

MERCADO DE ALGECIRAS, 1933

MARKET AT ALGECIRAS, 1933

Funcionalmente el problema que había que resolver con este proyecto consistía en cubrir un espacio amplio, eliminar elementos intermedios que dificultaran la organización cómoda de los puestos de venta, y proporcionar un acceso conveniente desde las cuatro calles que circundan el edificio.

Una planta octogonal con cuatro puertas opuestas entre sí que, a través de cuatro calles interiores, dan acceso al mercado y que se encuentran en una plaza central sobre la que se sitúa un lucernario, propiciaba, además, una clara circulación exterior.

La estructura laminar de la cubierta está formada por un casquete esférico de hormigón armado de 47,80 m de diámetro, 44,10 m de radio de curvatura, y 9 cm de espesor que se apoya sobre ocho soportes —la concentración de esfuerzos en los puntos de apoyo obliga a aumentar el espesor de la lámina hasta 50 cm—; para absorber los empujes horizontales en los soportes, Torroja construyó un zuncho octogonal constituido por dieciséis redondos de 30 mm de diámetro.

En el centro de la cúpula el anillo de refuerzo —de diez metros de diámetro— da forma a un gran lucernario, también octogonal, formado por triángulos prefabricados de hormigón armado sobre los que apoyan los vidrios de la claraboya, que permite la iluminación del espacio interior.

El perímetro del casquete está cortado en cada lado del octógono por una bóveda cilíndrica que se apoya en los dos soportes contiguos: una original

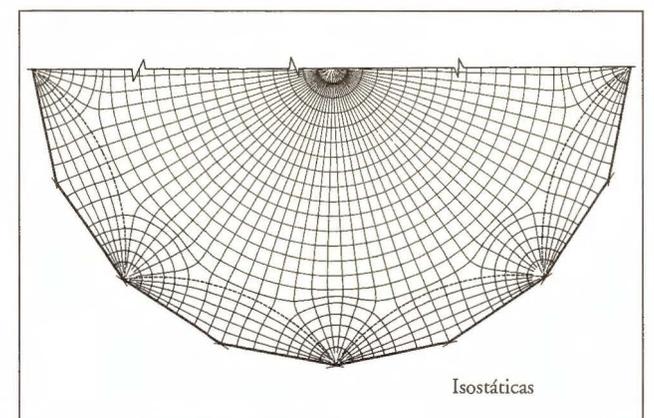
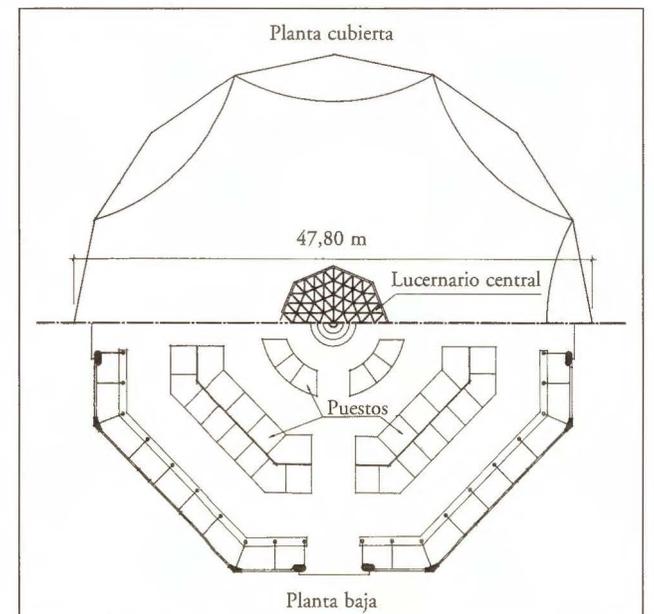
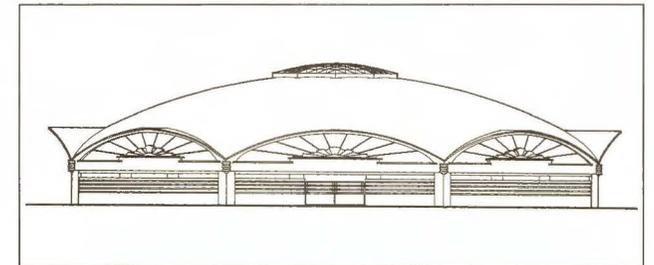
This facility was designed to solve two essentially functional problems: roofing a large area with no intermediate structures that would have interfered with an optimum layout of the vendors' stands, and providing convenient access from the four streets flanking the market.

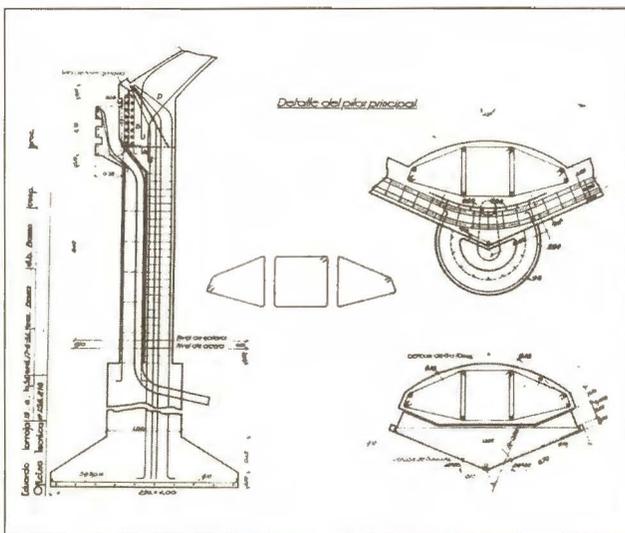
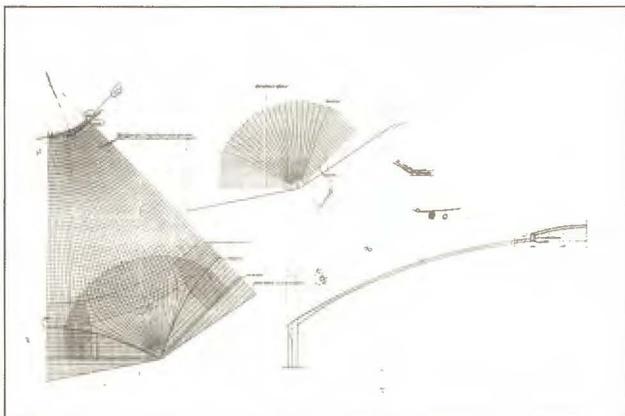
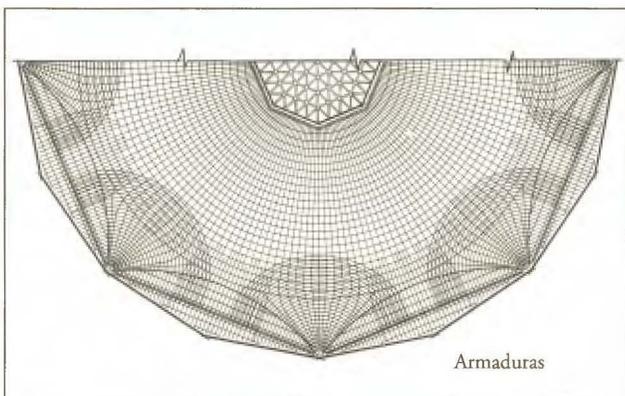
The result is an octagonal structure with entrances at four opposite ends of the building, leading into the market along four wide aisles. The convergence of these internal avenues at a central square crowned by a skylight contributes to orderly circulation.

The thin shell roof consists in a spherical reinforced concrete dome with a diameter of 47.80 m and a radius of curvature of 44.10 m. Resting on eight columns, it is just 9 cm thick except at the support points which had to be thickened to 50 cm to withstand the stresses concentrated there. The horizontal thrusts on the columns are absorbed by an octagonal hoop comprising sixteen 30 mm diameter rods.

Natural lighting is afforded by the likewise octagonal skylight supported by a reinforcement ring in the centre of the dome. Its 10 m diameter is covered with triangular panes of glass resting on precast reinforced concrete frames.

The edges of the dome curve convexly between supports to accommodate eight cylindrical vaults that also rest on the columns. Not only a very original





manera de rigidizar, mediante un sutil pliegue, el borde de la cúpula; además con esta disposición se recogen hacia los soportes las isostáticas que descienden de la cúpula. A su vez estas bóvedas están rigidizadas mediante unos radios que las unen al tirante perimetral.

Las bóvedas cilíndricas, centradas en los lados del octógono, se prolongan hacia el exterior en un vuelo elegante para cubrir las entradas al mercado.

Esta elección estructural permite conseguir una superficie geoméricamente pura, sin nervios de refuerzo, una disposición amada por Torroja.

El tirante octogonal absorbe los empujes radiales de modo que a la cimentación se transmiten, fundamentalmente, esfuerzos horizontales a través de los ocho pilares de apoyo.

Al zuncho se le colocaron unos tensores que permitían poner en tracción el anillo, con lo que se evitan las flexiones en la lámina provocadas por contracción de la cúpula.

Después de hormigonada la cubierta y antes de descimbrar se puso en carga el anillo; esta operación, además de reducir los momentos de flexión secundarios en la lámina, facilitaba la operación de retirada de la cimbra, operación siempre comprometida en elementos de espesor estricto. El anillo una vez teso se hormigonaba para protegerlo de la corrosión.

Los soportes tienen un mayor espesor en sentido radial y mayor anchura en la dirección de la fachada para evitar flexiones debidas a corrimientos radiales consecuencia de las oscilaciones térmicas. De este modo la cubierta presenta toda la superficie sometida a compresión de forma que, al no producirse fisuras, se hace innecesario el uso de material impermeabilizante.

Los muros de fachada cumplen, únicamente, una función de cerramiento pero no estructural.

way of stiffening the edge of the dome with a subtle fold, this device also ensures that the isostatic stresses generated from the top of the dome downward are concentrated over the columns.

The vaults, which cantilever elegantly outward covering the entrances to the market, are themselves stiffened with radii attached to the perimetric hoop at mid-span between columns.

With this structural approach Torroja achieved the type of ribless, geometrically pure surface so dear to his heart.

Since the octagonal hoop absorbs the radial thrust, the forces transmitted to the foundations through the eight supporting columns are primarily vertical.

The rods were fitted with turnbuckles to prestress the hoop and thereby prevent bending stress on the shell caused by dome shrinkage.

The hoop was loaded after the roof was concreted but before the formwork was disassembled; in addition to reducing the secondary bending moments on the shell, sequencing procedures in this way facilitated removal of the formwork, always a complex operation in thin structures. After tightening, the hoop was covered with a layer of concrete to protect it from corrosion.

The columns are thicker in the peripheral than in the radial direction to counter possible bending moments generated by the radial creep induced by fluctuating temperatures. Since as a result the entire surface of the roof is under compression and therefore crack-resistant, there is no need for waterproofing.

The facade walls are mere skin enclosures that serve no structural purpose.

MERCADO DE ALGECIRAS

1933

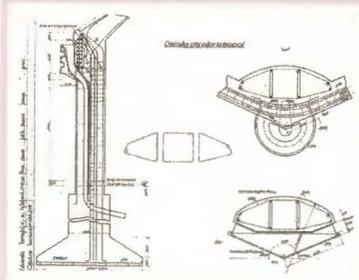
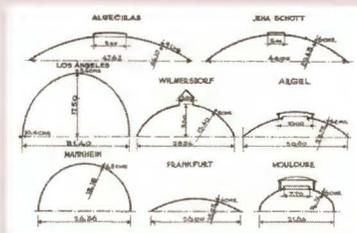


«La bóveda en forma de casquete de revolución es, indudablemente, la forma simple más resistente para este caso, y los peligros de pandeo que pudieran aparecer en los bordes de la cúpula, al llegar a las fachadas, están alejadas de nuestro proyecto con el enlace de las bóvedas cilíndricas.»

«La estructura está definida por una cúpula esférica que apoya sobre ocho soportes. El diámetro es de 47,00 m y el radio de curvatura, 44,10 m.»

«En el centro, un anillo de refuerzo delimita la claraboya central, formada por triángulos prefabricados de hormigón armado, sobre los que se apoyan los vidrios de lucernarios.»

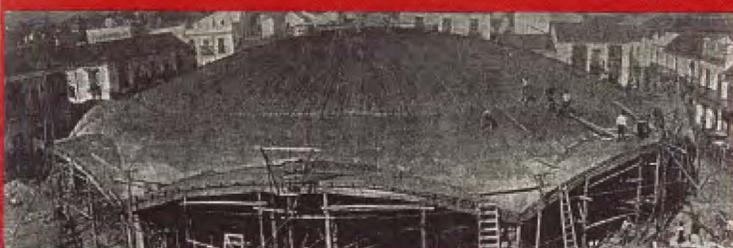
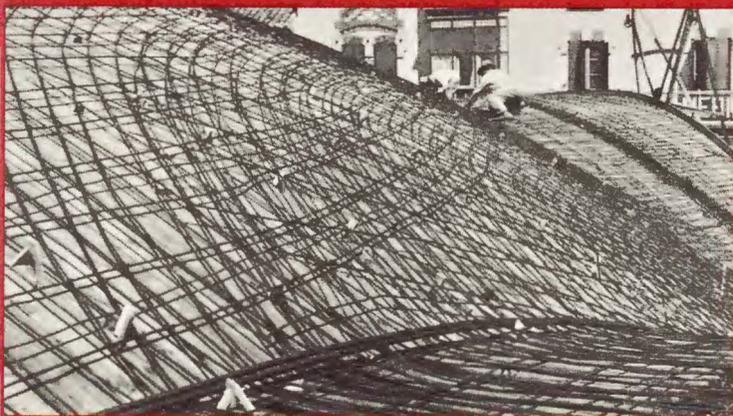
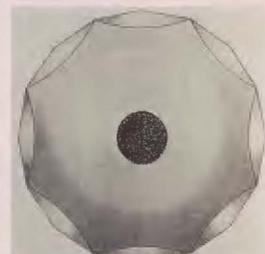
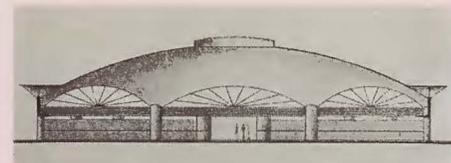
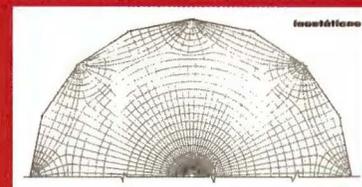
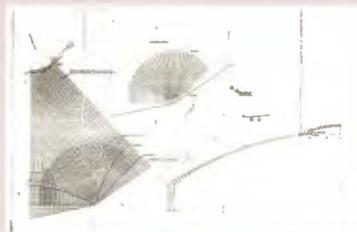
«El borde exterior del casquete esférico está cortado por bóvedas cilíndricas que van periféricamente de soporte a soporte. El enlace de estas bóvedas con el casquete sirve para rigidizar los bordes de éste y para encauzar, hacia los soportes, las tensiones principales.»



«El espesor de cálculo de la lámina es de 9 cm, pero aumenta gradualmente hasta los 50 cm en las proximidades de los soportes, para resistir la concentración de esfuerzos que aquí concurren. En cada uno de estos puntos, la componente vertical de la reacción es resistida por el propio soporte, mientras que la componente radial horizontal es contrarrestada por un anillo octogonal.»

«Este zuncho (pretensado) recoge los empujes y permite eliminar, con el pretensado, la contracción radial de la cúpula producida por retracción y por la misma deformación elástica de la lámina.»

«Los radios que unen los centros de cada tirante con las bóvedas correspondientes sirven para rigidizar estas bóvedas y alejar el posible peligro de pandeo de sus bordes. Al mismo tiempo se utilizan como elemento decorativo.»



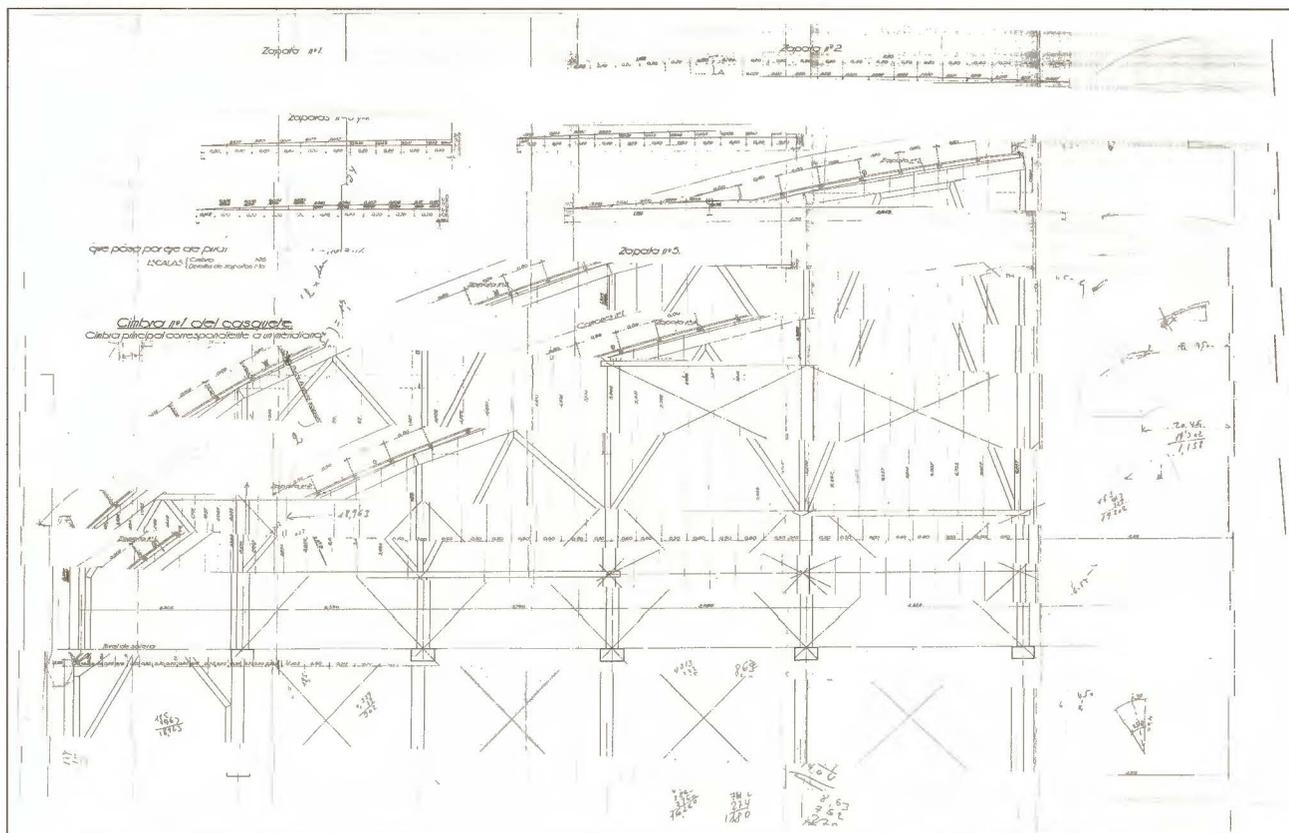


Por otra parte, el complicado planteamiento matemático que exigía el cálculo de esta lámina —prácticamente inabordable en la época— estimuló en Torroja el deseo de comprobar experimentalmente la bondad de sus cálculos: esta fue la primera ocasión en que acometió el estudio en modelo reducido de sus creaciones.

The extraordinarily complex mathematical engineering involved in designing this shell—a daunting task virtually inaccessible in Torroja's day—prompted him to verify the accuracy of his calculations experimentally: this was the first time that he undertook to build a scale model to study one of his creations.

El intento presentaba varias dificultades: el reducido espesor del modelo, la forma de ejecución del propio modelo, las técnicas de medida que se podían utilizar, incluso la carencia de laboratorios especializados. En una actitud muy característica de

That attempt entailed a series of difficulties: the scant thickness of the model, the construction process itself and, most acutely, the want of specialized laboratories. Not one to be defeated by such obstacles, Torroja, in a characteristic display



Torroja, que sería una constante en su quehacer profesional, acometió el problema fundando junto a un grupo de amigos y técnicos, la empresa ICON (Investigaciones de la Construcción) que desarrollaría una avanzada técnica en este campo.

Declarado Bien de Interés Cultural, el mercado ha sido restaurado coincidiendo con el centenario del nacimiento de su autor; las obras, proyectadas por la Oficina Técnica de José Antonio Torroja, han consistido básicamente en la realización de un nuevo tirante y en la reparación de desperfectos, en especial, en los voladizos de las bóvedas cilíndricas.

of his enterprising leanings, founded a new company with a group of friends and engineers. The outcome, ICON (Investigaciones de la Construcción - "Construction Research, Inc."), would go on to develop very advanced techniques in this field.

Declared to be of cultural interest, the market was restored on the occasion of the one hundredth anniversary of the author's birth; José Antonio Torroja's engineering firm provided the design for these works, which consisted essentially in building a new hoop and repairing damaged elements, particularly the cantilevered cylindrical vaults.

