

# *La arquitectura innovadora*

de Santiago Calatrava

---

*Maria Aguirre Gil*

## INTRODUCCIÓN

Su formación como arquitecto en Valencia, España, y la alta especialización en Ingeniería de Obras y Construcciones en Zurich, Suiza, con obtención de un Doctorado, dieron a Santiago Calatrava la capacidad de introducir nuevas ideas en el diseño y nuevas metodologías constructivas en la estructuración de sus proyectos. Su vuelo tecnológico y progresista no carece de alusiones artísticas de inclinación personal, que lo llevan a proponer estructuras zoomorfas para rememorar un pasado Romántico, de tendencias corpóreas con elementos que estilizan huesos y picos de animales. La presencia de lo heterodoxo se muestra en la yuxtaposición y combinación de materiales de tal manera que en una construcción se pueden encontrar elementos de piedra, hormigón, acero, lámina perforada o acanalada, cristal y madera. Los voladizos bi o tridimensionales son característicos de la arquitectura de Calatrava. Los elementos de acero o de aluminio se articulan en forma compleja y precisa. Se pueden observar brazos en voladizo con filigranas artísticas o brazos revestidos que ofrecen un equilibrio cercano a la inestabilidad estructural, los cuales muestran un efecto particularmente atractivo.

Cejka<sup>1</sup> presenta el proyecto de la estación de tren Bahnhof Stadelhofen en Zurich, Suiza, 1985-1990, como una afinada obra en un terreno de difícil topografía en la que logra un efecto escultórico. Los elementos presentes en el proyecto se repiten, se refinan y se combi-

nan en otros proyectos en los que se observan contornos de formas orgánicas, vegetales o animales, en los que grandes pilares inclinados sostienen una construcción volátil mediante tensores de acero que para unos evocan la estructura, para otros las cuerdas de un arpa y para otros más, formas semejantes a las del Parque Güell de Barcelona. Los puentes de Calatrava, presentes en todo el globo terrestre, han enaltecido una estética con dos pilares, construidos con muy alta tecnología ofreciendo un arte de alusiones corpóreas. La excelsa combinación de estas características expresa de la mejor manera la síntesis brindada por Calatrava. Enlaza sus puentes y torres con esquemas del cuerpo humano, sus esculturas de formas geométricas están motivadas en el equilibrio de las tensiones y en el dinamismo del movimiento. Su obra se ubica en el campo de superposición del arte, la arquitectura y la ingeniería. Calatrava es una de las figuras más destacadas de una generación de arquitectos que dejará su clara huella en el desarrollo de la arquitectura.

## APROXIMACIÓN A LA ARQUITECTURA TÉCNICA

Calatrava no sólo se dedica a resolver problemas técnicos, sino que trata de desarrollar un lenguaje formal basado en conocimientos técnicos. Calatrava se distingue tanto que ya forma parte del patrimonio más destacado de la ingeniería del siglo XX, según indica McQuaid<sup>2</sup>. Calatrava da pasos adelante respecto a los representantes de la generación previa de arquitectos. Robert Maillart, Pier Luigi Nervi, Eduardo Torroja y Félix Candela, con sus superficies alabeadas, sus conchas, sus elementos estructurales en exposición natural, confluyen en Calatrava que considera la ingeniería como el arte de lo posible.

Los puentes de Calatrava son muy distintos que los puentes de Maillart; éstos se ubican en bellos escenarios mientras que aquéllos se encuentran generalmente en las periferias de las ciudades y a menudo en terrenos escarpados. Las cáscaras de Candela, que formaban estructuras de láminas de hormigón con formas de paraboloides hiperbólicos y las estructuras orgánicas del Torroja, claramente influenciadas por las formas de Gaudí, tuvieron un impacto importante en la formación del acervo cultural de Calatrava sobre quien también influyó tanto su padre Julio González como su abuelo, quienes trabajaron el metal para Gaudí, en el Parque Güell de Barcelona.

Nervi<sup>3</sup> intervino en Harvard, 1961, para señalar lo que ocurre con la atracción de nuevas formas como las que posteriormente desarrollaría Calatrava: la admiración que despiertan algunas formas provenientes del

mundo físico puede producir la satisfacción que se encuentra en formas naturales como las flores, las plantas o los animales. La característica común es la pureza de las líneas y formas que pueden representarse por esquemas de cuerpos etéreos, prestos a levantar el vuelo ante el asombro del espectador.

Calatrava permaneció en Zurich al terminar sus estudios doctorales. Ya en 1982 ganó el concurso para la nueva Estación de Ferrocarril de Stadelhofen, el cual se completó en 1990 bajo la óptica de un proyecto urbano que plantea la restauración de la trama urbana de Zurich. La estación muestra un gran impacto radical, arquitectónico y de ingeniería, que contrasta con una disposición moderada y comedida. Pero se proyectaron diversos accesos y puentes a diferentes niveles, así como jardines interiores que establecen una red armónica. El propósito del arquitecto fue el de preservar los edificios antiguos que le dan el sentido de unidad y autenticidad. El proyecto de Calatrava es el primer proyecto a gran escala que se inserta en la trama de Zurich con un diseño innovador que ha enaltecido tanto a la ciudad como al arquitecto. La estación se caracteriza por mostrar una elocuente unidad orgánica que se ubica en el flanco de una colina. El monstruo de hormigón en forma de costillas genera una jerarquía de espacios y formas que atraen la luz e invitan a la lectura e interpretación de las claves arquitectónicas. Calatrava confesó respecto a la estación de Stadelhofen, como constata Jodidio<sup>4</sup>, que «En realidad, lo que estaba buscando es lo que yo denominé dialéctica de la transgresión, que se basa en el lenguaje formal de las estructuras... serie de pilares inclinados... articulados como los dedos de una mano».

Sus proyectos de estaciones de ferrocarril se distinguen por el tratamiento orgánico de los espacios y por sus esbeltas estructuras que combinan el uso del acero y del hormigón para ofrecer una sensación de seguridad y de liviandad. Calatrava ha estado trabajando en proyecto para las estaciones de ferrocarril de Lisboa y Lieja, y previamente, entre 1989 y 1994, Calatrava logra un admirable realce internacional con el terminal del TGV en Lyon-Satolas, Francia, con 5.600 m<sup>2</sup> en un lugar donde confluyen el ferrocarril, el terminal aéreo y el servicio de automóviles y colectivos urbanos. La forma del complejo es la de un pájaro en pleno vuelo, de cierta semejanza con el TWA Terminal del Aeropuerto Kennedy (1957-1962). La planta también evoca la forma del pez manta raya. Sin embargo, cuando Calatrava evoca formas de aves o de peces, no imita la perfección de la naturaleza, ni busca metáforas, según sus propias palabras, «sino en los estudios previos que a veces llamo esculturas<sup>5</sup>». De hecho, el proyecto del Terminal Lyon-Satolas no tiene su origen en la metáfora del pájaro sino en el estudio del ojo humano y su párpado, que repetidamente constituye motivo de inspiración para

Calatrava. Diversas estructuras que semejan formas orgánicas vivas tienen su origen en cálculos exactos de distribución de esfuerzos y fuerzas. En el terminal de Satolas, la estructura cuyas directrices confluyen en una especie de pico de pájaro, es el resultado de las complejas distribuciones de esfuerzos y fuerzas que tienen un punto de confluencia donde se concentran todas las fuerzas y se anulan los momentos. Calatrava emplea sus esculturas para generar un efecto estético, como punto de partida, a un soporte orgánico mediante livianas estructuras como en su reciente proyecto para la Estación del TGV de Lieja. Calatrava transgrede cuando presenta una estación de tren que en lugar de mostrar una fachada tradicional, exhibe ventanales amplios con marquesinas que se proyectan en la plaza frontal. El proyecto de Calatrava para la estación de Lieja, busca la aceptación, en primer lugar de los visitantes y viajeros, mediante una solución doble. Calatrava busca la transgresión, así la Estación de Lieja parece dispuesta como una fachada al observador que se acerca a la estación para encontrar una plaza que expresa una ausencia esencial. El minimalismo logrado hace que la Estación de Lieja esté estrechamente vinculada a los puentes de Calatrava.

Calatrava muestra plenamente la sencillez matemática de sus puentes, contrapuesta a las características complejas de sus construcciones de mayores dimensiones que pueden exhibir un carácter antropomorfo. En los puentes, el tablero, su soporte y las bases representan, en general, cada una, un tercio del costo del puente. Así, el margen para el aporte de ingenieros y arquitectos es bastante limitado. Depende de la capacidad y talento del arquitecto conseguir un resultado innovador, atractivo y que sea del gusto tanto de artistas como de profesionales y especialmente de la gente común.

## PUENTES Y TORRES DE CALATRAVA

Los puentes tienen, en general, significados específicos. Los puentes del siglo XIX y de comienzos del siglo XX, muestran representaciones simbólicas. Unos estaban recubiertos de piedra mientras que otros exhibían esculturas como leones o barandillas de alto valor artesanal. El diseño funcional surge en la cuarta década del siglo XX cuando, durante la Segunda Guerra Mundial, se requería reconstruir innumerables puentes. Por necesidad, se implanta la tendencia de diseño funcional, simple y económico. Calatrava señala que la etapa del diseño funcional de los puentes ya está superada e indica que se debe redescubrir el potencial propio de los puentes. Así como los puentes históricos de Florencia, Venecia o París, por citar algunos, contribuyeron en forma notoria a darles su imagen propia, también es evidente

su contribución a dar un sentido de permanencia a la ciudad, a través de íconos reconocibles por los ciudadanos y en los cuales ellos se pueden identificar. Calatrava precisa que en el diseño del nuevo puente transgresor, un simple gesto puede transformar la naturaleza y crear orden en la conducta humana.

En el Puente del Alamillo y el Viaducto de la Cartuja en Sevilla, España (1987-1992), se impone un mástil de 142 m., con una inclinación de 58°, del cual parten tensores equidistantes, para crear una de las construcciones más emblemáticas de la Expo 92 de Sevilla. El puente, de 200 m. de longitud está sostenido por 13 pares de cables que parten de un mástil de acero relleno de hormigón que sirve de contrapeso a la carga del puente.

El Puente del Jaramillo surge de una depuración progresiva que desarrolló Calatrava, a partir de la escultura «Torso en Movimiento» que él mismo había desarrollado en 1986. La escultura se inspira en las fuerzas y tensiones de un cuerpo en movimiento. El torso está representado por un conjunto de cubos de mármol ubicados unos sobre otros, los cuales se mantienen en equilibrio por la acción de un cable tensado. La obra trae a la memoria el «estilo verdadero» de Nervi<sup>6</sup>. El puente fue tan innovador en el uso de los elementos estructurales que algunos ingenieros notables contrataron a una firma de ingeniería computacional para que rehiciera los cálculos y encontrara las fallas que debía mostrar, según los ingenieros. Lejos de mostrar fallas, el puente adquirió notoriedad e inspiró otras variantes del mástil inclinado.

La apreciación de la belleza de un puente ocurre en un proceso intuitivo. En primer término cuenta el sitio de ubicación. Debe tenerse en consideración si es posible diseñar el arco que se requiere para transportar las cargas a las fundaciones. La selección de los materiales, acero, hormigón, o una combinación de ambos, está determinada por las circunstancias locales y por el presupuesto disponible. A partir de estos elementos, Calatrava empieza a generar formas y a eliminar algunas estructuras posibles. Entonces comienza a tomar forma el tipo de puente y el impacto sobre el ambiente del entorno. Luego es necesario realizar los cálculos tridimensionales, con programas de computadoras muy potentes, para determinar si el diseño es viable o si requiere algunos ajustes estructurales. Las matemáticas de Calatrava, aplicadas a la naturaleza, le permiten avanzar cada vez más en el conocimiento del comportamiento de la naturaleza y sus fuerzas. En Bilbao, España, Calatrava desarrolló la Pasarela del Campo Volantín, entre 1990 y 1998, en un gran proyecto de revitalización de espacios urbanos industriales y de viviendas degradadas. Pasa sobre la ría de Bilbao, partiendo del casco urbano para llegar a la zona industrial degradada de Urbitarte. Su forma es parte del

principio del arco inclinado. El arco parabólico inclinado de Bilbao tiene 71 m y sostiene la pasarela curva de inspiración libre, pero en armonía con el resto del puente.

La ciudad de Bilbao ha manifestado una voluntad de progreso extraordinaria. No sólo es el puente de Calatrava. La administración municipal, que en la última década aprobó la construcción de una línea del metro diseñado por Sir Norman Foster y el Museo Guggenheim construido por Frank O'Gehry, muestran las ambiciones concretadas en forma espléndida por la ciudad vasca. A todos estos proyectos emblemáticos debe agregarse la ampliación del aeropuerto de Bilbao, en Sondica, al cual se incorpora una nueva Torre de Control (1993-1996) de 42 m de altura, según la forma de un cono truncado invertido que ofrece una sala de control de amplia vista panorámica. Esta torre es un ejemplo plenamente logrado de otra de las áreas de interés de Calatrava: las torres. Entre éstas, no se puede dejar de mencionar la Torre de Comunicaciones de Montjuic en Barcelona (1989-1992), construida con motivo de los Juegos Olímpicos de Barcelona, Fig. 1. Más que una torre, el cuerpo que se eleva 130 m de altura y presenta un fuste inclinado, semeja una jabalina. En los primeros bocetos, el diseño vertical «se inspira en una figura humana arrodillada»<sup>7</sup>. Esta torre ofrece diversas lecturas, desde la hipótesis de que hace alegoría a símbolos masónicos a la afirmación de Calatrava de que está inspirada en el ojo humano. En verdad la torre de Montjuic tiene diversos significados. En un catálogo de la exposición que se efectuó en 1993, se señala que la torre simboliza el ritual de los juegos olímpicos. A pesar de que parece desafiar las leyes de la estática, el centro de gravedad coincide en la base, con la proyección vertical de su peso muerto. El fuste de la torre actúa como reloj de sol que proyecta la sombra sobre la plataforma al pie de las escaleras.

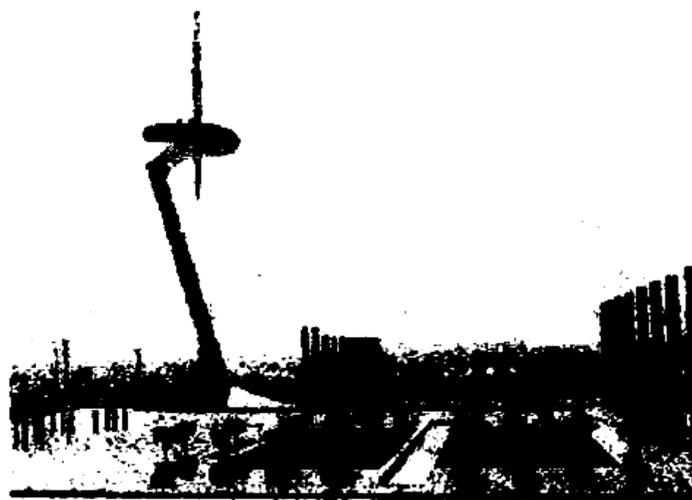


Fig 1. Antena de Telecomunicaciones en Montjuic, Barcelona.

## PROYECTOS NO CONSTRUIDOS

Calatrava diseñó en 1991 una torre de 382 m, que no se llegó a construir, para la ciudad de Valencia, España, con la cual obtuvo el primer premio en el concurso. Calatrava como todo arquitecto activo que participa en numerosos concursos tiene varios proyectos sin construir. Entre ellos se cuenta su propuesta para el Parlamento Alemán en el Reichstag en Berlín, 1992. El Reichstag fue construido al este de la Königsplatz a partir de 1871 bajo la consecutiva dirección de tres arquitectos. Desde 1931 el Reichstag permaneció en ruinas, hasta que en 1991 se decidió la transformación del Reichstag en el Bundestag. El proyecto de Calatrava consideraba una cubierta muy fina con una membrana compuesta por perfiles ligeros de acero que parecían estar tensados desde su interior por una malla de cables, «Mi intención era hacer la construcción lo más ligera posible, más fina y más transparente posible, empleando los medios más modernos posibles»<sup>8</sup>. Calatrava dio un paso trascendental al proponer una cúpula de vidrio en el concurso para reformar el Reichstag de Berlín, Alemania. Los cuatro paños que compondrían la cúpula se abrirían y cerrarían como los pétalos de una flor que nace en el edificio del parlamento. Además, el proyecto incrementaría la capacidad de la cámara, brindando funcionalidad interna.

La cúpula provocó una controversia y la modificación de condiciones y requerimientos que exigieron la modificación de las proposiciones originales. La Comisión de Urbanismo del Parlamento acordó encargar la construcción de la cúpula del Bundestag a Norman Foster, quien llevó a cabo su misión no sin escapar a la crítica de que su segundo proyecto tenía mucha similitud con el primero de Calatrava.

Calatrava ganó el concurso para otro proyecto no construido, el de la Catedral de St. John the Divine en Nueva York, 1991. El monumento original en Manhattan fue construido en 1892 y luego fue transformado en gótico para constituir la mayor iglesia neogótica del mundo. Calatrava incorporó elementos estructurales de apariencia arbórea para crear un bio-refugio a 55 m sobre el nivel del templo. Como las iglesias góticas, en general, se inspiran en la estructura y forma del árbol, Calatrava añadió un jardín en las alturas, por medio del follaje de los árboles metafóricos. En este proyecto, prolijamente ilustrado con dibujos y maquetas, el autor se sumerge en la búsqueda de un significado profundo de la arquitectura contemporánea. La investigación se extiende no sólo a las soluciones funcionales, sino, también, a las razones conceptuales en las que basa su arquitectura.

## EQUILIBRIO, CINETISMO E INNOVACIÓN ESTRUCTURAL

En el contexto de la arquitectura de Miguel Angel, James S. Ackerman relaciona la arquitectura cinética con la teoría de las proporciones del cuerpo humano. Miguel Angel<sup>9</sup> incorpora el equilibrio de fuerzas dado por el juego de los músculos y la dinámica del movimiento. La cúpula de San Pedro podría considerarse virtualmente dinámica en relación con las versiones previas de tipo estático propuesta por Bramante. La Cúpula de San Pedro aún puede aparecer pesada ante la levedad de las estructuras de Calatrava. Pero Calatrava no surge espontáneamente, Christian Menn, profesor de Calatrava en la Escuela Politécnica de Zurich (ETH), había construido el puente del Ganter, próximo al paso del Simplón en el cual se persiguió la organización del flujo de fuerzas dentro de una globalidad estructural. El flujo de fuerzas debe ser canalizado en la forma más eficiente desde los centros de gravedad de las cargas estáticas y dinámicas hasta las bases de las edificaciones. Menn señalaba que usualmente el camino más corto en el traslado de las fuerzas es también el más económico y normalmente ocasiona el menor uso de material. Las propuestas de Menn y Calatrava enfrentan la monotonía de los años sesenta en los que predominaron los puentes elementales de vigas pretensadas.

Aunque el flujo estructural equilibrado ha dado lugar a formas innovadoras de base objetiva, debe reconocerse que con criterios subjetivos también se pueden generar formas ingenieriles válidas en la creación de casos absurdos para desarrollar estilos personales que incitan el reconocimiento de los críticos de la arquitectura y que cautivan y confunden al observador. Las obras de ingeniería no se pensaron en un comienzo como obras de arte moderno. Algunos críticos influidos por el Constructivismo encontraron similitudes entre las formas de arte moderno y la estética de la ingeniería. Ya en 1934 Lewis Mumford comparó el estadium de Pier Luigi Nervi en Florencia, con el Caballo de Raymond Duchamp-Villon (1914) según verifica von Moos<sup>10</sup>. Max Bill comparó, más tarde, el puente sobre el Thur (1933) con la escultura metálica Construcción (1937-1938) de Antoine Pevsner.

Las referencias comparativas no pueden soslayarse en la obra de Calatrava. Antes que sus proposiciones se trataba de encontrar, en las obras de ingeniería, las características y los síntomas de las cualidades emocionales del autor, aunque ellas pertenecieran al inconsciente. Calatrava, en contraparte ofrece referencias que pertenecen a su ideario, erudito y cultivado. Algunas de las creaciones estructurales de Calatrava parecen tomadas directamente del arte como en el pájaro de Brancusi que, extendido y multiplicado, forma el pórtico de la nueva estación de ferrocarril de Lucerna.

Las referencias de Calatrava al arte son de naturaleza intelectual; están más allá del intercambio y del juego formal. Calatrava propone una representación abstracta del movimiento resultante del equilibrio de las cargas, los apoyos y las tensiones que actúan en la figura que expresa movimiento en la serie *Cubos en Equilibrio* (1979-1985) a semejanza de una figura caminando. El Puente de Alamillo sobre el Guadalquivir en Sevilla (1987-1992), con su proa inclinada y sus cables tensados inclinados, hace pensar en la *Flor en Peligro* (1933) de Giacometti. El proyecto de Calatrava para la reconstrucción del Reichstag en Berlín parece aludir a la Sagrada Familia de Gaudí, lo cual resultaría extraño a la cultura arquitectónica berlinesa. Aparte del intento de introducir a Gaudí en Berlín, el proyecto de Calatrava es una propuesta atrevida de conectar el neoclasicismo imperial de Wallot con la idea de un Stadtkrone socialista.

Santiago Calatrava se ubica entre quienes han puesto en práctica de una manera destacada la famosa frase de Sigfred Gideon, sobre el requisito de que el arquitecto pase por el ojo de la aguja del arte moderno para estar a tono con la época. La torre de telecomunicaciones de Montjuic en Barcelona, parece sostenerse en el espacio por el abrazo que rodea al fuselaje, mientras el cuerpo cae lánguidamente sobre una rodilla que toca levemente el terreno. von Moos muestra que el flujo de fuerzas en la Torre de Telecomunicaciones tiene su antecedente en *El Esclavo Muribundo*<sup>11</sup>. Se repite que los edificios de Calatrava son para él absolutamente existenciales. Se verifica así que las construcciones que se proyectan con fines técnicos también expresan el carácter del arquitecto y su lenguaje de autenticidad artística.

Es sabido que la estática analiza el estado de equilibrio de un edificio y resuelve las condiciones para que las estructuras permanezcan en reposo. Las exigencias por la estabilidad han sido disputadas por arquitectos e ingenieros que han buscado la inestabilidad. Ellos quieren que los edificios se liberen de las trabas de las cargas y del reposo propio de la estática. Ya en el libro X, *De Architectura*, de Vitruvio, citado por Tzonis y Lefavre<sup>12</sup> se describen ingenios mecánicos móviles, como elementos de apoyo, para erigir las edificaciones. El diseño de Miguel Angel para el Palazzo dei Conservatorio en el Capitolio Romano<sup>13</sup> produce la sensación de un desbordante deseo de movimiento y una sostenida lucha por la libertad.

Calatrava se vuelca sobre esta tradición y hace de su trabajo una conjunción única. Atrae y domina los opuestos, la estática y el movimiento. Desde mediados de los años sesenta el movimiento se convirtió en un tema de gran preocupación. Fue en Valencia donde, como estudiante, se interesó en las

estructuras plegadas, pero fue en Zurich, a través de su tesis doctoral «De la plegabilidad de las estructuras», donde se muestra la trascendencia del movimiento en la arquitectura que ha mantenido y proclamado a lo largo de su trayectoria fecunda y versátil. Todas sus pinturas, esculturas y edificaciones expresan movimiento. Los principales proyectos de Calatrava, desde un comienzo, han consistido en obras de infraestructura como puentes, teatros, estaciones de tren que deben hacer fluir a complejos trazados de circulación que influyen sobre miles de personas en el cambiante discurrir del tiempo. La estación del tren de Stadelhofen en Zurich, constituye un magnífico ejemplo de armonía en ambientes de elementos móviles como trenes, peatones que entran y salen de los vagones o que se desplazan arriba o abajo por las escaleras o que simplemente pasean por las pasarelas de observación. Las estructuras de Calatrava incorporan el movimiento en forma creativa y exhiben, además, una representación simbólica. La disposición y la configuración de los elementos estructurales provienen de una aproximación de pasos sucesivos en la búsqueda del equilibrio dinámico que se produce por los distintos movimientos generativos. Este equilibrio se inclina a favor del sistema estructural gótico basado en la transmisión de esfuerzos de tensión en lugar del sistema en el que las fuerzas de gravedad se equilibran verticalmente.

En la obra de Calatrava se representa el movimiento en forma evidente. En la arquitectura clásica, la fijación del movimiento en la escultura se produce mediante la contraposición de las partes del cuerpo alrededor de un punto fijo. El equilibrio resultante puede conducir al estado de equilibrio crítico en el cual se insinúa el movimiento. La escultura de Laocoonte<sup>14</sup>, que captura el tiempo, presenta una red de líneas sinuosas y enredadas que alcanzan la descomposición del contrapeso y el equilibrio sin desmembrarse en el desorden global. El impacto de las sutiles formas de Calatrava se debe tanto a la composición del momento crítico estructural como a la presentación de estructuras que conducen las fuerzas al borde del desequilibrio en condiciones límites. En la estación de TGV de Lyon, Francia, se avizora un gran pájaro congelado en el momento de iniciar el vuelo. El pájaro parece no estar sometido a la ley de gravedad pero no alcanza a ser un objeto dinámico.

El puente de ferrocarril de Bach de Roda, en Barcelona, muestra dos arcos externos, inclinados hacia adentro, que generan una sensación de desequilibrio. Los arcos internos están compuestos de dos grupos de arcos que cubren una longitud de 40 m. Se muestran erguidos, inmóviles y paralelos y sostienen la calzada central para vehículos presentando estructuras sólidas y estables. Los arcos internos y externos se unen en la cúspide, dando la impresión de que los arcos externos se caen contra los internos para causar el

colapso del puente. En la obra de Calatrava, se ofrece un *simil* de los estilizados y enérgicos movimientos de un bailarín o el de un gato que cae desde lo alto, concentrando, en ambos casos, las cargas alrededor de un punto central móvil, de tal manera que la estructura parece debatirse entre el equilibrio y el desequilibrio.

A partir del concepto de plegabilidad, que Calatrava desarrolló en su tesis doctoral, se puede decir que el movimiento llegó a la arquitectura. Las estructuras cinéticas de Calatrava, funcionales y elegantes, ofrecen metáforas surrealistas aparentemente absurdas pero de concepción absolutamente lógica. La ambigüedad del ojo y la mirada introduce el ensueño en el mundo de la vigilia. La imagen del ojo inspira algunas de las construcciones de Calatrava. El diseño para el planetario de la Ciudad de las Artes y las Ciencias en Valencia, España, ofrece una estructura móvil para la cubierta, a manera de párpados sobre un ojo gigantesco que brota de la tierra y se abre o se cierra suavemente, mientras atisba el universo. El ojo se repite en el pabellón de Kuwait, en la Exposición Universal de Sevilla, 1992, Fig.2, en el cual delgadas placas que terminan en punta, cierran sobre el ojo, como pestañas para resguardarlo de la luz solar. Pero otra visión del mismo conjunto nos hace ver las alas de un halcón, abriendo las plumas para saltar en el inicio del vuelo. En el diseño de un pabellón flotante de hormigón, para conmemorar, en el lago Lucerna, los setecientos años de la Confederación Suiza, 1989, Calatrava deja el ojo a un lado y asoma una construcción temporal que muestra la metamorfosis entre una corona abierta y una cúpula cerrada que exhiben estructuras plumíferas en los costados, a la manera en que se disponen las plumas de los cisnes del lago de Lucerna.

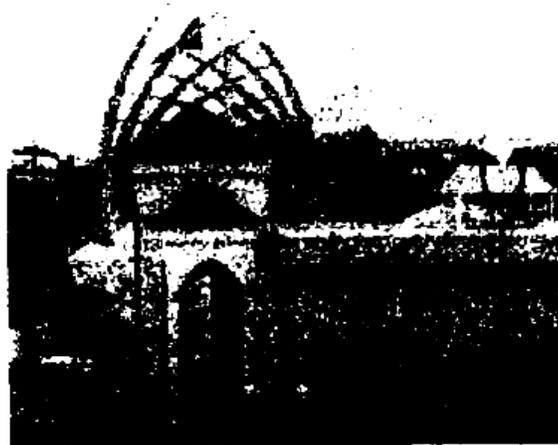


Fig.2. Pabellón de Kuwait en Sevilla 1992

Calatrava ha desarrollado y patentado un sistema novedoso de apertura cinética de puertas, basado en el principio de la rodilla en tensión. Estas funcionan por medio de una armadura oculta detrás de un conjunto de láminas de aluminio paralelas, articuladas hacia la mitad como una rodilla<sup>15</sup>. Cuando se abren, la armadura levanta las rótulas generando una onda debida al gradual y uniforme cambio de posición de la articulación, generando ondas semejantes a los pliegues de un cortinaje. La primera aplicación de este mecanismo fue desarrollada con el apoyo de R. Rehinhardt para la fachada oeste de los almacenes Ernsting. En la fuente de Alcoy, España, la superficie de agua se pliega y se despliega, formando un círculo perfecto. En el puente pivotante de Médoc, Francia, la plataforma móvil gira para dejar pasar los barcos. Aun cuando desde un principio del siglo XX se diseñaron puentes móviles, el de Médoc muestra cómo la estructura queda libre cuando la plataforma empieza a girar, como un velero que cambia la orientación del velamen siguiendo la orientación de los vientos, generando ondas que decaen suavemente como mueren las olas que llegan a la playa.

Calatrava es el maestro de las estructuras no convencionales que parecen contrarias al sentido común. Calatrava transforma el trabajo anticonformista y anticonvencional del Renacimiento, en estructuras que expresan movimiento de músculos y articulaciones en tensión. Su arquitectura se expresa en forma anti-intuitiva. Busca la transgresión a través del estudio cuidadoso y del conocimiento teórico y práctico aplicado al propósito de crear formas vegetales, zoomorfas o antropomorfas. Las estaciones de tren y los puentes se vitalizan, enriqueciendo el funcionalismo como único atributo tradicional. Los proyectos de Calatrava exhiben una extraordinaria creatividad no sólo mediante la incorporación de la escultura a la arquitectura, sino también a la conjunción de la ingeniería y la arquitectura. Calatrava reúne al ingeniero, al arquitecto, al artista y al hombre de ciencia que realiza la investigación de las soluciones funcionales formalizadas en verdaderas obras de arte.

#### Notas:

<sup>1</sup> Cejka, J., 1993, «Tendencias de la Arquitectura Contemporánea», Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, España, pp. 84 -85

<sup>2</sup> McQuaid, M., 1993, «Santiago Calatrava, Structure and Expression», The Museum of Modern Art, New York.

<sup>3</sup> Jodidio, P., 1998, «Santiago Calatrava», Taschen, Benedict Taschen Verlag GmbH, Hohenzollernring, pp. 14

<sup>4</sup> Jodidio, P., 1998, Idem, p.19

<sup>5</sup> Jodidio, P., 1998, Idem, p.20

<sup>6</sup> Jodidio, P., 1998, Idem, p.28

<sup>7</sup> Jodidio, P., 1998, Idem, p.36

<sup>8</sup> Jodidio, P., 1998, *Idem*, p.40

<sup>9</sup> von Moos, S., 1996, «Santiago El Divino», «Santiago Calatrava 1983-1996», *Monografías AV*, No.61, Madrid, pp.4-11

<sup>10</sup> von Moos, S., 1996, *Idem*, p.8

<sup>11</sup> von Moos, S., 1996, *Idem*, p.10

<sup>12</sup> Tzonis, A. y Lefaivre, L., 1996, «Y sin embargo se mueve» en «Santiago Calatrava 1983-1996», *Monografías A.V.*, No.61, Madrid, pp.12-21

<sup>13</sup> Tzonis A. y Lefaivre, L., 1996, *Idem*, p.12

<sup>14</sup> Tzonis, A. y Lefaivre, L., 1996, *Idem*, p.14

<sup>15</sup> Tzomis, A. y Lefaivre, L., 1996, *Idem*, p.18