

CODE 366

SHELL CONCRETE STRUCTURES IN VALENCIAN REGION (SPAIN) CATALOGUE

CATÁLOGO DE ESTRUCTURAS LAMINARES DE HORMIGÓN ARMADO EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

Arnau, Fernando¹; Serrano, Begoña²; Fenollosa, Ernesto²

1: Arquitecto y Arquitecto Técnico
Universidad Politécnica de Valencia (España)
e-mail: farnau@grupo6.net

2: Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras
Universidad Politécnica de Valencia (España)
e-mail: apserlarn@mes.upv.es; efenollo@mes.upv.es

RESUMEN

Las láminas de hormigón armado utilizan principalmente su forma como mecanismo resistente. Son estructuras extremadamente eficientes y bellas. El desarrollo de este tipo de estructuras se inicia en torno a los años 20 del siglo XX alcanzando su esplendor cuantitativo y cualitativo en torno a los años 50 y 60 y su ocaso en la década siguiente, fundamentalmente por motivos económicos.

El presente estudio pretende la localización y caracterización histórica, constructiva y estructural de las estructuras laminares en la Comunidad Valenciana (España). Para ello se ha realizado una labor previa de localización y documentación de 17 estructuras para su completa catalogación.

Por cuestiones relativas a la durabilidad del hormigón armado, la protección de este singular patrimonio arquitectónico resulta necesaria y urgente. El fin de este estudio es la divulgación y puesta en valor, de esta tipología estructural en la Comunidad Valenciana con la esperanza de que administraciones y propietarios emprendan acciones para su conservación, rehabilitación y protección.

PALABRAS CLAVE: Catálogo; lámina; hormigón; rehabilitación; Comunidad Valenciana.

1. INTRODUCCIÓN.

El hormigón armado sacan el máximo provecho de los materiales que la componen: La resistencia a tracción del acero complementa la resistencia a compresión del hormigón. Gracias a las aptitudes del hormigón fresco, tienen la posibilidad de adaptarse a cualquier forma dotando al proyectista de una gran libertad compositiva.

Las estructuras laminares de hormigón armado en virtud de su geometría y escaso espesor tienen un comportamiento de membrana, sollicitaciones tangenciales, reduciendo los esfuerzos de flexión. De este modo, además de disminuir la cantidad de hormigón, también lo hace la de acero y, como consecuencia, el peso propio de la estructura favoreciendo la cobertura de grandes luces con mínimos espesores. Todos estos factores las convierte en estructuras no sólo bellas sino muy eficientes [1].

Aunque comienzan a desarrollarse en los años 20 del siglo XX, las estructuras laminares tuvieron su periodo de esplendor a mediados del siglo pasado. En los años 70 comenzó su ocaso: El ahorro en materiales llegó a no compensar el aumento del precio de mano de obra especializada necesaria, relegándolas en las décadas siguientes a ejemplos puntuales promovidos por la administración como elementos icónicos.

Las primeras estructuras laminares de hormigón armado son formas clásicas, superficies de simple curvatura o de doble curvatura sinclásticas (bóvedas y cúpulas) donde la curvatura en todas las direcciones es del mismo signo. En los años 30 aparecen las primeras formas novedosas como los Talleres Bagneux de Eugène Freyssinet, con sus conoides en dientes de sierra, o Eduardo Torroja, con su bóveda del frontón de Recoletos y la cubierta del Hipódromo de la Zarzuela una de las primeras superficies de doble curvatura anticlásticas, donde el signo de la curvatura es opuesta en distintas direcciones [2].

Uno de los mayores exponentes de esta tipología estructural es el arquitecto español Félix Candela. Tras su exilio, nacionalizado mejicano y estadounidense, funda en 1950, junto a su hermano Antonio y los hermanos Fernández Rangel, la empresa Cubiertas Ala, con las que construyó casi 900 estructuras laminares de hormigón armado. Experimentó con las láminas de hormigón armado de curvatura doble, especialmente las anticlásticas, en multitud de variantes y combinaciones, creando edificios de singular belleza y alto interés a nivel estructural [3].

2. LÁMINAS DE HORMIGÓN ARMADO EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

En la Comunidad Valenciana se desarrollaron fundamentalmente durante la década de los 60, decayendo a partir de entonces al convertirse en inviables desde el punto de vista económico. En décadas posteriores aparecen edificios emblemáticos puntuales públicos o religiosos de modo puntual.

Para realizar el catálogo ha sido necesarios localizar las estructuras laminares de hormigón armado ejecutadas en la Comunidad Valenciana mediante desplazamientos y consultas con la administración. Para la fase posterior de documentación se ha consultado con Ayuntamientos, Archivos municipales, Colegios profesionales, promotores, Arquitectos, Ingenieros, y demás agentes para localizar proyectos, memorias y planos, fotografías de la fase de construcción e históricas y se ha llevado a cabo un análisis fotográfico, constructivo y estructural del edificio.

2.1 Grupo marqués de Valterra. Av. de las Gaviotas, 23-29, el Perellonet (València). Carlos de Miguel (1950-1952).

El arquitecto Carlos de Miguel, decidió utilizar para este núcleo de 27 viviendas el sistema de bóveda CTESIPHON. Para su ejecución, sobre cerchas metálicas paralelas con forma parabólica y 6 m de luz, se tiende tela de saco de arpillera que se recubre con una doble capa de mortero de cemento, hasta alcanzar un espesor de 3 cm. La tela, debido al peso del mortero, se deforma dando a la bóveda su ondulado característico. Esta peculiaridad geométrica dota a la bóveda, al igual que en el Hangar de Orly de Eugène Freyssinet, de mayor rigidez al ser una superficie de doble curvatura anticlástica [4].

El complejo ha sufrido sucesivas reformas y ampliaciones. por lo que sería conveniente que la administración protegiese y realizase un plan de rehabilitación integral que devolviese el complejo, en la medida de lo posible, a su situación original. (Figura 1)

2.2 Auditorio. Paseo de la Explanada. Alicante (Alicante). Miguel López González (1954).

El auditorio está formado por una lámina de hormigón armado de doble curvatura sinclástica, de sección variable (35 cm en el apoyo y 15 cm en los extremos). La lámina está reforzada por tres nervios de hormigón de 75 cm de espesor en su base, llegando a alcanzar 9,50 m en voladizo. Tras ser

amenazado de demolición, finalmente en el año 2001 y 2007 (Figura 2) se realizaron sendas intervenciones de rehabilitación integral [5].



Figura 1: Grupo Marqués de Valterra.



Figura 2: Rehabilitación Auditorio de la Explanada. (Cype Ingenieros S.A.)

2.3 Iglesia S. Nicolás. Av. de la pau, 2. Grau de Gandia (València). Eduardo Torroja / Gonzalo Echegaray / Jaime Nadal. (1958-1962)

La estructura está formada por dos vigas de gran canto de hormigón de 15 cm de espesor que se apoyan en los testeros de la edificación y cubren una luz de 27 m. Ambas láminas de hormigón adquieren inercia al estar dobladas en forma de “Z”, gracias a que se añade la cubierta de la nave, y las capillas laterales en el sur y la del claustro en el norte (Figura 3). Los importantes esfuerzos de torsión causados por la geometría quebrada se ven absorbidos por unas costillas de hormigón armado que refuerzan la losa, en el exterior en la losa sur y en el interior en la losa norte. Asimismo, los referidos contrafuertes sostienen la losa de cubierta en voladizo, transmitiendo la carga a las vigas laterales. Se introdujeron esfuerzos activos en las losas mediante el postesado, mediante el sistema Barredo, de tal modo que los muros se encuentran fundamentalmente sometidas a esfuerzos de compresión [6].

Está situada en un ambiente marino, caracterizado por elevados porcentajes de humedad y de contenidos de cloruros, cuyos síntomas se manifestaban en la corrosión generalizada que presentaban las armaduras de la estructura. Entre 2002 y 2006 se llevó a cabo la rehabilitación integral de la iglesia, obra del arquitecto Ignacio Lafuente Niño. El proceso de reparación, al que fue sometida dicha estructura, consistió fundamentalmente en la eliminación del hormigón deteriorado hasta alcanzar la posición de las armaduras (Figura 4), que fueron limpiadas del óxido, para proceder finalmente a su reconstrucción y protección frente al desarrollo de futuros procesos de corrosión. Las láminas plegadas no presentaban corrosión gracias a la compresión del hormigón inducida por el postesado [7].



Figura 3: Interior Iglesia S. Nicolás.



Figura 4: Rehabilitación Iglesia de S. Nicolás. (Lafuente, I; 2002)

2.4 Estación de Servicio “El Rebollet”. Carretera de Gandia, 35. Oliva (València). Juan de Haro Piñar. (1960-1962)

La cubierta del edificio de servicio está formada por 6 paraboloides hiperbólicos, superficies de doble curvatura anticlástica. De base cuadrada y 7 metros de lado comparten sus apoyos de modo que con sólo 6 puntos cubre una superficie de casi 300 m². Los apoyos tienen una luz intermedia de 9,90 m y la misma distancia entre puntas de voladizo. Parten de un apoyo articulado desde 2 metros del suelo, alcanzando una altura total de 7 m . La lámina de hormigón es de 8 cm de espesor y tiene una doble capa de armadura de acero.[8]

El edificio ha sufrido algunas transformaciones que le han hecho perder parte de su carácter original (Figura 5). Se haya en buen estado de conservación gracias a un mantenimiento constante, con reparaciones puntuales de filtraciones y corrosión de las armaduras con la consecuente fisuración y desprendimiento del hormigón de recubrimiento.

2.5 Talleres del IES Politécnico. C. Cantó de Castàlia, 1. Castelló de la plana (Castelló). Luis M. Feduchi / José Ruiz-Castillo / Ricardo Urgoiti. (1963-1966)

La cubierta de los talleres está formada por 6 paraguas rectangulares de 9 m x 13,50 m cada uno. Cada elemento está formado por 4 secciones paraboloides hiperbólicos, superficies de doble curvatura anticlástica, con un único soporte central de 40x40 cm que aloja en su núcleo la bajante de la cubierta. Los paraguas, de 2,30 m de canto y alineados tres a tres, están inclinados en dientes de sierra, dejando una abertura de 1,50 m, entre ellos. El espesor de la lámina es de 7,50 cm. Para la construcción de las superficies laminares Feduchi recurrió a la empresa Construcciones Laminares SL [9]. Sus fundadores, Ricardo Urgoiti y José Ruiz-Castillo, aprendieron a diseñar, calcular y ejecutar dicho tipo de estructuras junto a Félix Candela. La escuela fue derribada y reconstruida en 2001. De los talleres se derribaron los cerramientos conservando la estructura, dejándola exenta (Figura 6) tras someterla a una rehabilitación integral.



Figura 5: Estación de servicio “El Rebollet”.



Figura 6: IES Politécnico.

2.6 Fábrica Inter-fruit. N-332 km 206,9. Oliva (València). Pablo Pintado / Ignacio Faure. (1964-1966)

Los dos pabellones principales están cubiertos por cuatro secciones de superficies de doble curvatura anticlásticas, paraboloides hiperbólicos con forma de paraguas de 8 m x 22,50 m de luz y 8 m de altura [10].

Cada módulo está soportado por un único pilar central de hormigón, de 40 por 60 cm, que alberga en su núcleo la bajante que recoge el agua de lluvia de la cubierta. La lámina tiene un espesor mínimo de 4 cm y una sola capa de mallazo de acero como armado. Habitualmente, una superficie menor a 200 m² suele no hacer necesario el refuerzo de bordes (tracción) y valles (compresión) mediante nervios. En Interfruit el paraguas cubre 180 m² pero su gran longitud hace que sea necesario el aumento de

espesor y refuerzo de armadura en bordes y valles. El diseño y cálculo de la estructura lo debemos al arquitecto Ignacio Faure, español que trabajó junto a Félix Candela, en México.

A pesar de que la estructura en general se encuentra en buen estado gracias al mantenimiento, parte del fachada racionalista ha sido modificada y se ha ocultado la estructura en varios puntos con un falso techo anclado a la cubierta junto con otras instalaciones (Figura 7). El escaso espesor de la lámina aconseja la reparación de los puntos de anclaje en caso de ser retirados. La protección del edificio por parte de la administración podría permitir la vuelta a su estado original ante un eventual cambio de uso.

2.7 Cubierta en estadio Guillermo Olagüe. Av. dels Esports. Gandia (València). Pablo Pintado. (1964-1967)

Guillermo Olagüe, médico estomatólogo, fue el promotor de este proyecto, tras aceptar el cargo del Presidente del Club de Fútbol de Gandia en 1964. El proyecto [11] abarcaba toda una ciudad deportiva, de la que, por dificultades económicas, se acabó ejecutando el estadio de fútbol y parte de las oficinas.

La cubierta del graderío del estadio consiste en diez paraguas cuadrangulares invertidos de 10,60 x 10,80 m formado por 4 secciones de paraboloides hiperbólicos, superficies de doble curvatura anticlásticas, de hormigón armado soportados por un pilar central de 60 x 40 cm que aloja en su núcleo la bajante de aguas pluviales. Presumiblemente el cálculo de la cubierta de la grada es obra del arquitecto Ignacio Faure.

En 2014 se realizó una rehabilitación integral del Estadio, llevada a cabo por el arquitecto Javier Olagüe, hijo del promotor. La corrosión del armado, especialmente de borde, de los paraguas, había causado la fisuración y desprendimiento del hormigón (Figura 8). En este caso, el fenómeno se vio agravado por el clima marino y por la tipología estructural, en la que los escasos espesores, densidad del armado y superficies inclinadas obligaban al uso de hormigones de consistencia plástica, casi seca, aplicados y compactados a mano.



Figura 7: Elementos improprios en Inter-fruit.



Figura 8: Estadio Guillermo Olagüe (COESME, 2014)

2.8 Porche en el colegio Jesús y María. C. Caja de Ahorros, 15. Alicante (Alicante). Agustín Borrell. (1963-1969)

El colegio se desarrolla en pabellones independientes [12]. El porche de la capilla, fruto de una primera ampliación en 1966, está cubierto por una lámina plegada de hormigón armado de 10 cm de espesor. Consiste en la concatenación de un módulo de 250x383 cm, fruto de la intersección de dos láminas plegadas a dos aguas apoyadas sobre dos hileras de pilarcillos de 13x13 cm de hormigón armado. La lámina que cubre el claustro repite la mitad del módulo del porche y se apoya en el exterior sobre los pilarcillos y la cumbra sobre la fachada del bloque. Gracias a un continuo mantenimiento la estructura se encuentra en buen estado en la actualidad (Figura 9).

2.9 IES Joaquín Sorolla. C. José María Haro, 2. València. (València). José R. Azpiazu / Ramón Argüelles / Ignacio García. (1964-1967)

El Instituto de Segunda Enseñanza Sorolla se proyecta junto al camino de Algirós y está destinado a acoger a 1.000 alumnos de los cercanos Poblats Marítims de València. El arquitecto José R. Azpiazu utiliza el hormigón como elemento estructural y de acabado, atendiendo a la limitación de presupuesto [13]. Siguiendo criterios de iluminación y ventilación se diseña el edificio formado por bloques escalonados en planta y sección que generan la formación de patios. Para su cubrición y la del aparcamiento, salón de actos, capilla y gimnasio (Figura 10) utiliza láminas plegadas, en voladizo de 6 m de luz y aporcadas de hasta 13 m de luz. Las láminas plegadas, de 12 cm de espesor, no son desarrollables y son de inercia variable, lo que mejora su comportamiento estructural [14].



Figura 9: Porche en el colegio Jesús y María.



Figura 10: Gimnasio IES Sorolla. (COACV)

2.10 Restaurante “La Cúpula” Complejo Eurhostal. C. Jai Alai, 2. Alcossebre. Estudio Lamela. (1972-1973)

El restaurante está formado por una cubierta formada por 8 secciones de paraboloides hiperbólicos, superficies de doble curvatura anticlástica, apoyados en losas de hormigón triangulares e inclinadas [15]. Cubre una luz de 24 m y tiene una altura en la clave de 5,35 m. El espesor de la lámina está reforzado en los bordes libres de la lámina. Gracias a un constante mantenimiento la estructura se encuentra en buen estado a pesar de encontrarse junto a la costa (Figura 11).

2.11 Iglesia N^a Señora del Carmen. C. Sacerdote Juan Rodríguez Serrano, 3. Benidorm (Alicante). Antoni Corell / PRODEIN Ingeniería (1973-1974)

La altura de la nave es solamente de 3,80 m, lo que incide en la escala humana de los espacios. El techo está interrumpido por un cimborrio cuadrado de 10x10 m y 8,80 m de altura, cubierto por una lámina plegada de hormigón armado de 6 cm de espesor. La lámina se pliega a ocho aguas dejando cuatro aberturas triangulares por las que la luz penetra en la nave (Figura 12). La estructura debido a los escasos recubrimientos y a encontrarse en un ambiente marítimo ha sufrido problemas de filtraciones y corrosión de las armaduras y fisuración y desprendimiento del hormigón de recubrimiento puntuales convenientemente reparados [16].



Figura 11: Restaurante “La Cúpula”.



Figura 12: Iglesia Nª Sra. Del Carmen.

2.12 Cubierta en la Plaza Castelar. Elda (Alicante). José L. Valero / Nemesio Espinosa (1978-1981)

A pesar de su inadecuado comportamiento acústico se opta por construir un paraboloides hiperbólico, superficie de doble curvatura anticlástica, de hormigón armado que aporte una imagen de modernidad a la ciudad.

La cubierta cubre una luz de 22 m entre los dos apoyos y un vuelo de 16 m en sentido transversal. La estructura no es simétrica según el eje longitudinal, lo que conlleva una descompensación en sus vuelos. Tras el escenario está apoyada en tres pilares metálicos que cumplen con la misión de estabilizarla respecto a los esfuerzos de presión y succión producidos por el viento. La lámina de 12 cm de espesor se armó con un doble mallazo para facilitar el hormigonado.

Actualmente se encuentra en buen estado gracias al mantenimiento. La plaza en la que se encuentra sufrió una transformación integral en el año 2015 (Figura 13).

2.13 Iglesia Santa María. C. Almassora, 48. Borriol (Castelló). Francisco Segarra (1981-1983)

El espacio central de la Iglesia está cubierto por un casquete esférico, superficie de doble curvatura sinclástica, de 21 m de diámetro y 10 cm de espesor, sin apoyo en todo su perímetro (Figura 14). La cúpula se encuentra suspendida mediante tirantes de acero de doce elementos de hormigón con forma de arco, acodaladas contra el terreno mediante pilares inclinados [17].

El muro de cerramiento se interrumpe, en ambos casos, por unas ventanas corridas, al igual que en la separación entre cerramiento y cúpula. El templo precisa de una rehabilitación por cuestiones de filtraciones a través de las carpinterías inclinadas y de la cubierta, que origina problemas de fisuración y desprendimiento del hormigón debido a la corrosión de las armaduras, que han sido atendidas con intervenciones puntuales.



Figura 13: Cubierta en Plaza Castelar.



Figura 14: Iglesia Sta. María de Borriol.

2.14 Iglesia Santa María del Mar. C. Armada Española, 5. Playa de Gandia (València). Agustín Gabriel López (1987-1991)

La iglesia de Santa María está cubierta por una lámina de hormigón de 10 cm de espesor plegada a dos aguas entre pódico y pódico con una luz máxima entre pilares de 17,40 m. La lámina se apoya sobre pódicos de hormigón armado con pilares de sección variable, dispuestos radialmente desde el presbiterio [18]. Se encuentra en buen estado de conservación gracias al mantenimiento (Figura 15).

2.15 Marquesina en Plaza Juan XXIII. San vicente del raspeig (Alicante). José. M. Chofre / Juan S. Pérez / José L. Frías / Florentino Regalado. (1990-1992)

Se optó por realizar un paraboloides hiperbólico de hormigón armado, superficie de doble curvatura anticlástica (Figura 16). El cálculo de la estructura se encargó a Florentino Regalado Tesoro, ingeniero de caminos, canales y puertos. El equipo tuvo que superar las dificultades de encontrar soporte teórico o medios tecnológicos para realizar los cálculos que, finalmente, hubo que realizar a mano [19].

El paraboloide mide 16x16 m en planta. Cubre una luz entre los vértices, apoyos y vuelos de 22,63 m. El espesor de la lámina es de 10 y 11 cm y tiene unas alturas en los vuelos de 11,50 y 6 m. La lámina se armó con un doble mallazo para evitar el deslizamiento de hormigón en su puesta en obra.



Figura 15: Iglesia de Sta María del Mar.



Figura 16: Cubierta en Plaza Juan XXIII.

2.16 Edificio de acceso Oceanogràfic. C. Eduardo Primo Yúfera, 1b. València (València). Félix Candela / Carlos Fernández Casado SL (1996-2002)

En 1996 se encarga los proyectos de el Oceanográfico a Félix Candela, que fallece en 1997 sin terminarlo. El edificio de acceso lo desarrolló la Ingeniería madrileña Carlos Fernández Casado SL y fue construido por UTE Parque Oceanográfico: ACS, SEDESA y FCC (Figura 17).

La cubierta está formada por tres lóbulos de paraboloide hiperbólico, superficies de doble curvatura anticlástica. Tiene una anchura total de 34 m, unas luces entre apoyos de 30 m, una altura en la clave de 11 m y en el vuelo de 21 m. Los paraboloides están seccionados por dos planos verticales pasando por su centro y una superficie curva conformando su borde libre. A diferencia de las cubiertas de Candela, posee un doble armado de la lámina, de 12 cm de espesor, y los apoyos están articulados [20].

2.17 Restaurante L'Oceanogràfic C. Eduardo Primo Yúfera, 1b. València (València). Félix Candela / Carlos Lázaro / Alberto Domingo. (1996-2002)

El edificio está formado por ocho lóbulos de cuatro paraboloides hiperbólicos, superficies de doble curvatura anticlásticas, dispuestos radialmente (Figura 18). La luz entre apoyos es de 35,50 m, la altura de 8 m y 12,27 m en la clave y en el borde. Los voladizos alcanzan los 6,83 m. El edificio se inspira en el restaurante los Manantiales en Xochimilco (México) de Félix Candela (1957). El hormigón blanco, reforzado con fibras de acero, se proyectó por vía seca sobre la armadura. La lámina, de 6 cm de espesor, está armada con un mallazo, redundante por cálculo gracias a las fibras, y reforzada en nervios y clave. Los apoyos se consideran articulados [21]. Ambas estructuras son relativamente recientes y está sometida a un plan de mantenimiento.

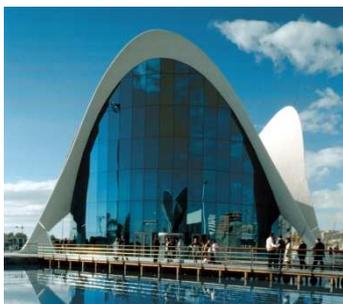


Figura 17: Edificio de acceso al Oceanogràfic.
(Sanchis, F.J. 2002)



Figura 18: Restaurante del Oceanogràfic.
(Sanchis, F.J. 2002)

3. CONCLUSIONES

El conocimiento sobre la durabilidad del hormigón armado a mediados de siglo XX era bastante limitado. La relativa novedad del material y la escasa experiencia condujeron a la utilización de escasos espesores de recubrimiento de las armaduras que, especialmente en los climas marítimos, ha sido letal para la durabilidad de las estructuras. La carbonatación del hormigón produce la corrosión de las armaduras con la consecuente fisuración y desprendimiento del recubrimiento.

Las estructuras laminares son elementos singulares, no sólo por su interés estructural y belleza, sino también por su reducido número fruto de su corta historia y de la dificultad en su diseño, cálculo y ejecución. En la Comunidad Valenciana, la antigüedad de este tipo de estructuras hace necesaria y urgente planes para su rehabilitación, mantenimiento y conservación por parte de administraciones y propietarios. El catálogo pretende, no sólo poner en valor esta tipología ante los referidos agentes sino en la divulgación y concienciación entre los habitantes de la Comunidad, de modo que se localicen más ejemplos y se urja a las administraciones a su protección.

El propio catálogo, contiene varios artículos previos donde se realiza un análisis exhaustivo estructural por elementos finitos con el uso de herramientas informáticas de algunos de los edificios. La pretensión de este trabajo es suscitar un estudio individualizado de cada elemento del catálogo del mismo modo que se ha realizado en la Iglesia de S. Nicolás del Grao de Gandía: Realizar un análisis exhaustivo estructural y constructivo y una caracterización de sus lesiones para elaborar un diagnóstico y poder plantear una serie de acciones de mantenimiento o rehabilitación y conservación.

4. BIBLIOGRAFÍA

[1] Torroja, E. Razón y ser de los tipos estructurales (1ª ed.). Madrid, España: Colegio de Ingenieros de CCyP; 1957.

[2] Fernández, J.A. & Navarro J.R. Eduardo Torroja. Ingeniero, Engineer. Madrid, España: Pronaos; 1999

[3] Faber, C. Las estructuras de Felix Candela. México, España, Argentina, Chile: Compañía editorial continental; 1970

[4] Alonso, D. & Llopis, V. La rigidez de las formas de las ondulaciones. In *Laminoflexia: Láminas de hormigón armado en la Comunidad Valenciana* (pp. 103-121). València, España: Instituto Valenciano de la Edificación; 2019

[5] Martínez, A. & Oliva, J. Miguel López González: Treinta años de su arquitectura (1932-1962). València, España: Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana; 1987

[6] Fenollosa, E. et al. Two Post-tensioned Thin Folded Plates Designed by E. Torroja for San Nicolás Church. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, [S.l.], 2017. ISSN 1587-3773. Available at: <<https://pp.bme.hu/ci/article/view/10251>>. Date accessed: 24 oct. 2017. doi: <https://doi.org/10.3311/PPci.10251>.

[7] Serrano-Lanzarote, B., Fenollosa, E. & Arnau, F. Evaluación de daños y actuaciones de rehabilitación en la iglesia de San Nicolás de Eduardo Torroja (Gandía, 1962). *Informes de la Construcción*, 68(541), e130. 2016. <https://doi.org/10.3989/ic.14.139>

[8] Gallardo, D., Borchá, S & Ferrándiz R. Diseño y fisuración en estructuras de membrana. In *Laminoflexia: Láminas de hormigón armado en la Comunidad Valenciana* (pp. 153-169). València, España: Insitituto Valenciano de la Edificación; 2019

- [9] Margaix, A. Luis M. Feduchi y la aventura laminar en Castellón de la Plana. *Ribalta*, 19, 2- 20. 2012
- [10] García, R. In: Huerta, S., Fuentes, P., eds. *Paraboloides hiperbólicos en España. Las aplicaciones industriales*. Proceeding of IX Congreso Nacional y I Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Segovia, España. October 13-17 Octubre, 2015.
- [11] Pintado, P. Proyecto de parque deportivo. Madrid, Mayo de 1965.
- [12] Borrell, A. Edificio escolar. *Cuadernos de arquitectura*, 78 (1), 40. 1970. ISSN electrònic: 2385-3263 ISSN paper: 0011-2364.
- [13] García, R. Dos décadas de estructuras plegadas de hormigón. Inicio y ocaso de unmovimiento. *Informes de la Construcción*, (65), 529, 27-39. 2013. ISSN: 0020-0883v / eISSN: 1988-3234 / doi: 10.3989/ic.11.083
- [14] Fenollosa, E. & Cabrera, F. La versatilidad de las láminas plegadas. In *Laminoflexia: Láminas de hormigón armado en la Comunidad Valenciana* (pp. 57-75). València, España: Insitituto Valenciano de la Edificación; 2019.
- [15] Arnau, J. & Ros Andreu, J. Arquitectura para el turismo en la Costa de Azahar, 60's-70's. Trabajo de investigación. Universitat Politècnica de València; 2011.
- [16] Corell, A. Proyecto centro parroquial Nuestra Señora del Carmen (Benidorm). Valencia. Enero de 1973.
- [17] Segarra, F. Proyecto de Iglesia en Borriol. Mayo 1981.
- [18] Gabriel, A. Proyecto de Iglesia en C. Legazpi Gandia. Valencia. Junio 1987.
- [19] Regalado, F. Un paraboloides para Félix Candela. In *Laminoflexia: Láminas de hormigón armado en la Comunidad Valenciana* (pp. 171-180). València, España: Insitituto Valenciano de la Edificación; 2019.
- [20] Fernández, C & Candela, F. Parque Oceanográfico Universal, Valencia. *Informes de la Construcción*, (52), 469-470. 2000.
- [21] Domingo, A. Lázaro C. & Serna, P. Construcción de la JCHYPAR, una lámina delgada de hormigón reforzado con fibras de acero, en el oceanográfico de Valencia. *Hormigón y Acero*. 228-229, 177-186. 2003. ISSN 0439-5689