

FORMAS, CULTURA TÉCNICA Y EXPRESIÓN ARQUITECTÓNICA

FORMS, TECHNICAL CULTURE AND ARCHITECTURAL EXPRESSION

Carmen Jordá Such

doi: 10.4995/ega.2016.6295

El desarrollo de las técnicas del hormigón armado y la aparición de una tipología inédita, las cáscaras, propiciaron una sorprendente transformación del canon moderno, cuya valoración crítica necesita actualizarse a partir de nuevas hipótesis interpretativas. La exuberante y curvilínea obra arquitectónica de mediados del siglo xx se explica en este artículo desde la influencia de una ingeniería que ya había experimentado con la contribución resistente de la forma. Posteriormente, las ideas de arquitectura, estructura y escultura parecieron fundirse y confundirse bajo la ingente variedad de soluciones que un material moldeable como el hormigón podía desplegar. Se explora el territorio internacionalizado de las geometrías alabeadas, superficies regladas y perfiles parabólicos que, siguiendo

la estela de Freyssinet, Dischinger, Torroja o Candela, entre otros, cautivaron a los arquitectos de toda una época, desde Saarinen a Utzon, incluyendo a los Smithson o al propio Le Corbusier, así como también a Niemeyer, Tange, Sert y una larguísima serie de nombres que todavía son referentes por la importancia de sus trayectorias.

PALABRAS CLAVE: GEOMETRÍA. SUPERFICIES REGLADAS. HORMIGÓN

The development of reinforced concrete techniques and the appearance of a hitherto unknown typology, shells, propitiated a surprising transformation of the modern canon, whose critical assessment needs to be updated from new interpretive hypotheses. The exuberant and curvilinear architectural work of the mid-20th

century is explained in this article from the perspective of engineering that had experimented with strength contribution to form. Later, the ideas of architecture, structure and sculpture seem to fuse and be confused under the huge variety of solutions that a mouldable material such as concrete could deploy. The article explores the internationalized territory of warped geometries, ruled surfaces and parabolic profiles which, following in the wake of Freyssinet, Dischinger, Torroja or Candela, among others, captivated the architects of an entire era from Saarinen to Utzon, including the Smithsons or Le Corbusier himself, as well as Niemeyer, Tange, Sert and a long series of names that are still reference points due to the importance of their careers.

KEYWORDS: GEOMETRY. RULED SURFACES. CONCRETE



Tras una etapa de austeridad minimalista, tal vez surgida como rechazo a los excesos figurativos posmodernos, es notoria la actual revalorización de una expresión arquitectónica confiada a un cierto **organicismo**, a menudo bajo inspiración biomórfica. Al margen de las conocidas estructuras de Santiago Calatrava, el Estadio Olímpico de Pekín evocando un nido, el Espacio de Creación Contemporánea de Córdoba con sus hexágonos como panales apícolas, el Centro Acuático de los Juegos Olímpicos de Londres con su ola metafórica, o el propio nombre del grupo madrileño Ecosistema Urbano y sus alusiones arbóreas, podrían ilustrar esta hipótesis que recomienda alguna mirada retrospectiva para sondear claves de interpretación.

Se puede observar que ya a mediados del siglo xx se produjo un indudable cambio de paradigmas cuando la “época maquinista” –según denominación corbusierana– había evolucionado hacia lo que ahora podríamos calificar de “época formalista”. En efecto, la severa ortogonalidad de los iconos arquitectónicos de la primera modernidad fue sustituida por una elocuente exuberancia curvilínea, consecuencia de que los arquitectos más reconocidos mostraron con el paso del tiempo una manifiesta preferencia hacia las figuras alabeadas y el uso de determinadas geometrías recurrentes, como las formadas a partir de superficies regladas.

En este episodio histórico y buscando representatividad internacional, Le Corbusier nos serviría de síntoma: basta pensar en su producción de los finales cincuenta, como la sección hiperbólica de la Asamblea de Chandigarh o los paraboloides hiperbólicos de su Pabellón Philips para la Exposición

Universal de Bruselas de 1958. Recordando ahora su Esquema Domino (1914) por el carácter de ensayo previo de los influyentes *cinco puntos* y comparando con sus dos obras antes citadas, apreciamos en las últimas grandes cambios; tantos que parecen pertinentes algunas preguntas. Por ejemplo, ¿qué había ocurrido con la cubierta plana tan ardorosamente defendida en el pasado? ¿en qué había quedado la aspiración programática de la independencia entre sistema resistente y sistema de cerramiento? ¿y los *pilotis*? ¿y la *fenêtre en longueur*? ¿por qué se había prescindido de tan poderosos símbolos de la modernidad? ¿qué referencia cultural habría invadido la escena arquitectónica que explicara semejante transformación del canon?

Los anteriores interrogantes tienen respuestas convincentes si se buscan en el mundo de la técnica, por extraño que pueda parecer. Se trataría de reparar en la aparición en los años veinte de una tipología estructural completamente inédita en las obras humanas: las **cáscaras** o **láminas** de hormigón armado. Su creciente impacto y desarrollo se debieron, en principio, al trabajo operativo de unos pioneros y sobre todo a ciertas ventajas económicas relacionadas con el ahorro de material, en base a unos costes muy bajos de los encofrados, derivados de los también muy bajos costes laborales de la época. Además, estas mismas estructuras laminares ofrecían grandes prestaciones resistentes y permitirían una extraordinaria variedad de soluciones geométricas, muchas desconocidas hasta entonces en el panorama de la edificación.

Las cáscaras se introdujeron para resolver nuevos programas funcionales vinculados a los avances tecnoló-

Following a stage of minimalist austerity, perhaps resulting from the rejection of postmodern figurative excesses, the current reassessment of an architectural expression trusting in a certain **organicism**, often of biomorphic inspiration, is clearly apparent. The well-known structures of Santiago Calatrava, the bird’s nest effect of the Olympic Stadium of Beijing, the Andalusian Space for Contemporary Creation in Córdoba with its honeycomb hexagons, the London Aquatics Centre built for the Olympic Games with its metaphorical wave, or the very name of the Urban Ecosystem Madrid group with all its allusions to trees, are enough to illustrate this hypothesis, a hypothesis that warrants a retrospective study in order to explore the keys to interpretation.

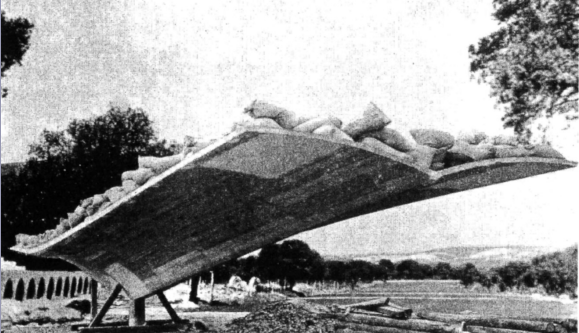
In the middle of the 20th century, an undoubted change could already be observed in the paradigm when the “machinist age” – to use a Corbusier expression – had evolved towards what we may classify as the “formalist era”. Indeed, the severe orthogonality of the architectural icons of the first modernity was replaced by an eloquent curvilinear exuberance, the consequence of which being that the best-known architects showed over the passage of time a clear preference for warped figures and the use of certain recurring geometries, such as those formed from ruled surfaces.

From the historical perspective and looking for someone that would be internationally representative of this change, Le Corbusier springs to mind. One only has to think of his production at the end of the 1950s, such as the hyperbolic section of the Chandigarh Assembly or the hyperbolic paraboloids of his Brussels World’s Fair in 1958. Recalling his Domino Scheme (1914) as a prior testing of the influential *five points*, and comparing this with his two above-mentioned works, we can appreciate the latest great changes; so much so that several questions are appropriate. For example, what happened to the so arduously defended flat roof of the past? What happened to the programmatic aspiration to independence between the load bearing system and the system of enclosure? And the *pilotis*? And the *fenêtre en longueur*? Why had he done away with such powerful symbols of modernity? What cultural reference had invaded the

LÁMINA 1. Experimentando con el hormigón laminar
SHEET 1. Experimenting with thin shell concrete



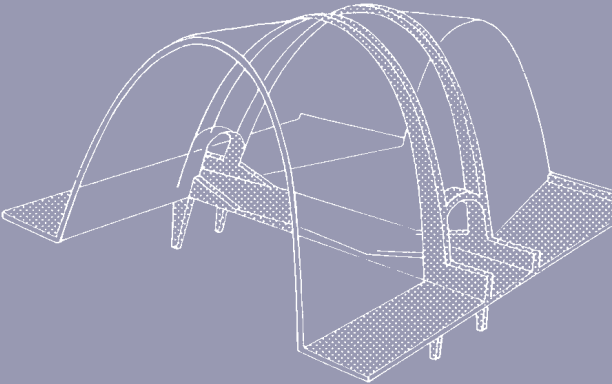
1-2



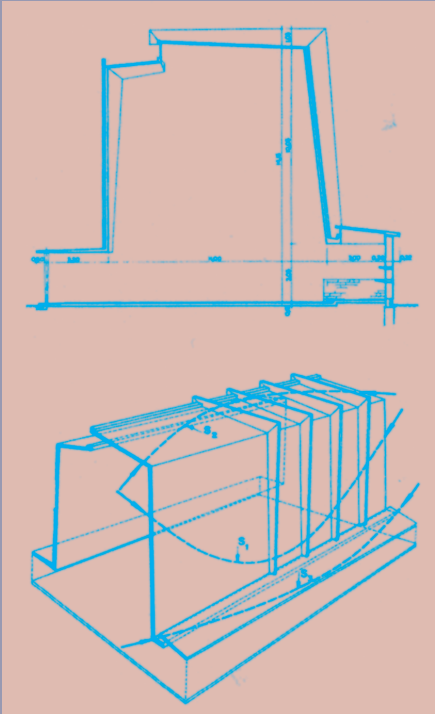
1-3



1-4



1-5



1-6



1-1



- 1-1. Eugène Freyssinet. Hangares de Orly (1921-1923)
- 1-2. Dischinger-Finsterwalder. Mercado de Leipzig (1929)
- 1-3. E. Torroja. Modelo 11, Hipódromo, Madrid (1934)
- 1-4. E. Torroja. Frontón de Recoletos, Madrid (1934)
- 1-5. Robert Maillart. Pabellón del cemento, Zurich (1939)
- 1-6. Eduardo Torroja. Iglesia San Nicolás, Gandía (1961)

- 1-1. Eugène Freyssinet. Orly Hangars (1921-1923)
- 1-2. Dischinger-Finsterwalder. Leipzig Market Hall (1929)
- 1-3. E. Torroja. Hippodrome 1:1 model, Madrid (1934)
- 1-4. E. Torroja. Frontón de Recoletos, Madrid (1934)
- 1-5. Robert Maillart. Cement Pavilion, Zurich (1939)
- 1-6. Eduardo Torroja. Saint Nicholas Church, Gandia (1961)

gicos, como las primeras instalaciones aeronáuticas o los planetarios. Conceptualmente se basaban en la **contribución resistente de la forma** que un material moldeable como el hormigón puede adoptar. O dicho de otro modo, la peculiaridad técnica consistía en que la forma de una construcción era capaz de determinar su capacidad portante, teniendo en cuenta que el hormigón podía trabajar estructuralmente con una forma previamente establecida y construida mediante moldes. Sin olvidar la competitividad económica mostrada por el sistema, cabe intuir que todas estas novedades no debían pasar desapercibidas, máxime si proliferaban las construcciones laminares de dimensiones cada vez mayores y cuya esencia residía en una gran cubierta de considerable ligereza que ejercía, simultáneamente, como imagen identificativa y como envolvente estructural.

En definitiva, más allá de las proclamas modernas, **forma y técnica** se estaban reuniendo con tanta fuerza que la expansión de la nueva tipología estructural iba a transformar la expresividad arquitectónica, si contemplamos el arco temporal que va desde los años heroicos iniciales del

movimiento moderno hasta la década de los sesenta. Aceptar esta idea signifi- ca, ciertamente, repensar la historia de la arquitectura desde otros parámetros, dando entrada a la influencia de la tipología laminar para acabar constatando que el “edificio-cubierta” –coloquialmente, una nueva tipología compositiva– se va a convertir en un recurso habitual para singularizar la arquitectura de aquel tiempo.

Desde una mera aproximación ya se adivina que estamos ante un tema de gran interés para ser estudiado y por varios motivos, algunos anteriormente sugeridos. En primer lugar los técnicos, como el avance que representaba alcanzar una mayor resistencia a través de la forma; o la propia liviandad de aquellas construcciones de gran luz; o cómo se iban resolviendo ciertos programas a medida que surgían nuevas necesidades. Pero el interés también radica en la aparición de una arquitectura de creatividad escultórica y caracterizada –insistiendo– a través de importantes cubiertas que mostraron un gran despliegue de geometrías originales o de formas ignoradas en la práctica constructiva. Si añadimos el buen comportamiento del hormigón frente al fuego y la proliferación geográfica de las industrias cementeras, no debe extrañar la propagación que tuvieron las cáscaras en poco tiempo y su repercusión internacional a mediados del siglo xx. Es entonces cuando se sitúa una auténtica eclosión de obras realizadas y cuando el campo de aplicaciones se había extendido desde la ingeniería hasta los diferentes tipos arquitectónicos, en un fenómeno de transferencia tecnológica o, más bien, de trasvase cultural que impregnó ideas y proyectos a lo largo de más de treinta años.

architectural world that could explain such a transformation of the canon?

Strange though it may seem, convincing answers can be found to the above questions if one looks for them in the world of technique. This involves focusing on the appearance in the 1920s of a completely new structural typology in construction work: **shells** or **sheets** of reinforced concrete. Their development and increasing impact were due, in principle, to the practical work of several pioneers and, especially, to certain economic advantages from the savings to be made on materials resulting from the low cost of formworks and very low labour costs at that time. Moreover, these same sheet structures offered great strength and allowed an extraordinary variety of geometric solutions, many until then unknown in the field of building. Shells were introduced to resolve new functional programmes linked to technological advances, such as the first aeronautic or planetarium installations. Conceptually, they were based on the **contribution of strength to form** that a mouldable material such as concrete could provide. In other words, the characteristic that made them so special was that the form of a construction was now capable of determining its load bearing capacity, bearing in mind that concrete can be worked to a pre-established form by using moulds. Even without the economic competitiveness provided by the system, it is clear that these novel properties would not have gone unnoticed, especially as thin concrete sheet buildings of increasing dimensions, the essence of which lay in a grand roof of considerable lightness, were proliferating given they provided an identifiable image as well as a structural cover.

In short, quite aside from any modernist proclamations, **form and technique** were combining with so much force that the expansion of the new structural typology was bound to transform architectural expressiveness, when we consider the arch of time that spans the initial heroic years of the modern movement to the 1960s. Accepting this idea means, of course, rethinking the history of architecture from other parameters: by admitting the influence of shell typology, we end up confirming that “building-covering”

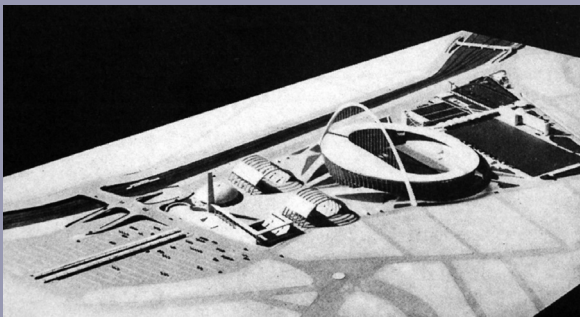
LÁMINA 2. El perfil parabólico
SHEET 2. The parabolic profile



2-1



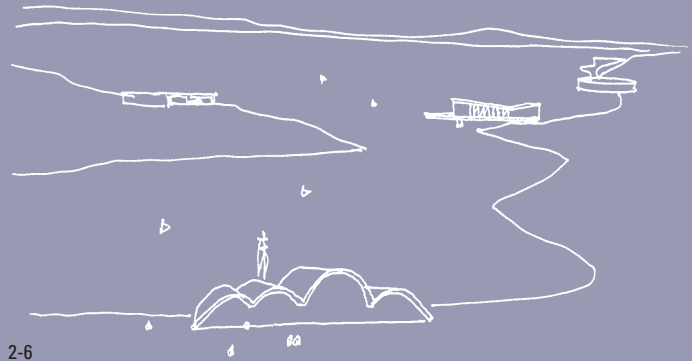
2-2



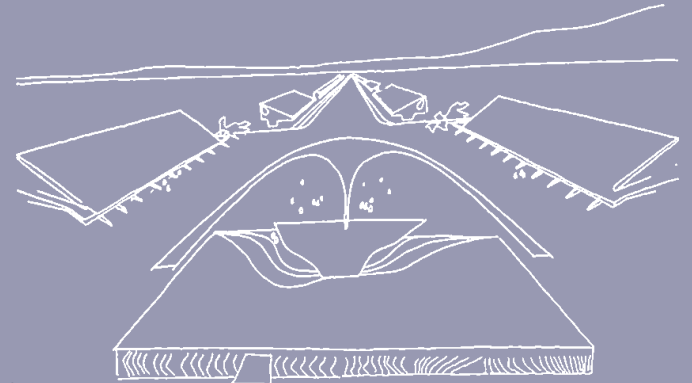
2-3



2-4



2-6



2-7



2-5



- 2-1. “L’esprit Nouveau” 1922). E. Freyssinet. Hangares de Orly en construcción
- 2-2. Le Corbusier - Pierre Jeanneret. Proyecto para el Palacio de los Soviets. Moscú (1931)
- 2-3. Óscar Niemeyer. Concurso Estadio Olímpico Maracanã. Rio de Janeiro
- 2-4. Walter Gropius - TAC. Proyecto Tomorrow’s Auditorium, Cambridge (1957)
- 2-5. Eero Saarinen. Jefferson National Expansion Memorial. Saint Louis (1947-1965)
- 2-6. Óscar Niemeyer. Boceto Iglesia San Francisco de Asis en Pampaña
- 2-7. Óscar Niemeyer. Boceto *Sambódromo*. Rio de Janeiro (1984)

- 2-1. “L’esprit Nouveau” 1922). E. Freyssinet. Orly Hangars in construction
- 2-2. Le Corbusier - Pierre Jeanneret. Project for the Palace of the Soviets. Moscow (1931)
- 2-3. Óscar Niemeyer. Maracanã Olympic Stadium competition. Rio de Janeiro
- 2-4. Walter Gropius - TAC. Tomorrow’s Auditorium project, Cambridge (1957)
- 2-5. Eero Saarinen. Jefferson National Expansion Memorial. Saint Louis (1947-1965)
- 2-6. Óscar Niemeyer. Sketch of Saint Francis of Assisi Church in Pampaña
- 2-7. Óscar Niemeyer. Sketch of Sambadrome. Rio de Janeiro (1984)

Los primeros autores fueron ingenieros de gran talento que supieron sacar el máximo partido a las propiedades constructivas, mecánicas y resistentes del hormigón, cuando el material todavía se encontraba en una fase preliminar respecto a su utilización y comprensión de su comportamiento estructural. Entre los pioneros cabe mencionar a Eugène Freyssinet, Walter Bauersfeld, Franz Dischinger, Robert Maillart y, desde luego, a Eduardo Torroja. Nuestros personajes aparecen relacionados con unas pocas empresas constructoras –algunos como fundadores– que, además del legítimo propósito de obtener ganancias, disponían de gabinetes de estudios donde se investigaba y se experimentaba ante un futuro lleno de expectativas. Para conocer el nivel de excelencia de estos ingenieros bastaría una pequeña selección de algunos de sus trabajos, lo que nos obligaría a citar los Hangares de Orly 1 (Freyssinet, 1921-

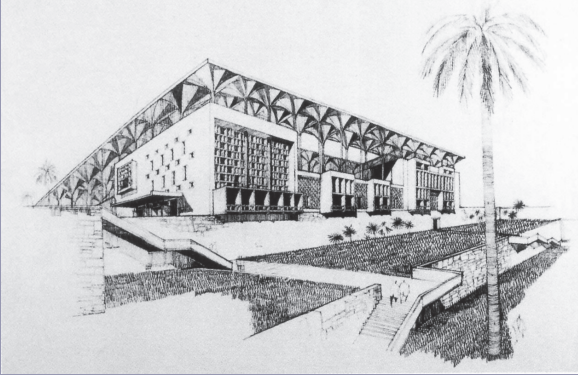
1923) con sus dos inmensas bóvedas plegadas de perfil parabólico y el Planetario de Jena (Bauersfeld y Dischinger, 1925-1926) con su delgado casquete esférico, un auténtico anticipo de las cúpulas geodésicas de Buckminster Fuller. Pero también habría que incluir los magníficos puentes suizos de hormigón de Maillart de muy temprana (1904-1930) cronología, aunque aquí la condición laminar sea únicamente por equivalencia, dada su extrema ligereza, el trabajo de la forma curva y un tablero que siempre cumple un papel activo en la resistencia del conjunto. Para concluir, habría que recordar unas meritorias cáscaras españolas entre las que conviene distinguir las del Hipódromo de la Zarzuela (Torroja, 1934-1936) en Madrid, por la innovación internacional que representó en su día la construcción de las primeras láminas en voladizo, gracias a la contribución resistente de unas originales formas alabeadas en las cubiertas de sus Tribunas.

En resumen, estamos ante unos ingenieros precursores, ya legendarios y que actualizaron la noble estirpe de los grandes constructores históricos. Por su capacidad de invención, su bagaje científico, dotes para la experimentación y un épico sentido del equilibrio resistente que ahora podríamos calificar de “sensibilidad estática”, adoptando una feliz denominación de Pier Luigi Nervi. Otro personaje este último, por cierto, que deberíamos incorporar a la insigne lista anterior, aunque con matices, pues lo más habitual en la producción de Nervi fueron las soluciones en esqueleto, base constituyente de sus láminas reforzadas con nervios. En realidad se trataba de un sistema híbrido que se servía de la prefabricación para abaratar costes

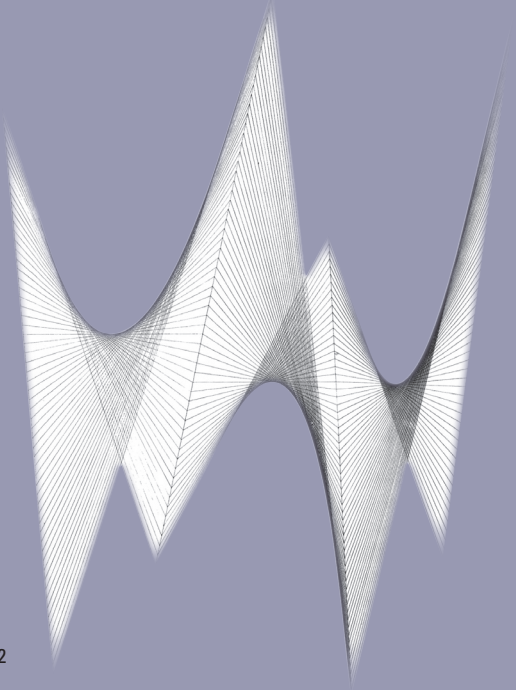
– colloquially, a new compositional typology– was going to become a customary resource for designing the singular architecture of that time. From this brief introduction it is quite clear that we are faced with a theme of great interest and one that should be studied for various reasons, some already mentioned. Firstly, we have to look at the technicians because of the progress that achieving greater strength through form represented; or the frivolity provided by the wide spans of those constructions; or how they resolved certain programs as new needs arose. But secondly, the interest also resides in the appearance of an architecture of sculptured creativity and characterized by grand roofing structures that presented a wide deployment of original geometries or of forms hitherto ignored in building practice. When we add the beneficial properties of concrete against fire and the geographic spread of cement industries, it should come neither as a surprise that shells proliferated in a very short time, nor that they had such an international impact in the mid-20th century. It is then when a real blossoming of these works were undertaken and when the field of application extended from engineering to the different archaeological types in a phenomenon of technological transfer, or rather cultural transfer, that impregnated ideas and projects for more than 30 years.

The first authors were engineers of great talent who knew how to make the best of the constructional, mechanical and resistant properties of concrete, when the material was still in a preliminary stage in terms of its use and understanding of its structural behaviour. Outstanding among these were Eugène Freyssinet, Walter Bauersfeld, Franz Dischinger, Robert Maillart and, of course, Eduardo Torroja. They appear to be related to a handful of construction companies – several as founders– which, besides the legitimate goal of obtaining profit, also had research facilities where they investigated and experimented so as to face a future full of expectations. To appreciate the level of excellence of these engineers, we only have to consider a small selection of some of their works, including the Orly Hangars 1 (Freyssinet, 1921-1923) with its two immense parabolic domes and the Jena Planetarium (Bauersfeld and Dischinger, 1925-1926) with

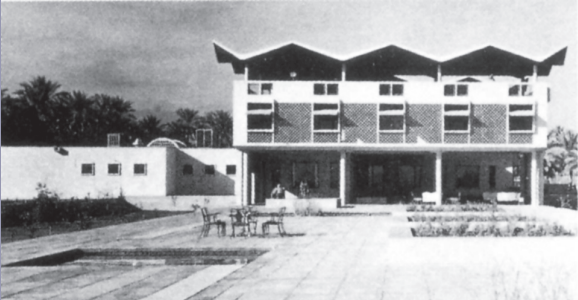
LÁMINA 3. El paraboloido hiperbólico
SHEET 3. The hyperbolic paraboloid



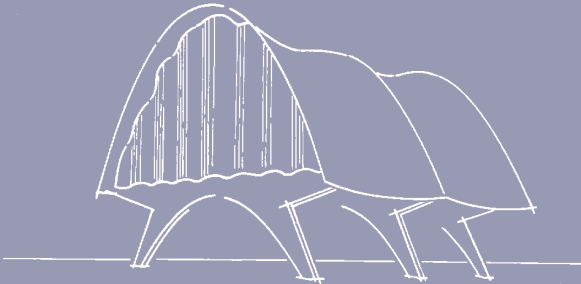
3-1A



3-2



3-1B



3-3



3-4

- 3-1. Josep Lluís Sert. Embajada USA. Bagdad (1955-1960)
- 3-2. Mies van der Rohe. Plan de estudios I.I.T. Chicago
- 3-3. Félix Candela. Pabellón de los Rayos Cósmicos, México DF (1951)
- 3-4. Félix Candela. Restaurante Los Manantiales, Xochimilco Mexico DF (1958)

- 3-1. Josep Lluís Sert. U.S. Embassy. Bagdad (1955-1960)
- 3-2. Mies van der Rohe. Chicago I.I.T. Study Program
- 3-3. Félix Candela. Pavilion of Cosmic Rays Mexico City (1951)
- 3-4. Félix Candela. Los Manantiales Restaurant Mexico City (1958)

de ejecución en las cáscaras. Cabe señalar el Estadio de Florencia cuyo proyecto, de 1930, ha significado un claro antecedente de las estructuras voladas de grandes techos para graderíos deportivos.

Todos los ingenieros anteriormente citados construyeron obras singulares que fueron ejerciendo una influencia indudable en los arquitectos más inquietos del período central del siglo XX y que ahora podríamos agrupar bajo la etiqueta de “sensibilidad estética”, haciendo un juego de palabras parafraseando a Nervi. Entre ellos, además de Le Corbusier, habría que nombrar a Niemeyer, Reidy, Aalto, Scharoun, Wright, Saarinen, los Smithson, Villanueva, Tange, Yamasaki, Gropius, Pei o Utzon. Entre los españoles habría que mencionar a Sert **2**, Bonet, Fisac, Higuera, Coello de Portugal, L.M. Feduchi o M. Oriol. Como se puede comprobar, prácticamente todo el elenco más distinguido de la profesión trabajó bajo el impacto de las estructuras laminares y de las nuevas formas que se desarrollaron a continuación, con la curiosa excepción de Mies van der Rohe que se mantuvo fiel a sus principios **3** de ortogonalidad, sin dejarse arrastrar por el canto de sirenas de una tipología técnica que estaba seduciendo a sus colegas de todo el mundo.

Los proyectos requerían un elevado grado de especialización en cuanto a resolver geometrías complejas a partir de construcciones laminares –o simplemente inspiradas en ellas– y contarían con un limitado número de expertos a nivel internacional que multiplicaron sus colaboraciones con varios arquitectos. Así, el ingeniero alemán Tedesko participó tanto en obras de Yamasaki como de Pei; aunque Yamasaki también llegó a trabajar en Japón con Tsuboi que, a su vez, fue el ingeniero habitual de Tange. Ronald Jenkins, uno de los socios fundadores de la conocida firma Ove Arup, lo encontramos primero vinculado a los Smithson y poco después a Utzon, en el concurso de la Ópera de Sydney.

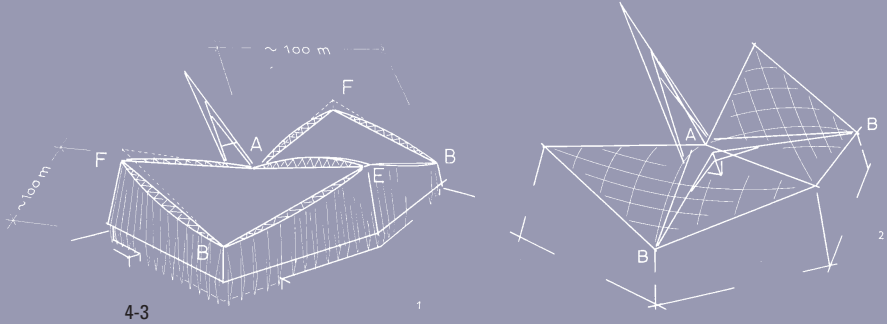
El nombre del ingeniero noruego Fred Severud generalmente es conocido gracias a la popularidad de la trayectoria de Eero Saarinen, pero ante todo debe ser asociado a la construcción de la Arena de Raleigh, según un innovador proyecto de 1950 del malogrado arquitecto polaco Matthew Nowicki **4** quien, pese a su corta biografía, es un personaje central en el tema que nos ocupa. Como también lo será Félix Candela, arquitecto titulado en 1936 en Madrid y cuyo posterior recorrido profesional se desarrollará –forzosamente– en México, donde alcanzará una gran notoriedad como el mayor constructor de cáscaras que ha habido. Se da la circunstancia de que tanto Nowicki como Candela se pueden situar indistintamente entre la “sensibilidad estática” y la “sensibilidad estética”, ya que siendo arquitectos sus aportaciones se mueven cómodamente por el territorio de la técnica. El primero introduciendo una variante tipológica mediante una estructu-

its slim spherical shell, a true harbinger of the geodesic domes of Buckminster Fuller. Also we would have to include Maillart’s magnificent Swiss concrete bridges very early on (1904-1930), although here the shell condition may only be an equivalent, given their extreme lightness, the workings of the curved form and a deck that always fulfils an active role in resistance as a whole. To conclude, we should not overlook some meritorious Spanish shells among which we should mention the Zarzuela Hippodrome (Torroja, 1934-1936) in Madrid for the international innovation that it represented at that time, with its first concrete sheets in cantilever, thanks to the contribution of strength from the unique warped forms of the grandstand roofing.

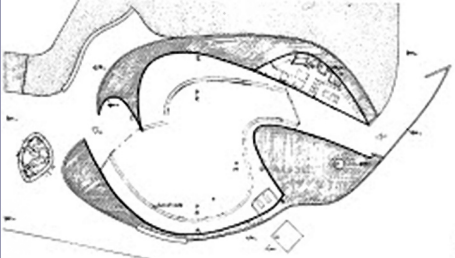
In short, we are faced with some now legendary engineering pioneers that added to the noble lineage of great historical builders, as a result of their capacity for invention, their scientific baggage, their gift for experimentation and an epic sense of resistance equilibrium that we may now call “static sensitivity”, to use the happy phrase of Pier Luigi Nervi. The latter, by the way, who we should have included in the previous distinguished list, although with some nuances as Nervi’s solutions were most often in the form of skeletons, a base consisting of reinforced concrete sheets with ribs. Really it was a hybrid system that served as prefabrication to lower the costs of constructing shells. Here, we should mention the Florence Stadium, a project which, built in 1930, presents a clear forerunner of the overhanging structures associated with the roofing structures of grandstands.

All the above mentioned engineers built singular works that exercised an undoubted influence on the more creative architects of the mid-20th century and who we now group together under the label “aesthetic sensitivity”, a play on words paraphrasing Nervi’s expression. Among them, besides Corbusier, should be mentioned Niemeyer, Reidy, Aalto, Scharoun, Wright, Saarinen, the Smithsons, Villanueva, Tange, Yamasaki, Gropius, Pei or Utzon. Among Spanish architects we should also mention Sert **2**, Bonet, Fisac, Higuera, Coello of Portugal, L.M. Feduchi or M. Oriol. As can be seen, practically all of the most distinguished list of the profession

LÁMINA 4. El paraboloido hiperbólico
SHEET 4. The hyperbolic paraboloid



4-1A



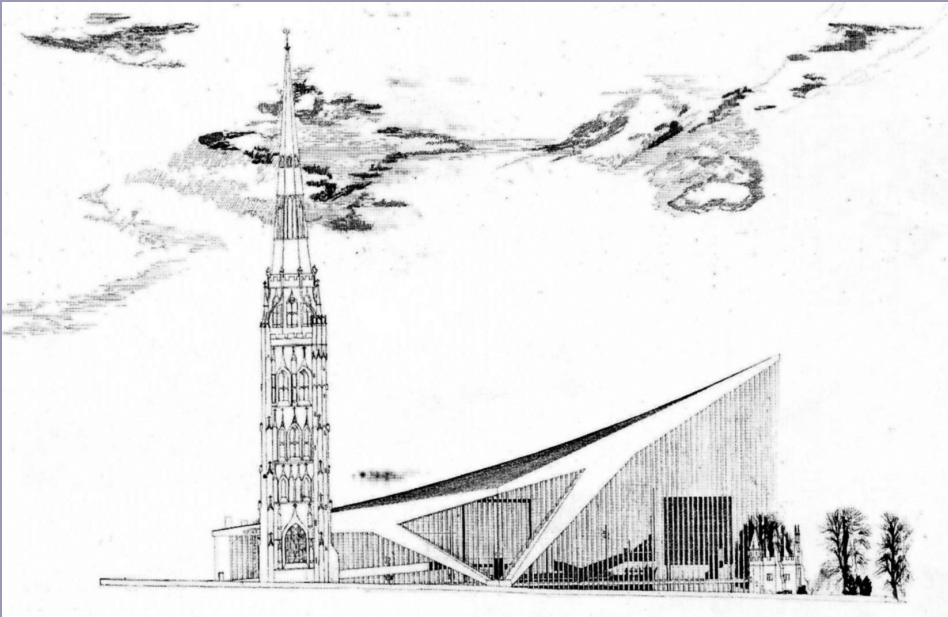
4-1B



4-5



4-2



4-4



- 4-1. Le Corbusier. Pabellón Philips
- 4-2. René Sarger. Restaurante Marie Thumas
- 4-3. René Sarger. French Pavilion, Brussels Exposition (1958)
- 4-4. Alison y Peter Smithson. Concurso para la Catedral de Coventry (1950-1962)
- 4-5. Kenzo Tange. Catedral de Tokyo (1961-1964)

- 4-1. Le Corbusier. Philips Pavilion
- 4-2. René Sarger Marie Thumas restaurant
- 4-3. René Sarger. French Pavilion, Brussels Exposition (1958)
- 4-4. Alison & Peter Smithson. Competition for Coventry Cathedral (1950-1962)
- 4-5. Kenzo Tange. Tokyo Cathedral (1961-1964)

ra traccionada de gran repercusión, mientras Candela simplificó y facilitó el cálculo del paraboloides hiperbólico, extendiendo el uso de esta figura con garantías de estabilidad.

Vale la pena detenerse ante la confluencia entre ingeniería y arquitectura que propiciaron las cáscaras de hormigón armado, en principio reservadas al exclusivo ámbito de unos pocos especialistas, debido a la dificultad que presentaban y al desconocimiento científico general. Ya se ha indicado que en un breve plazo se produjo su introducción y en torno a los años treinta se afianzó la entrada real de esta nueva tipología estructural, a la vez que se expandía una nueva tipología compositiva que estoy denominando “edificio-cubierta”. En adelante muchas obras quedarán marcadas por sus invasores elementos de remate, bajo cuya continuidad el espacio útil se entregará, con total disponibilidad, al cumplimiento de los programas funcionales más diversos; pero sin obstáculos físicos, como eran los muros de carga propios de la construcción maciza, o los pilares y columnas de las estructuras de entramado.

La hermosa hipertrofia de las láminas, desarrollada por razones resistentes y con la particular propiedad de ser moldeable, surgió como un regalo visual en su despliegue de so-

luciones variadas que, esculpidas por la técnica, estallaban de expresividad. Superficies alabeadas, juego de curvas, geometrías singulares o geometrías comunes aunque insólitas en su escala y ligereza, descubrieron todo un universo de formas construidas al que no podían permanecer indiferentes las retinas más despiertas. Y así debió ocurrir mientras se iban multiplicando por el mundo las cáscaras de hormigón armado que, gracias a su probada eficacia y a su economía, disfrutaron de un gran auge a finales de los años cincuenta.

De hecho, la exaltación del paraboloides hiperbólico se puso de relieve en la Exposición Universal de Bruselas de 1958, celebrada bajo el significativo lema *Formas, Técnicas y Construcciones humanas* que curiosamente parece escogido para representar la situación de la arquitectura de una “época formalista”. Además del citado Pabellón Philips de Le Corbusier, René Sarger fue autor de los Pabellones de Francia, de Información y del Restaurante Marie Thumas, todos ellos resueltos con paraboloides. Del mismo modo, es fácil detectar la fuente de inspiración de los Parlamentos de las dos capitales surgidas en el siglo xx, Chandigarh (1953-1961) y Brasilia (1957, concurso), cuyos edificios públicos más representativos son tributarios de la tipología laminar. Al recorrer otros eventos de gran impacto mediático como fueron las Olimpiadas (Roma 1960, Tokio 1964, México 1968) **5**, al margen de la hegemonía de la técnica, se repetiría la impresión de una arquitectura fundida y confundida con la estructura y la escultura.

En cuanto a los concursos de máxima participación internacional, la Ópera de Sydney **6** y el Ayuntamiento de Toronto **7**, fallados en 1957 y 1958

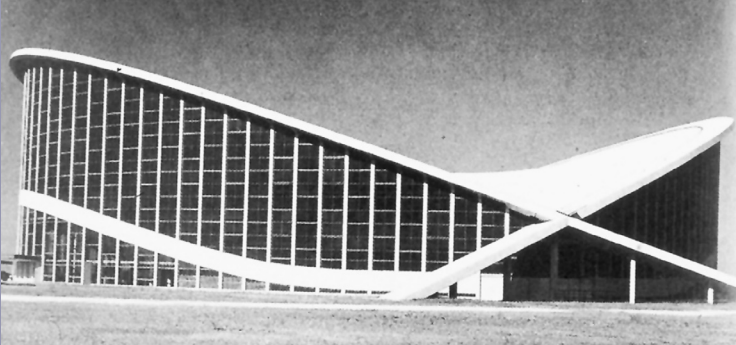
worked under the impact of thin concrete shell structures and the new forms that were then developed, with the curious exception of Mies van der Rohe who remained faithful to his principles **3** of orthogonality, never letting himself be dragged away by the siren song of a new technical typology that was seducing his colleagues throughout the world.

The projects required a high degree of specialization for resolving complex geometries from sheet structures – or simply inspired in them– and there would only be a limited number of experts on the international level. This led to multiple collaborations with various architects. Thus, the German engineer Tedesco participated both in the works of Yamasaki and those of Pei; although Yamasaki also would work in Japan with Tsuboi who, in turn, was the customary engineer of Tange. Ronald Jenkins, one of the founding members of the well-known firm Ove Arup, can be first linked to the Smithsons and a little later on to Utzon, in the competition for the Sydney Opera House. The name of the Norwegian engineer Fred Severud is generally known thanks to the popularity of Eero Saarinen’s career, but, above all, he should be associated with the building of the Raleigh Arena, an innovative project of 1950 of the unfortunate Polish architect Matthew Nowicki **4** who, despite his short biography, is a central character to the theme we are discussing. As too is Félix Candela, an architect who graduated in Madrid in 1936 and whose later professional career would develop – by force of circumstance– in Mexico, where he would achieve considerable fame as the greatest builder of shells that there was. As it turns out both Nowicki and Candela can be indistinctly situated between “static sensitivity” and “aesthetic sensitivity” as, being architects, their contributions move comfortably through the technical territory, the former introducing a tensile structure with great repercussions, while Candela simplified the hyperbolic paraboloid and provided greater guarantees of stability, so extending the use of this figure.

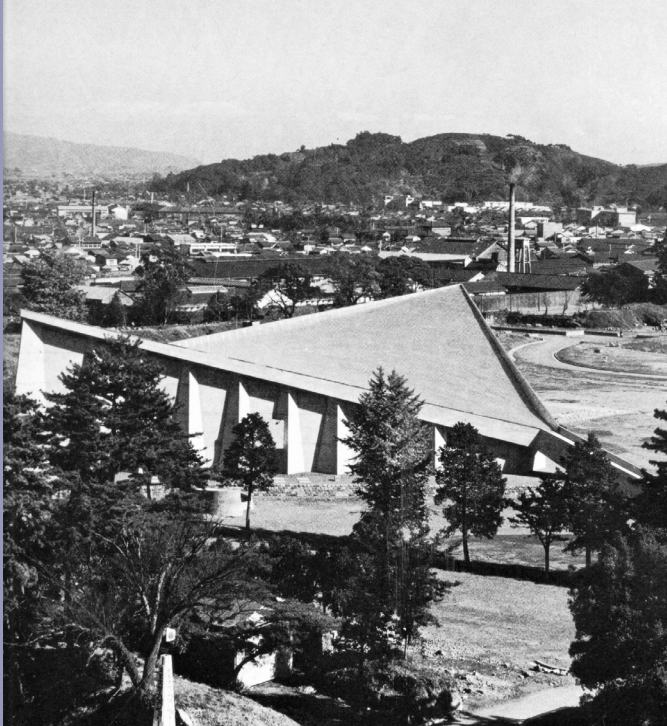
It is worthwhile stopping to consider the confluence between engineering and architecture that the reinforced concrete shell caused. It was at first reserved to the exclusive field of a few specialists due to

LÁMINA 5. Formas traccionadas

SHEET 5. Tensile forms



5-1



5-2



5-4



5-3

- 5-1. Mathew Nowicki-Fred Severud. Arena de Raleigh (1950-1952)
 5-2. Kenzo Tange. Asamblea Shizuoka (1955-1957)
 5-3. Eero Saarinen. Estadio Ingalls de hockey, Yale (1953-1959)
 5-4. Frei Otto. Pabellones Olímpicos. Munich (1972)

- 5-1. Mathew Nowicki-Fred Severud. Raleigh Arena (1950-1952)
 5-2. Kenzo Tange. Shizuoka Assembly Hall (1955-1957)
 5-3. Eero Saarinen. Ingalls Hockey Stadium, Yale (1953-1959)
 5-4. Frei Otto. Munich Olympic pavilions (1972)

respectivamente, también subrayan el triunfo de las cáscaras, como muestran las famosas conchas australianas o la reiteración del perfil parabólico en las dos torres de las oficinas municipales canadienses. Respecto a esta última geometría, sabemos que está muy presente en un sistema sometido a la fuerza de la gravedad, algo que simplemente se observa en la trayectoria de cualquier objeto lanzado al espacio. Ya los constructores de la antigüedad intuyeron la adecuación de la parábola para sus arcos, una forma que aparece íntimamente relacionada con la naturaleza del comportamiento de las estructuras sujetas a las acciones gravitatorias. Su relevancia para la arquitectura moderna se debe, obviamente, a la experiencia de Freyssinet y a la consiguiente publicación –por Le Corbusier– de sus monumentales Hangares de Orly, cuando todavía se encontraban en plena ejecución. A partir de este hito, la figura del perfil parabólico quedó sancionada: proyectos para el Palacio de los Soviets, Concurso del Estadio Olímpico de Maracanã, Tomorrow's Auditorium en Cambridge, así como las obras construidas del complejo industrial en Sunila (Aalto, 1938), San Francisco de Asís en Pampulha, Arco memorial en Saint Louis, entre otras muchas.

Ahora bien, planteadas ya las estrategias formales y su extraordinaria

diseminación, así como la gran solvencia de nuestros técnicos, también sería conveniente recordar sus relaciones con las disciplinas teóricas. En ese sentido, el asombro preside cualquier indagación ya que, además de constructores de obras muy destacadas, nos encontramos ante autores de textos que desvelan una importante capacidad reflexiva, junto a una potente información de cultura histórica y filosófica. Contemplado el conjunto y sintetizando, se aprecia que el discurso formalista está organizado a partir de dos grandes relatos, uno conectado a la biología que tendría su origen en el concepto de **morfología** de Goethe; y otro relacionado con la escuela de la **pura visualidad**, cuyas raíces se situarían en las aportaciones de Kant. Pero esta exploración ya tuvo su tratamiento en un número anterior de la revista EGA 8, al cual se remite. ■

Notas

1 / La gran influencia de la obra, desaparecida en la Segunda Guerra Mundial, se debe a que fue publicada por Le Corbusier en la revista *L'Esprit Nouveau* en 1922 cuando todavía se encontraba en construcción. El perfil parabólico pasará a convertirse en una referencia indudable para la arquitectura posterior.

2 / Josep Luis Sert fue el arquitecto de la Embajada USA en Bagdad (1955-1960), cuyas cubiertas lucen una serie modular de paraboloides hiperbólicos, tal vez evocando palmeras.

3 / Sin embargo, abundaban los ejercicios de sus alumnos en torno a la figura del paraboloide hiperbólico, cuando Mies era el responsable del Plan de Estudios en el I.I.T. de Chicago.

4 / Mathew Nowicki (1910–1950), polaco residente en USA, fue el arquitecto que tenía el encargo de la nueva ciudad de Chandigarh, antes que Le Corbusier. Falleció en accidente aéreo precisamente en un vuelo Delhi-Nueva York.

5 / Pier Luigi Nervi, con su casquete esférico para el Palazzetto dello Sport, es protagonista en las Olimpiadas de Roma de 1960. A Kenzo Tange, con sus pabellones para Tokio 1964, le corresponde el mérito de haber entregado las que se consideran las mejores obras olímpicas hasta la fecha. México 1968 representa la despedida de Félix Candela, tanto de su país de adopción como de la figura de paraboloide hiperbólico que está presente en su Palacio de los Deportes, cuyos puntales parecen una cita a su amigo Nervi.

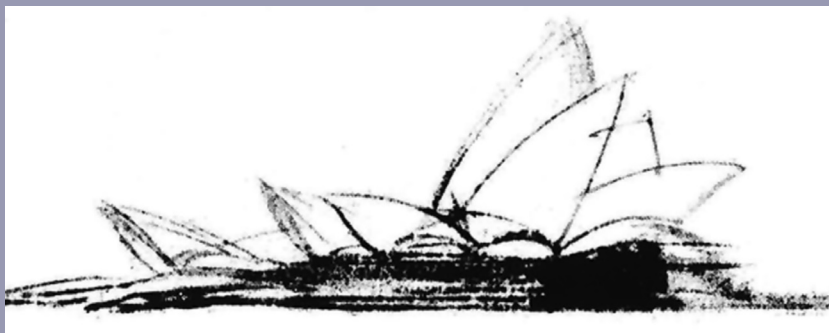
the difficulty involved and general scientific unawareness. As has already been pointed out, following its introduction, this new structural typology gained ground in the 1930s, at the same time as a new compositional typology expanded and which I call “building-roofing”. Henceforth, many buildings would be marked by their invading roofing elements, under the continuity of which useable space would achieve the fulfilment of the most diverse functional programmes: and without physical obstacles, such as the load bearing walls of solid construction, or pillars and columns of framework structures.

The beautiful hypertrophied thin concrete shell structures, developed for reasons of strength and the peculiar property of being mouldable, resulted in a visual gift with their deployment that, sculpted by technique, exploded with expression. Warped surfaces, a play on curves, singular geometries or common geometries – but unique in their scale and lightness – revealed a whole universe of constructed forms to which the most wide-awake retinas cannot remain indifferent. And so it happened, as concrete shells multiplied throughout the world thanks to their proven effectiveness and economy, culminating in a grand boom at the end of the 1950s.

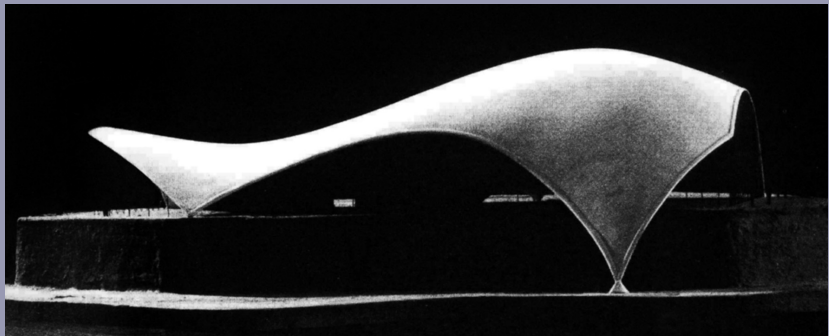
In fact, the exaltation of the hyperbolic paraboloid was clearly on show at the Brussels World's Fair in 1958, held under the significant slogan of *Forms, Techniques and Human Constructions* that seems to have been chosen to represent the situation of architecture in the “formalist age”. Apart from the already cited Philips Pavilion of Le Corbusier, René Sarger was the author of the France Pavilions of Information and the Marie Thumas restaurant, all resolved with paraboloids. Likewise, it is easy to detect the source of inspiration for the Parliaments of the two emerging capitals of the 20th century, Chandigarh (1953-1961) and Brasilia (1957, competition), whose most representative public buildings are tributes to shell typology. Looking at other events of great media impact such as the Olympic Games (Rome 1960, Tokyo 1964, Mexico 1968) 5, besides proving the hegemony of the technique, one gets the repeated impression of a fusion and confusion between structural architecture and sculpture.

LÁMINA 6. Formas libres

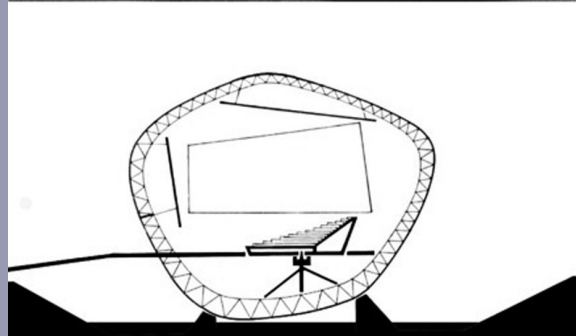
SHEET 6. Free forms



6-1



9-2



6-4



6-3



- 6-1. Jörn Utzon Croquis para Concurso de la Ópera de Sydney (1956)
- 6-2. Eduardo Torroja. Club Táchira, Caracas (1957)
- 6-3. Eero Saarinen. Terminal aérea TWA, Nueva York (1956)
- 6-4. René Sarger. Teatro en Dakar (1962)

- 6-1. Jörn Utzon Sketch for Sydney Opera House competition (1956)
- 6-2. Eduardo Torroja. Táchira Club, Caracas (1957)
- 6-3. Eero Saarinen. TWA Air Terminal, New York (1956)
- 6-4. René Sarger. Dakar Theatre (1962)

6/ Tras ser modificado el proyecto de Utzon, ganador del concurso, con su correspondiente polémica por la falta de viabilidad constructiva, la larga historia de la ejecución resultó más polémica, si cabe, con la intervención de la firma Ove Arup que logró levantar la obra regularizando las formas iniciales y utilizando armazones metálicos.

7/ A este concurso se presentaron más de quinientas propuestas, de las que ocho se seleccionaron como semifinalistas y entre las que se eligió para el premio, en septiembre de 1958, el proyecto de un equipo finlandés dirigido por Viljo Revell, un arquitecto que había sido el asistente de Alvar Aalto en el Pabellón de Finlandia de la Exposición de París de 1937. Al igual que ocurrió en el concurso de Sydney, la presencia en el jurado de Eero Saarinen fue determinante.

8/ JORDÁ, C. *Olvidados discursos formalistas*. EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica n°25, 2015. pp. 66-77.

Referencias

- BILL, Max: *Robert Maillart*. Girsberger. Zürich, 1955 (First Edition 1949).
- CANDELA, Félix: *En defensa del formalismo y otros escritos*. Xarait. Bilbao, 1985.
- FABER, Colin: *Las Estructuras de Candela*. Editorial Continental. México D.F., 1970, (*Candela, the Shell Builder*, Reinhold Publishing Co., New York, 1963).
- FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ, José Antonio: *Freyssinet*. 2C Ediciones. Barcelona, 1978.
- JORDÁ, Carmen: “Historias próximas a Eduardo Torroja” en *Eduardo Torroja, la vigencia de un legado*, pp. 19-68. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, 2000.
- MAY, Roland: “Shell Wars: Franz Dischinger and Ulrich Finsterwalder” en *Nuts & Bolts of Construction History* Vol. 3, pp. 133-141. Edited by R. Carvais, A. Guillaume, V. Nègre. y J. Sakarovitch. E.Picard, Mercuès 2012.
- TORROJA, Eduardo: *Razón y ser de los tipos estructurales*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 1996 reedición.

With regard to competitions of the maximum international participation, the Sydney Opera House Sydney **6** and Toronto City Hall **7**, awarded in 1957 and 1958 respectively, also underline the triumph of shells, as the famous Australian shells show, or the repetition of the parabolic profile in the two towers of the Canadian municipal offices. As for this latter geometry, we know that the parabola is very present in a system subject to the force of gravity, something that is simply observed in the trajectory of any object launched into space. Even the builders of old understood the appropriateness of the parabola for their arches, a form that seems to be intimately linked to the nature of the behaviour of structures subject to gravitational forces. Their importance in modern architecture is clearly due to the insight of Freyssinet and the consequent publication – by Le Corbusier – of his monumental Orly Hangars, when they were still being built. From that milestone on, the figure of the parabolic profile was acceptable: projects for the Palace of the Soviets, the Competition for the Maracanã Olympic Stadium, Tomorrow’s Auditorium in Cambridge, as well as the building work of the industrial complex in Sunila (Aalto, 1938), San Francisco de Asís in Pampulha, the memorial Arch in Saint Louis, among many others bear witness to this.

So, having posed the formal strategies and their extraordinary dissemination, as well as the great skill of our technicians, it would also be a good idea to recall their relationships with theoretical disciplines. Here, amazement presides over any enquiry as, apart from being builders of outstanding works, we face authors of texts that reveal an astounding capacity for reflection, together with a powerful sense of historical and philosophical culture. Taking everything into account and synthesizing it, it appears that the formalist discourse is based on two great historical themes, one connected with biology originating in Goethe’s concept of **morphology**; and the other related to the school of **pure visibility**, whose roots are to be found in the contributions of Kant. But that exploration has already been the subject of a previous issue of the EGA **8** journal, which I would like to refer you to. ■

Notes

1 / The huge influence of this work, which disappeared in the Second World War, is due to the fact that it was published by Le Corbusier in the journal *L’Esprit Nouveau* in 1922 when it was still under construction. The parabolic profile would become an undoubted reference point in later architecture.

2 / Josep Luis Sert was the architect of the U.S. Embassy in Bagdad (1955-1960), whose roofs display a series of hyperbolic paraboloids, perhaps evoking palm trees.

3 / However, the exercises of his students abound in the figure of the hyperbolic paraboloid, when Mies was in charge of the Study Program at the I.I.T. of Chicago.

4 / Mathew Nowicki (1910-1950), a Pole, resident in USA, was the architect who was commissioned to build the new city of Chandigarh, before Le Corbusier. He died in an aircraft accident precisely on Delhi-Nueva York flight.

5 / Pier Luigi Nervi, with his small spherical shell for the Palazzetto dello Sport, is protagonist at the 1960 Rome Olympics. Kenzo Tange, with his 1964 Tokyo pavilions takes the merit for having delivered them what are considered to be the best Olympic Works to date. México 1968 represents the farewell of Félix Candela, both from his adopted country and from the figure of the hyperbolic paraboloid that is present in his Sports Palace, whose struts seem to be a quote from his friend Nervi.

6 / After modification, Utzon’s Project, the winner of the competition, with its corresponding polemic over the lack of constructive viability, the long history of execution turned out to be even more polemic with the intervention of the Ove Arup firm that managed to raise the work by regularizing the initial forms and using metal armatures.

7 / More than 500 proposals were presented for this competition, of which eight were selected as semi-finalists and among those that were chosen for the prize, in September 1958, was the Project of a Finnish team led by Viljo Revell, an architect that had been assistant to Alvar Aalto in the Finland Pavilion of the Paris Exposition of 1937. As happened in the Sydney competition, the presence on the jury of Eero Saarinen was determinant.

8 / JORDÁ, C. *Olvidados discursos formalistas*. EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica n°25, 2015. pp. 66-77.

References

- BILL, Max: *Robert Maillart*. Girsberger. Zürich, 1955 (First Edition 1949).
- CANDELA, Félix: *En defensa del formalismo y otros escritos*. Xarait. Bilbao, 1985.
- FABER, Colin: *Las Estructuras de Candela*. Editorial Continental. México D.F., 1970, (*Candela, the Shell Builder*, Reinhold Publishing Co., New York, 1963).
- FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ, José Antonio: *Freyssinet*. 2C Ediciones. Barcelona, 1978.
- JORDÁ, Carmen: “Historias próximas a Eduardo Torroja” in *Eduardo Torroja, la vigencia de un legado*, pp. 19-68. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, 2000.
- MAY, Roland: “Shell Wars: Franz Dischinger and Ulrich Finsterwalder” en *Nuts & Bolts of Construction History* Vol. 3, pp. 133-141. Edited by R. Carvais, A. Guillaume, V. Nègre. and J. Sakarovitch. E.Picard, Mercuès 2012.
- TORROJA, Eduardo: *Razón y ser de los tipos estructurales*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, republished in 1996.