obra terminada, el texto de H&M marca claramente que el mayor potencial del proyecto está en ese vestíbulo de 12 m de profundidad que es simultáneamente fachada, estructura, elemento decorativo y ámbito público y donde los caminos de acceso se entrecruzan en diagonal y vertical. Además, se autoexculpan de la metáfora. Sospecha resuelta.

La visita resolvió las dudas sobre la calidad de la alta resolución del estadio. Ahora está claro que la imagen del edificio, tanto en alta como en baja resolución, es la que sugiere el sentido profundo de la obra. Herzog & de Meuron sigue siendo una oficina sin conflictos creativos, que manifiesta clara progresión en una carrera que no ha dejado de explorar buscando autorreferencias, sin estancarse en los repertorios y fórmulas que ellos mismos inventaron y que tan bien han funcionado.

Pero lo más importante es que a partir de esta obra se plantea la revisión de una arquitectura que parecía haberse estancado por falta de consenso colectivo. Los espectadores del planeta se han convertido en críticos, han disfrutado y alabado un edificio que vieron en "on". Y los supuestos críticos, esta vez, no tienen más remedio que asentir, porque les ha desautorizado su dependencia al "off".

Manuel Ocaña es Arquitecto, profesor de proyectos en la ETSAM, y desde ahora, fotógrafo profesional



85a MANUEL OCAÑA

85b *El Nido*, por dentro, y en "on"

Noticias del Consejo

Informe de la CNC sobre el sector de Servicios Profesionales y los Colegios Profesionales

El 15 de septiembre la Comisión Nacional de la Competencia (CNC) ha hecho público un informe que analiza los principales problemas para la competencia detectados en el ámbito de los servicios profesionales. El informe se encuadra dentro de loa función de promoción de competencia reforzado por la ley 15/2007, de 3 de julio, de Defensa de la Competencia.

La CNC considera que la transposición de la Directiva de Servicios proporciona el marco ideal para acometer una ambiciosa revisión y mejora de la normativa reguladora de las profesiones tituladas y las profesiones colegiadas.

En respuesta al Informe de la CNC los servicios del Consejo elaboraron un informe que contiene las siguientes conclusiones: el informe no se fundamenta en estudios económicos previos; el informe no tiene en cuenta las posiciones y argumentos de la organización colegial reiteradas en el ámbito nacional y europeo, no profundiza en las diferentes problemáticas y generaliza sus conclusiones a subsectores totalmente diferentes; el informe ignora la jurisprudencia del tribunal de Luxemburgo; el informe no evalúa las regulaciones que ataca en función de su proporcionalidad; el informe ignora la opinión del legislador comunitario sobre los colegios profesionales; el informe desmantela la organización colegial sin apuntar ninguna idea general al respecto.

A su vez el Colegio de León ha elaborado también un informe complementario del anterior en el que se critica además que no se tenga en cuenta el fundamento de la organización colegial española en el artículo 36 de nuestra Constitución y la falta de vigor jurídico al obviar la jurisprudencia del Tribunal Constitucional.

El día 30 de septiembre Unión Profesional convocó una Asamblea Extraordinaria para informar de las actuaciones y novedades desde la salida del Informe de la CNC y para coordinar las acciones necesarias. Durante la sesión se adoptaron las siguientes actuaciones:

- Elaborar un Informe técnico jurídico, bajo la dirección de dos catedráticos de universidad que ya están trabajando en ello con la colaboración del asesor del Consejo Rafael Pellicer.
- Constituir una Comisión Técnica de UP para colaborar en la elaboración del Informe de UP y coordinar las actuaciones futuras, cuando se presenten los Anteproyectos de Ley.
- Insistir en la necesidad de que todos los colectivos profesionales cooperen, mandando sus observaciones y la delimitación sectorial del interés general.
- Pedir un mayor control institucional de las declaraciones a la prensa, para evitar que haya manifestaciones que puedan ser contraproducentes para nuestros intereses;
- La conveniencia de organizar, en el momento oportuno, una conferencia internacional, con la intención de explicar los diferentes modelos existentes en temas relativos a colegiación y regulación profesional.

Juan Navarro Baldeweg. Medalla de Oro de la Arqutiectura 2008

El Jurado del Premio de la Medalla de Oro de la Arquitectura, reunido en el día 10 de septiembre ha concedido dicho galardón en su edición del presente año 2008 al arquitecto Juan Navarro Baldeweg.

El Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España otorga, con carácter bienal, la Medalla de Oro de la Arquitectura, el más preciado galardón de cuantos concede, y que representa el reconocimiento de toda la profesión a la trayectoria profesional realizada a lo largo de la vida del galardonado.

La primera Medalla fue otorgada a S.M. el Rey Don Juan Carlos. La han recibido asimismo, el Aga Khan, y los arquitectos Félix Candela, Josep Lluis Sert, Alejandro de la Sota, Francisco Javier Sáenz de Oiza, el portugués Alvaro Siza Vieira, Francisco de Asís Cabrero, Julio Cano Laso, Oriol Bohigas, José Antonio Corrales, Ramón Vázquez Molezún, Miguel Fisac Serna, Joaquín Vaquero Palacios, Fernando Chueca Goitia, Rafael de la Hoz Arderíus, Antonio Fernández Alba, Luis Peña Ganchegui y Rafael Moneo Vallés.

La concesión de la Medalla de Oro de la Arquitectura Española 2008 al Arquitecto Juan Navarro Baldeweg fue acordada porque asume el lugar y la historia de la arquitectura y responde con una arquitectura escueta que abre caminos. Su trayectoria refleja constancia, renuncias y una atención poliédrica a todas las vertientes de la arquitectura.

Congreso de Arquitectos de España 2009

Fallado el concurso del logotipo para el Congreso de Arquitectos de España 2009

El Jurado, acordó otorgar el primer premio a la propuesta presentada por David Norniella bajo el lema "Ojo Crítico" por su innovador e impactante diseño, que recoge la esencia del lema del Congreso, aunando las miradas de la profesión hacia el pasado y presente mediante la estética de la gafa y la expresión del ojo crítico y comprometido con el mundo y la sociedad. Asimismo se concedieron dos accésit a David Silvosa Rivera, autor de la propuesta "L1N3AS" y a César García López, autor de la propuesta "Sayaka".

Petición abierta de comunicaciones para el Congreso de Arquitectos de España 2009

Para que el Congreso recoja todos los temas que interesan a los arquitectos, se realiza esta petición abierta de comunicaciones. Las propuestas, una vez evaluadas por el Comité Ejecutivo, constituirían la lista de comunicaciones definitivas de los participantes del Congreso y de los Colegios. Se adjuntan las bases.

Nueva fecha límite:
15 de diciembre de 2008.
Más información:
www.congresodearquitectos2009.es

Código Técnico de la Edificación

Publicaciones

Dentro de la colección de Documentos de Aplicación al uso residencial Vivienda (DAV) que edita el Consejo se está elaborando dos nuevas monografías, una, la correspondiente al Documento Básico de Protección frente al Ruido, y otra sobre la Instrucción de Hormigón Armado EHE. Ambas publicaciones, a modo de manual, pretenden facilitar la aplicación de la normativa para edificios de uso residencial vivienda.

Ampliación del plazo de aplicación voluntaria del Documento Básico Protección frente al Ruido DB HR

El pasado 18 de octubre se publicó en el BOE el Real Decreto 1675/2008, de 17 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el Documento Básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Por el cual se aprueba una ampliación de seis meses del periodo transitorio de aplicación voluntaria del DB HR. De este modo, a partir del 24 de abril de 2009 es obligatoria la aplicación del DB HR.
La ampliación ha sido decidida por el Ministerio de Vivienda en atención a las reiteradas demandas del Consejo Superior de Colegios de Arquitectos fundamentadas en informes técnicos. El Ministerio ha considerado oportuno disponer de seis meses más para mejorar la formación de los técnicos que han de aplicar la norma, así como para el perfeccionamiento del catálogo de soluciones constructivas y de las herramientas informáticas para el cumplimiento.

Registro General del CTE

Desde el pasado mes de junio quedó regulado el registro general del documentos del CTE, por lo que el Consejo ha tramitado las solicitudes de Documento Reconocido para todas las monografias DAV publicadas hasta la fecha, los programas informáticos "Comprobar 3", elaborado por el Colegio de Galicia, y "SEM-cal", elaborado por el Colegio de Asturias, así como el modelo de Certificado de Final de Obra, cuya solicitud se ha realizado conjuntamente con el Consejo General de Aparejadores y Arquitectos Técnicos. Actualmente el Ministerio evalúa las solicitudes recibidas para su reconocimiento oficial.

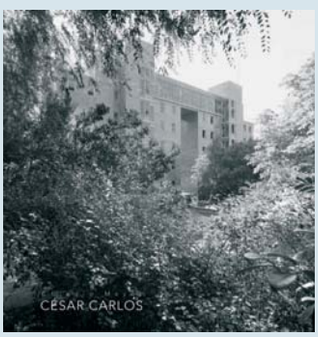
Cursos *on line*

Recordar que están disponibles y abierta su matricula los cursos "*on line*" del CTE .Toda la información se encuentra en la web del CSCAE. Los cursos están organizados en dos niveles, Básico y Avanzado, éste ultimo con la posibilidad de realizarse por módulos independientes correspondientes a cada Documento Básico. Informaros también que se encuentra en elaboración un nuevo curso correspondiente al DB HR, que estará disponible próximamente.

XX Bienal Colombiana de Arquitectura

Los días 1, 2 y 3 de octubre se celebró en Cartagena de Indias (Colombia) la XX Bienal Colombiana de Arquitectura. A su inauguración asistió el Presidente de la República, Álvaro Uribe y los Ministros de Cultura y Vivienda. Contó con la presencia de cerca de 2.000 arquitectos entre los que se encontraban numerosos representantes de organizaciones de arquitectos de países latinoamericanos.
El Presidente del CSCAE asistió en calidad de ponente, invitado por la Sociedad Colombiana de Arquitectura, con dos intervenciones, como coordinador de la mesa redonda "Arquitectura y Palabra" y con la conferencia "Arquitectura Española: Energía Positiva".
Asimismo, asistieron como ponentes invitados los arquitectos José Morales y Sara de Giles y expusieron algunas de sus obras, teniendo una gran acogida por parte de los asistentes.
La arquitectura española tuvo también presencia en la zona de exposiciones con el montaje de la edición reducida de la IX Bienal Española de Arquitectura.
Dentro de las actividades paralelas de la Bienal, se celebró una reunión de los directores de escuelas de arquitectura colombianas, a la que asistió como invitado Guillermo Cabeza, Secretario de la ETS de Arquitectura de Madrid para intercambiar información y experiencias sobre la enseñanza de la arquitectura.
Durante la Bienal se establecieron relaciones bilaterales con las organizaciones iberoamericanas presentes y se aprovechó para dar continuidad al Foro Iberoamericano de Arquitectura.

Colegio Mayor César Carlos



Esta publicación supone la cuarta entrega de la colección de monografías de obras de Alejandro de la Sota editada por la Fundación que lleva su nombre con el apoyo del Area de las Artes del Ayuntamiento de Madrid. Los anteriores números se han dedicado al Poblado de absorción Fuencarral B, al Gimnasio Maravillas y a la Central lechera CLESA. Próximamente se publicará Talleres Aeronáuticos TABSA. En esta monografía dedicada al Colegio Mayor César Carlos se publican por primera vez la memoria y planos del proyecto original de 1963, en el afán de proporcionar un nuevo enfoque a los múltiples análisis que hasta el momento se han realizado de esta obra.
Mientras que en la obra construida, según el proyecto y actualizaciones realizados entre 1968 y 1971, se emplea un revestimiento de plaqueta a modo de piel que envuelve los edificios, en el proyecto original se propone un sistema constructivo de paneles prefabricados de hormigón visto, –en muros y forjados–, "para dar unidad, tranquilidad y belleza a todo el conjunto".
Un planteamiento constructivo que Alejandro de la Sota utiliza por primera vez en el proyecto original del César Carlos y que continuará desarrollando a lo largo de los años sesenta en proyectos como el colegio-residencia en Orense, el conjunto residencial en el Mar Menor o la casa Varela en Villalba.

Buzón CSCAE

Las sugerencias y críticas que los colegiados deseen hacer al Consejo, pueden enviarse a través de la *web*: www.cscae.com.
Los textos enviados no podrán exceder de 15 líneas, siendo imprescindible que estén firmados y que conste el domicilio, teléfono y número de DNI, así como número de colegiado en el Colegio donde residan. El CSCAE se reserva el derecho de publicar total o parcialmente los textos.

Los arquitectos españoles presentan en Australia su mejor arquitectura bioclimática y sostenible

Los arquitectos españoles han vuelto a participar en las conferencias mundiales Sustainable Building que se celebran cada 3 años y que en esta edición han tenido lugar en Melbourne, Australia, del 21 al 25 de septiembre.
En anteriores ediciones el CSCAE y los arquitectos españoles, a través del proyecto Green Building Challenge, integrado por representantes de este Consejo Superior y el Ministerio de Vivienda, han participado activamente en todas las actividades, conferencias y reuniones de Sustainable Building (Oslo 2002 y Tokio 2005), obteniendo unos resultados excelentes y varios premios al trabajo presentado.
En ésta edición el Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España (CSCAE) ha contado con el Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX) para preparar la participación de los arquitectos españoles.
Esta colaboración se ha materializado en un stand expositivo para el que se ha realizado una selección de edificios bioclimáticos y medioambientalmente respetuosos a través de una convocatoria pública difundida por los Colegios de Arquitectos.
Además se ha organizado una Jornada Técnica en paralelo a la celebración de las conferencias en la que varios de los estudios participantes en la exposición han contado de primera mano sus experiencias profesionales.
El programa de la Jornada Técnica ha contado con la intervención de la Consejera Económica y Comercial de la Embajada de España en Sydney y la editora de la revista Architecture Australia como moderadora, además de la participación del arquitecto afincado en Australia, Mick Pearce.
Además IISBE España ha realizado una avaluación medioambiental de cuatro de los edificios con la herramienta SBTool.
Estos resultados se han presentado también en el marco de la participación española en SB08.

Los edificios seleccionados

- Teatro Vícar, Almería: Simone Solinas, Gabriel Verd Gallego, Nicolas Carbajal Ballell.
- Centro de Agroecología "La Rafa", Murcia: Fernando de Retes Aparicio.
- Edificio Atrio. Empresa Municipal de la Vivienda de Rivas-Vaciamadrid: Bibiana Ulanosky y Norberto Beirak.
- Edificio Inakasa 34 Viviendas en Las Palmas de Gran Canaria: Alexis López Acosta y Xavier Iván Díaz Martín.
- 25 Viviendas de Promocion Pública de Alquiler para Jovenes, Barcelona: Rosa Clotet, Joan Llongueras y Marta Pla.
- Rehabilitacion de las Casas Consistoriales de Las Palmas de Gran Canaria: Maria Luisa González García y Jose Antonio Sosa Díaz-Saavedra.
- 38 Pisos tutelados en Palma de Mallorca: Luis Velasco, Gabriel Golomb, Angel Hevia, Ana Garcia y María Antonia Garcias.
- 141 Viviendas VPP-SPT, Parcela 3.13 Carabanchel: Begoña Díaz-Urgorri Emparanza y Thom Mayne.
- Viviendas para jóvenes en Torre Urrutia, Barcelona: Arriola & Fiol.
- 139 Viviendas en Vallecas: Ortiz y León y Feilden, Clegg and Braley.
- Centro de Recursos Ambientales en Valladolid: Julio Grijalba, Alberto Grijalba, Eduardo Carazo, Paloma Gil y Victor Ruiz.
- 88 Viviendas con Proteccion Oficial en Carabanchel: Alejandro Zaera Polo, Farshid Monssavi (FOA Architects).
- ARFRISOL, Fundacion Barredo, Siero, Asturias: Emilio Miguel Mitre y Carlos Expósito Mora (ALIA).
- 55 Viviendas en Bermeo: Ramón Ruiz-Cuevas y Adolfo Moro.
- "La Harmonia" Rehabilitación de un edificio renacentista, L'Hospitalet: Sergio López-Grado Padreny y Ana María Padros Fernández + AIA.
- 62 Viviendas VPP Ensanche de Vallecas: Jorge Javier Camacho Díez, Maria Eugenia Maciá Torregrosa (CMA Arquitectos).

Concurso Sostenibilidad, Innovación y Calidad en la Edificación

El Consejo Superior ha considerado la conveniencia de convocar el concurso SICE08 con el objeto de avanzar en la reflexión arquitectónica sobre la edificación y su responsabilidad en el impacto ambiental de las ciudades. En esta ocasión el enfoque ha estado dirigido al objeto edificatorio con criterios de diseño basados en la calidad, la sostenibilidad, la adecuación y la accesibilidad. Estos proyectos y las reflexiones que se obtengan pueden servir a los legisladores para regular las normativas y ordenanzas y a las administraciones para promocionar formas nuevas de satisfacer el alojamiento y el desarrollo sostenible de las ciudades.
Finalmente, el pasado 22 de octubre se ha celebrado en el CSCAE la reunión del Jurado del concurso SICE08. Este ha estado formado por:

Presidente:
- Sr. D. Carlos Hernández Pezzi, Presidente del CSCAE.

Miembros del Jurado:
- Sra. D.ª Isabel León, Presidenta de ASA.
- Sr. D. Francisco Camino Arias, Coordinador de la Comisión de Medioambiente del CSCAE.
- Sra. Dª. Marta Rodríguez Gironés, con la delegación de voto de D. Gabriel Álvarez Fernández, Secretario General de la FEMP.
- Sr. D. Felipe Pich Aguilera Baurier, arquitecto elegido por concursantes.
- Sr. D. Luis Enrique Miquel Suárez-Inclán, arquitecto elegido por el CSCAE.

Para la elección de los premios sectoriales se unen al Jurado:
- Sr. D. Francisco Cimadevila, Director General, PlasticsEurope Ibérica.
- Sr. D. Nuño Díaz Carazo, Centro de Información del Cobre.
- Sr. D. Miguel Sánchez, Consorcio Termoarcilla.

Como Secretario del Jurado, actúa con voz y voto, el Sr. D. Carlos Vidal Sanz Ceballos, Secretario del CSCAE.
Además, el Comité Científico de SICE que ha estado formado por representantes de las siguientes instituciones:
- Comisión de Medio Ambiente del CSCAE.
- Centros de Asesoramiento Tecnológico de los Colegios de Arquitectos.
- Centro Nacional de Energías Renovables (CENER).
- Instituto Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.
- IISBE España

Este Comité ha dado una primera valoración de los edificios presentados que ha servido de apoyo al Jurado para la deliberación y la toma de decisiones. Finalmente los proyectos premiados han sido los siguientes:

Menciones:
- Casa de Turismo. Estudio urbanístico de las áreas envolventes al mercado municipal.
- Ayuntamiento de Ponte de Lima; del arquitecto Joao Alvaro Rocha.
- Viviendas bioclimáticas de VPO en Bermeo; de los arquitectos Ramón Ruiz Cuevas y Adolfo Moro.
- La Harmonía. Rehabilitación funcional y energética de edificio municipal con alto valor patrimonial en L'Hospitalet; de Sergi López-Grado Padreny.
- Espacio Escénico. Teatro de Vícar, Almería; de los arquitectos Nicolás Carvajal, Simona Solinas y Gabriel Verd.

Tercer Premio:
- Arfrisol Barredo, Siero (Asturias); de ALIA (Arquitectura Energía y Medio Ambiente SL).

Segundo Premio:
- Amanecer Vallecas 7, Parcela 1.42; de Ortiz León Arquitectos SL, con la colaboración de Feilden Clegg Bradley Architects LLP.

Primer Premio:
- Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte en Pontevedra; de los arquitectos Jesús Irisarri Castro y Guadalupe Piñera Manso.

Premio Sectorial al uso del bloque cerámico de arcilla aligerada:
- Vivienda unifamiliar en San Miguel do Campo, Ourense; del arquitecto Fernando Vázquez Fernández.

Premio Sectorial a la mejor idea del uso de materiales plásticos y polímeros:
- Amanecer Vallecas 7, Parcela 1.42; de Ortiz León Arquitectos SL, con la colaboración de Feilden Clegg Bradley Architects LLP.

Premio Sectorial al uso del cobre en la construcción:
- Espacio Escénico, Teatro de Vícar, Almería; de los arquitectos Nicolás Carvajal, Simona Solinas y Gabriel Verd.

Notas de Prensa

Compuesto el jurado de los Premios Lamp Lighting Solutions 2009

LAMP
Córdoba, 16. 08226 Terrassa
Tel. 902 20 40 10 Fax 93 786 15 51
lamp@lamp.es • www.lamp.es

La segunda edición de los premios de iluminación "Lamp Lighting Solutions 2009" cuenta con un prestigioso jurado formado por profesionales de gran reconocimiento en el mundo de la iluminación, la arquitectura, el interiorismo y la prensa especializada del sector.
El jurado está compuesto por:

- Maurici Ginés: Diseñador de iluminación y Presidente del Jurado. Ganador del primer premio en la categoría REAL SOLUTIONS de los "Premios Lamp Lighting Solutions 08" con el proyecto *Exposición Hammershoi y Dreyer en el CCCB.* Autor del proyecto de iluminación de la Torre del Agua en la Expo Zaragoza 2008.
- Carlos Ferrater: Doctorado en Arquitectura, Catedrático de proyectos arquitectónicos de la UPC e investido Doctor Honoris Causa por la Universidad de Trieste.
- Patxi Mangado: Arquitecto y profesor de Proyectos en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra y profesor en la Universidad de Harvard. En 2004 recibió el Premio FAD de Arquitectura por el Auditorio de Navarra y en 2007 el Premio Saloni de Arquitectura por el estadio de Futbol de Pamplona.
- Fernando Salas: Interiorista colaborador de prestigiosos arquitectos como Mariscal, Aguilar, Albors y Canosa en diversas ocasiones. Ha ejercido de docente en las escuelas de Elisava, Eina, Superior de Arquitectura de Barcelona y la Faculté D'Amenagement de Montreal y Universidad de Salamanca.
- Luis Alonso: Prestigioso Arquitecto y Socio Fundador de Alonso-Balaguer y Arquitectos Asociados. Entre otros muchos han diseñado el Hotel Hesperia Tower en l'Hospitalet, los rascacielos de la antigua Repsol en Málaga, o la remodelación de la plaza de toros Las Arenas en Barcelona.
- Francesc Rifé: Interiorista y Diseñador industrial a nivel nacional e internacional. Durante su trayectoria ha ganado varios premios de diseño. También ha sido candidato, en varias ocasiones, para los Premios Nacionales de Diseño y para los premios FAD de Interiorismo. Uno de sus recientes proyectos, Clínica Borrell, obtuvo en Hannover, el premio Contract World.
- Fernando Márquez: Arquitecto y co-director de la revista *El Croquis*, una de las publicaciones de arquitectura de mayor relevancia y prestigio en el mundo.

Estos galardones pretenden seguir potenciando la llamada "Cultura de la Luz" y dar apoyo a los profesionales que trabajan en este campo y que a menudo no son suficientemente valorados.
Los premios constan de 4 categorías:

- Iluminación exterior arquitectural: Proyectos de iluminación para obra exterior realizada como: fachadas, instalaciones deportivas, monumentos, marquesinas, etc.
- Iluminación de interiores: Proyectos de iluminación para espacios de interiores realizados como: retail, restaurantes, museos, salas de exposición, edificios singulares, oficinas, etc.
- Iluminación urbana y paisaje: Proyectos de iluminación para espacios urbanos realizados como: plazas, rotondas, avenidas, calles, parques, puentes, etc.
- Students Proposals: Proyectos de iluminación propuestos por los estudiantes de las distintas carreras del sector. Se aceptan tanto proyectos virtuales como obra realizada. El jurado determinará cuatro obras finalistas para cada categoría y cuatro ganadores.
  Premio Iluminación en arquitectura, 6.000 euros.
  Premio Iluminación de interiores, 6.000 euros.
  Premio Iluminación urbana, 6.000 euros.
  Premio Students Proposals, 3.000 euros.

El mejor proyecto de las 4 categorías propuestas recibirá el galardón "Primer Premio Lamp Lighting Solutions 09" valorado en 9.000 euros (que se añadirán al premio ya recibido).
Pueden participar todos los Lighting Designers, Arquitectos, Interioristas, Ingenieros o estudiantes que han intervenido en el diseño, creación o desarrollo de un proyecto de iluminación. Sin límite de edad y de cualquier nacionalidad y residencia.
Se admite todo tipo de proyecto de iluminación arquitectónica realizado entre el 1 de Enero del año 2007 hasta el 31 de Diciembre del año 2008.
Cada participante puede concursar en todas las categorías, con un máximo de 2 proyectos por categoría. Los participantes deben entregar los proyectos entre el día 1 de Diciembre de 2008 y el 28 de Febrero de 2009.
Cualquier consulta respecto a las bases e inscripciones al premio puede realizarse a través de la web de Lamp o correo electrónico en las siguientes direcciones: www.lamp.es/premios
premios@lamp.es

LAMP S.A.
Desde hace más de 35 años, LAMP, ubicada en Terrassa (Barcelona) encara las necesidades del mercado con una envidiable capacidad de adaptación. Con la facultad de integrarse en todo el proceso arquitectónico, orientan y asesoran técnicamente a arquitectos y prescriptores para encontrar la solución que mejor se adapte a cada proyecto. El hecho de ser fabricantes nacionales, y diseñar, producir y comercializar una amplia gama de productos, les permite gozar de una flexibilidad clave para el excelente desarrollo de cualquier programa arquitectónico. Empresa familiar y con un estilo cercano, Lamp ofrece un trato personalizado al cliente y se involucra totalmente en los proyectos en los que participa proporcionado un servicio integral, innovador y de gran valor estético. El total compromiso con el cliente y la calidad de sus productos, le han permitido establecer una extensa red comercial a nivel mundial con presencia en Europa, Asia y América.

Para más información contactar con:
Gabinete de Prensa Lamp
Passeig de Gràcia, 78. 2º 1ª
08008 Barcelona
Telfs. 93 215 22 24 / 93 215 33 66

Porcelanosa arquitectura

Porcelanosa Grupo presenta un nuevo departamento dirigido al mundo de la arquitectura: Porcelanosa arquitectura. Esta nueva iniciativa nace con el objetivo de cubrir las necesidades técnicas de los profesionales de este campo y mantener una relación directa y fluida con todos ellos.

Porcelanosa arquitectura integrará un equipo de trabajo dedicado a organizar jornadas técnicas y conferencias; participar en publicaciones especializadas; compartir nuevas y rápidas herramientas para confeccionar presupuestos, etc.

En definitiva, Porcelanosa arquitectura pondrá a disposición de los profesionales del sector una serie de métodos y acciones especiales que facilitarán, tanto su labor, como una más estrecha y fructífera colaboración con todas las empresas que conforman Porcelanosa Grupo.

Arquinex

Arquinex en este último año, está invirtiendo en seguridad y fiabilidad de su sistema. Hemos incorporado sistemas de almacenamiento y servidores de respaldo. Gracias a esta nueva configuración de los sistemas podemos ofrecer 250 MB de capacidad de correo electrónico y cuentas ilimitadas por la cuota inicial de 35,50 + IVA. También recordamos que además de alojar vuestras páginas *web* en Arquinex, podéis a través del Navegador de Internet consultar vuestro correo mediante el *web mail* de Arquinex, en la dirección http://mail.arquinex.es

Cronología CSCAE

11 de septiembre de 2008
Grupo de Trabajo para analizar las nuevas circunstancias que afectan a la profesión

12 de septiembre de 2008
Reunión Junta Directiva ASA e ISBEE España

16 de septiembre de 2008
Reunión con Aparejadores e Ingenieros de Caminos sobre la Transposición de la Directiva de Servicios

16 de septiembre de 2008
Comisión CTE. Foro de la Edificación

17 de septiembre de 2008
Grupo de trabajo de Sistemas de Información sobre Costes

Comisión de Formación y Ejercicio Profesional

17 de septiembre de 2008
Comisión del Patrimonio Histórico

Comisión de Urbanismo, Vivienda y Ciudad

Reunión del Jurado del Concurso Logotipo del Congreso de Arquitectos de España

17 de septiembre de 2008
Reunión con los Patrocinadores del Congreso de Arquitectos de España 2009

18 de septiembre de 2008
Pleno del CSCAE

Rueda de Prensa

25 de septiembre de 2008
Censura de Cuentas CSCAE-COA Murcia

30 de septiembre de 2008
Grupo de Trabajo CAT

Reunión de Secretarios COAS-CSCAE

8 de octubre de 2008
Grupo de Trabajo CAT

14 de octubre de 2008
Jornada CSCAE-ICEX. Oportunidades del sector de la Arquitectura en Estocolmo

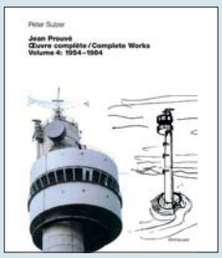
22 de octubre de 2008
Entrega del Primer Premio del Concurso Logotipo Congreso de Arquitectos España

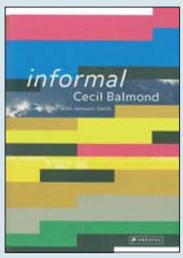
Octubre de 2008
Stand España SB08

Exposición IX Bienal de Arquitectura Española en la Bienal Colombiana de Arquitectura

Participación de la delegación de España en la Bienal Colombiana de Arquitectura

Publicaciones





1 2 3 4 5 6 7

1

VVAA
The Public Chance

Editorial a+t
419 páginas, 24.5 x 37.5 cm
Cubierta dura

The Public Chance es un análisis visual de 30 paisajes urbanos situados en escenarios de oportunidad. Los proyectos seleccionados se agrupan según el escenario de origen –zonas industriales, vacíos periféricos, infraestructuras o bordes de agua– y se someten a un análisis por capas: agua, vegetación, edificios, recorridos, estancias y actividades. De la comparación entre todos los proyectos, surgen 20 estrategias como respuesta a la preocupación por el buen uso y el diseño del espacio común.

2

Mutsuro Sasaki
Morphogenesis of the Flux Structure

AA Publications
111 páginas, 15 x 22 cm
Cubierta blanda

"Tengo claro que mi discurso arquitectónico se vio instantáneamente alterado desde nuestro compromiso laboral en Sendai" (Toyo Ito a Mutsuro Sasaki).
Esta cita evidencia la excepcional naturaleza del trabajo de Mutsuro Sasaki y su influencia en la arquitectura. Sasaki propone nada menos que una revolución ingenieril –una vuelta de tuerca a los métodos empíricos tradicionales en favor de nuevos medios de análisis formal que hacen uso de los principios de la evolución y de los sistemas autoorganizativos de los seres vivos, contemplados desde la perspectiva de la ingeniería, con el fin de generar estructuras racionales mediante procedimientos informáticos. La arquitectura resultante fluye y se derrite en términos estructurales– es "estructura fluida".
Esta publicación describe la morfogénesis del concepto de la "estructura fluida" a través de cuatro proyectos –el Island City Central Park y el Crematorio de Kakamigahara (con Toyo Ito) y el Centro de Convenciones de Doha y la Nueva Estación de Florencia (con Arata Isozaki).

3

Josep Lluis Mateo
Global Housing Projects

Editorial ACTAR
255 páginas, 17 x 22.5 cm
Cubierta dura

El mundo se está fusionando en un solo sistema global de mercancías, gente e información. Este libro exploral los fenómenos sociales, culturales y económicos de la globalizaciónl desde el punto de vista de la vivienda.l La cátedra de Arquitectura y Diseño de la ETH de Zúrich examina los últimos 25 años de evolución de la vivienda. Este libro ofrece un criticismo histórico con los proyectos como protagonistas. Las tipologías de vivienda se han escogido como prototipos arquitectónicos contemporáneos. La selección de proyectos muestra los proyectos de viviendas más innovadoras e influyentes para proponer nuevas e importantes pautas para la arquitectura doméstica.

4

José María de Lapuerta
Manual de Vivienda Colectiva

Editorial ACTAR
223 páginas, 16 x 23 cm
Cubierta blanda

A partir del curso sobre Vivienda Colectiva de la Escuela Técnica de Arquitectura de Madrid, en 2006 surge una revisión general de algunas cuestiones esenciales que afectan al diálogo y la pedagogía de la vivienda. Basado en una serie de talleres dirigidos por las figuras más relevantes y capaces de determinar el carácter de la vivienda europea, *Manual de Vivienda Colectiva* explora los orígenes, conceptos y diseño de la vivienda colectiva desde el punto de vista profesional y académico. Se trata de una guía para abordar los cambios, presiones y preocupaciones que influyen en la realización de tales proyectos. Los trabajos que surgen de la colaboración entre profesores y estudiantes, práctica y estudio, iluminan nuevas vías de pensamiento y materialización, convirtiendo este compendio en una valiosa aportación al progreso continuado de la vivienda.

5

Peter Sulzer
Jean Prouve Complete Works volume 4: 1954-1984

Editorial Birkhäuser
334 páginas, 24.5 x 30.5 cm
Cubierta dura

Jean Prouvé (1901-1984) es mundialmente reconocido como uno de los más extraordinarios ingenieros del Siglo XX. Sus construcciones e invenciones en los campos de la industria, la prefabricación y el uso de nuevos materiales como el aluminio y el acero corrugado, junto con sus esquemas de diseño, son de gran influencia para ingenieros y arquitectos en la actualidad. El cuarto volumen de las Obras Completas revisa el período creatico de Prouvé ente los años 1954 y 1984 a través de 200 proyectos, entre los que destacan grandes obras como los espacios expositivos Alpexpo en Grenoble, las estaciones de reportaje de Total, los muros cortina –como el de la Frei Universität de Berlín o el de la Escuela de Medicina de la universidad Erasmus en Rótterdam– y su último trabajo, la torre-radar en Ouessant. De 1957 a 1970, Prouvé fue, además, profesor en el Conservatoire National des Arts et Métiers de París.

6

Cecil Balmond con Januzzi Smith
Informal

Editorial Prestel
400 páginas, 11.5 x 18.5 cm
Cubierta blanda

Cecil Balmond es uno de los ingenieros de estructuras más influyentes de la actualidad. Su línea de pensamiento trasciende de lo puramente técnico, reformulando el entendimiento de las relaciones entre arquitectura e ingeniería. El libro enuncia un manifiesto a través del estudio de ocho proyectos que implementan soluciones paradigmáticas en colaboración con arquitectos como Rem Koolhaas, Ben van Berkel, Álvaro Siza, Daniel Libeskind o Peter Kulka y Ulrich Königs. Incluye prólogos de Charles Jencks y del propio Koolhaas.

7

VVAA
CON-TEXTOS 2008

Ediciones UCJC
127 páginas, 16.5 x 24 cm
Cubierta blanda

CON-TEXTOS es un ciclo de conferencias en el que la acción teórica y práctica de la arquitectura se nutre de otras disciplinas paralelas. En el año 2008 y bajo el hilo conductor de la energía, cuatro invitados construirán sus contextos de acción. A modo de preámbulo, otros cuatro *metainvitados* escribirán un texto de apoyo que introducirá el contexto planteado, lo que permitirá a los asistentes centrar el contenido y plantear reflexiones maduradas que harán derivar la sesión. La presente publicación recopila una serie de textos como resultado del ciclo de conferencias CON-TECTOS 2008, celebrado en el salón de actos de la Fundación Arquitectura COAM y organizado por la Escuela Superior de Arquitectura y Tecnología (Universidad Camilo José Cela).

El Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España

pone a tu disposicion

Cursos de Formación online sobre el CTE

➡ Dirigido a:

Aquellos Arquitectos interesados en conocer los principales cambios que introduce el CTE, tanto en los aspectos constructivos y de ejecución, como de proyecto.

➡ Objetivo de los cursos:

Es ofrecer al alumno una visión general de las exigencias que deben cumplir los edificios y sus instalaciones y que quedan establecidas en los diferentes Documentos Básicos del CTE.

➡ Calendario:

A partir de la recepción de las claves de acceso a la plataforma el alumno dispondrá de 3 meses para la realización del curso básico y de 5 meses para la realización del curso avanzado.

Inscripciones:

En la página principal de la web del Consejo:
Www.cscae.com

Organizado por:

CSCAE www.cscae.com

MINISTERIO DE VIVIENDA

Curso realizado a través de la plataforma form@con del **Instituto de la Construcción de Castilla y León - ICCL**

Tarifas:	Arquitectos Colegiados	Arquitectos no colegiados
Curso nivel Básico	180 €	288 €
Curso nivel Avanzado	450 €	720 €
Curso por cada Documento Básico del Nivel Avanzado	150 €	240 €