

La capilla del Seminario Mayor Palafoxiano de Puebla. Expresión arquitectónica-estructural del siglo XX

The Chapel of the Palafoxian Major Seminary of Puebla. Architectural-Structural Expression of the 20th Century

Moisés Barrera Sánchez
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
moises.barrera@correo.buap.mx

Julia Judith Mundo Hernández
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
julia.mundo@correo.buap.mx

María Cristina Valerdi Nochebuena
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
crvalerd@gmail.com

DOSSIER

Resumen

La disposición del espacio para la celebración litúrgica se traduce en la expresión formal que denota las ideas de los arquitectos o constructores. Este trabajo se ocupa de la capilla del Seminario Mayor Palafoxiano¹ de Puebla, que data de 1964 y que, en la actualidad, presta servicio mayormente a los seminaristas, aunque en ocasiones se lleve a cabo ahí alguna celebración de externos. El propósito es describir la relación de la solución geométrica y el diseño estructural con base en paraboloides hiperbólicos, materializada en cascarones de concreto armado, la cual es complementada con la expresión arquitectónica de los vitrales de Fernando Rodríguez Lago, como solución de espacios religiosos de los años sesenta del siglo xx. El estudio se soporta en la consulta documental acerca de los cascarones de concreto en diferentes latitudes, visitas de campo y entrevistas con involucrados en la materialización del Seminario Mayor Palafoxiano; el objetivo es mostrar el edificio como una manera de concebir los espacios religiosos en el siglo xx.

Palabras clave: arquitectura religiosa, cascarones de concreto, expresión arquitectónica-estructural, Seminario Mayor Palafoxiano

Fecha de recepción: 3 de febrero de 2022
Fecha de aceptación: 4 de mayo de 2022

DOI: 10.22201/fa.2007252Xp.2022.25.83152

Abstract

Liturgical celebration space celebration is translated into a formal expression that denotes the ideas of architects and builders. This paper includes

¹ El Seminario Mayor Palafoxiano se nombrará indistintamente en este documento como Seminario mayor; asimismo, la capilla del Seminario Mayor Palafoxiano será mencionada como capilla del Seminario Palafoxiano o Capilla de Diario.

an analysis of the Chapel of the Palafoxian Major Seminary in Puebla, dating from 1964. The chapel now serves mainly to seminarians, although sometimes it is used for external celebrations. The object of the present text to describe the relationship between the geometric solution and the structural design based on hyperbolic paraboloids materialized in reinforced concrete shells. The design and architectural expressions are completed by stained glass windows, work of Fernando Rodríguez Lago. The methodology used includes literature review about concrete shell buildings in different latitudes, field visits and interviews with key actors involved in the materialization of the Palafoxiano Seminary building. The main objective is to show the building as a way of conceiving religious spaces in the 20th century.

Key words: Religious Architecture, Concrete Shells, Architectural-Structural Expression, Seminario Mayor Palafoxiano

Introducción

¿Cómo se genera el trazo geométrico de una estructura delgada de hormigón llamado también cascarón de concreto? ¿Un cascarón de concreto puede ser una solución estructural para cubrir espacios religiosos? ¿Quiénes fueron precursores en su uso en edificios religiosos de México y otras partes del mundo? ¿Respondieron como solución espacial a necesidades religiosas? Estas son las preguntas que guían este trabajo con la expectativa de responder los cuestionamientos.

La Capilla fue proyectada y construida inicialmente en 1964 dentro del conjunto del Seminario Mayor Palafoxiano de Puebla, como comedor de seminaristas. Actualmente se está construyendo un nuevo santuario en los terrenos del seminario, así que la capilla presta ahora servicio mayormente a los seminaristas, aunque en alguna ocasión se realiza ahí alguna celebración de otra envergadura. El propósito es describir la relación de la solución geométrica y el diseño estructural con base en paraboloides hiperbólicos, materializada en cascarones de concreto armado, la cual es complementada con la expresión arquitectónica de los vitrales de Fernando Rodríguez Lago, como solución de espacios religiosos de los años sesenta del siglo xx. El artículo se estructura a partir de enunciar algunas preguntas que guiarán el contenido.

El trazo hiperbo-parabólico y los cascarones de concreto

¿Cómo se genera el trazo geométrico de un paraboloide hiperbólico considerado dentro de la clasificación de estructura laminar y conocido comúnmente como cascarón de concreto?

Las cubiertas formadas por paraboloides hiperbólicos se consideran estructuras laminares, las cuales se han usado desde la primera mitad del siglo xx. Distintas disciplinas intervienen en su desarrollo, desde la geometría y el cálculo hasta la selección de materiales y su construcción.

Las estructuras laminares son elementos que cubren espacios en los que predominan las dimensiones de la planta frente al espesor de

la lámina; tienen que ser lo suficientemente delgadas para no desarrollar fuertes tensiones de flexión, corte o torsión. De manera general se clasifican en:

- Superficies sin curvatura: láminas plegadas.
- Superficies de curvatura simple, de forma cilíndrica o cónica
- Superficies de doble curvatura, dentro de ellas se encuentra el paraboloides hiperbólico.
- Superficies de doble curvatura: de Gauss positiva o sinclásticas, como los paraboloides elípticos. O de curvatura de Gauss negativa o anticlásticas, como el paraboloides hiperbólico y el hiperboloide.

El arquitecto español Antonio Gaudí (1852-1926) fue uno de los primeros en utilizar superficies alabeadas como parte de las llamadas estructuras laminares. Eduardo Torroja Miret (1899-1961) y Félix Candela Outeriño² (1910-1997), ingeniero y arquitecto españoles, respectivamente, fueron dos de las figuras reconocidas dentro del mundo de las estructuras laminares de hormigón armado en el siglo xx.

Expresado desde el punto de vista de una superficie reglada, se define al paraboloides hiperbólico como aquel en el que las líneas rectas que incluyen su superficie se denominan generatrices. Se pueden distinguir a través de dos familias de rectas, una serían las asíntotas de las hipérbolas, generatrices que se desplazan de manera paralela, apoyándose sobre otras formadas por dos directrices que se cruzan, de inclinaciones diferentes y separadas una determinada distancia.

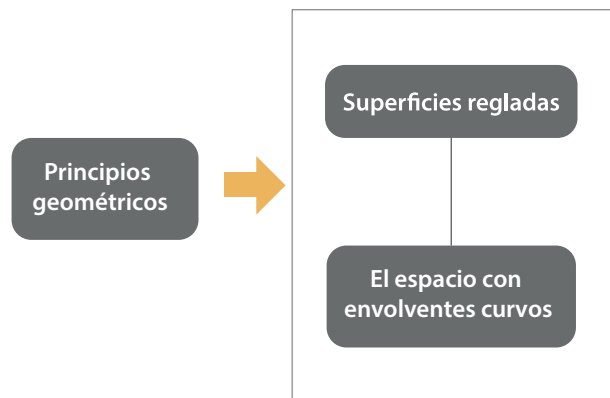


Figura 1. Principios geométricos de las superficies regladas que al cubrir el espacio se convierten en un envolvente curvo. Elaboración: Moisés Barrera Sánchez, Julia Judith Mundo Hernández y María Cristina Valerdi Nochebuena.

2 Félix Candela ha sido sin duda el mayor impulsor de las estructuras laminares. Establecido en México el año 1939, tras realizar diferentes trabajos, fundó con su hermano en 1950 su propia empresa constructora y se dedicó al diseño y construcción de numerosas estructuras con cascarones de hormigón, convirtiéndose en poco tiempo en el líder mundial de tales estructuras.

Al tratarse de una superficie reglada su encofrado se genera colocando tablas rectas en la dirección de una de las familias de generatrices. Cubre espacios con envolventes curvos.³

Así entonces, el proceso de construcción de un paraboloides hiperbólico contempla los siguientes pasos: dados cuatro puntos en el espacio, que no estén en un mismo plano, hay un único paraboloides hiperbólico que pasa exactamente por estos cuatro puntos. Esta es la misma propiedad que dice que dos puntos determinan una única recta. Constructivamente, lo que tenían que hacer los obreros era unir con barras uno de los pares de puntos de una parte y el otro par opuesto por la otra.

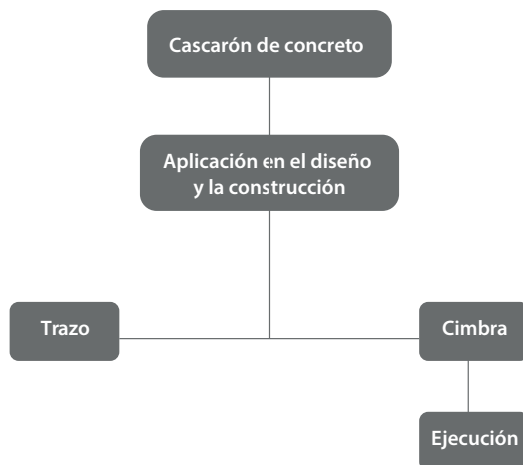


Figura 2. Procedimiento de ejecución de un cascarón de concreto.

Desde tiempos pasados, una de las mayores dificultades de esta estructura ha sido el controlar la calidad y la homogeneidad del hormigón dentro del mismo elemento o la obra.⁴

La desventaja fundamental del paraboloides hiperbólico actualmente, como de otras formas de membrana, más allá de las corrientes o los estilos arquitectónicos, se debe a la elaboración del encofrado. A partir de los años setenta, el incremento del costo de la mano de obra hacía difícil la construcción de este tipo de cubiertas, pese a que los encofrados son fáciles de montar por medio de tablas rectas, una contra otra, siguiendo las direcciones de las generatrices, pero son laboriosos de realizar, además de no ser reutilizables. La prefabricación, tanto de las cubiertas como de los encofrados, no ha sido posible llevarla a cabo hasta ahora.⁵



Figura 3. Encofrado y colado de la iglesia de San Antonio de Padua, colonia Xotepingo, Coyoacán. Proyecto: arquitectos Carlos González Lobo y Leonardo Vilchis Plata; diseño estructural: Juan Antonio Tonda. Fuente: Novena Conferencia Ciclo de Seminarios Virtuales. Arquitectura Religiosa, 19 octubre 2020.

3 Mónica Morales Segura, "Cubiertas formadas por paraboloides hiperbólicos: Ventajas en su funcionamiento estructural y en su construcción", *Actas vi Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (2009).

4 "Arquitectura: cubiertas y paraboloides hiperbólicos", *Historias de matemáticas* [blog], <http://historiasdematematicas.blogspot.com/2018/08/arquitectura-cubiertas-y-paraboloides.html> [consulta: 30 de enero de 2022].

5 Mónica Morales Segura, "Cubiertas formadas por paraboloides hiperbólicos: Ventajas en su funcionamiento estructural y en su construcción".

Género religioso y el uso de cascarones de concreto

¿Un cascarón de concreto puede ser una solución estructural para cubrir espacios religiosos? El concreto es un material que presenta una gran complejidad técnica e infinitas posibilidades. En México,⁶ en la década de los cincuenta y sesenta, y algunos años más, tuvo gran presencia y esto se observa en la construcción del espacio religioso cubierto con los conocidos como “cascarones de concreto”, particularmente en algunas edificaciones católicas de la ciudad de Puebla, tema que nos ocupa a través de la capilla del Seminario Palafoxiano.

El género religioso no sería la excepción: iglesias, sinagogas y templos evangélicos se adhirieron a las innovaciones morfológicas, constructivas y estructurales con independencia de su adscripción religiosa [...] En las cubiertas de los templos hicieron su aparición los llamados “cascarones” de concreto, superficies regladas que podían alcanzar mayores claros y al mismo tiempo adelgazar su espesor y cuya construcción implicaba una barata mano de obra de albañiles y carpinteros para la realización de las cimbras de madera, lo que indudablemente repercutía en el bajo costo del elemento estructural.⁷

Estas cubiertas fueron un medio para que el usuario tuviera una percepción distinta del espacio religioso después de 400 años de práctica; además, concordaron con el movimiento litúrgico del siglo xx, previo a la celebración del Concilio Vaticano II (1965-1969). La reforma litúrgica del Concilio promovió la participación más consciente, activa y fructuosa de los fieles en el santo Sacrificio del altar (Instrucción *Redemptionis Sacramentum* sobre la Eucaristía No. 4), lo que se suma a la creación de los ambientes de provocación a la meditación y participación en las acciones litúrgicas.⁸

6 La diferencia entre hormigón y concreto está relacionada con sus proporciones y modos de empleo. Sus elementos siguen siendo los mismos, salvo por las distintas técnicas que se puedan utilizar durante el proceso. Dependiendo de la densidad de sus elementos, el hormigón puede ser ligero, normal o pesado. Otro aspecto importante con respecto a esta diferencia es la utilización de aditivos en una proporción menor al 1% del total de la masa total de este compuesto. Estas sustancias pueden acelerar, retardar o colorear el fraguado. Al igual que con el concreto, se le puede añadir fibras, fluidificantes, impermeabilizantes, plastificantes, hidrófugos, entre otros. Véase: “Diferencias entre cemento y concreto armado”, <http://www.umacon.com/noticia.php/es/diferencias-entre-cemento-concreto-hormigon-y-hormigon-armado/430> [consulta: 16 de febrero de 2018].

7 Ivan San Martín Córdova, *La arquitectura religiosa del Movimiento Moderno en la ciudad de México* (México: Facultad de Arquitectura UNAM, 2017), 85-86.

8 Por un lado, un dictamen donde se reconocía la posibilidad del libre ejercicio de estilo artístico. En él, la Iglesia razonó que a lo largo de la historia nunca consideró como propio a ninguno, sino que utilizó los que estaban presentes en cada tiempo. A través de esta reflexión, la Iglesia admite cualquier movimiento artístico para la realización de toda manifestación sacra, haciendo hincapié en el arte de su tiempo. En el campo de la arquitectura solo se hace referencia a que los nuevos templos sean funcionales con respecto a la reforma de la eucaristía: “Al edificar los templos, procúrese con diligencia que sean aptos para la celebración de las acciones litúrgicas y para conseguir la participación activa de los fieles”, Concilio Vaticano II 1985, 68. Disponible en: https://www.vatican.va/roman_curia/congregations/ccdds/documents/rc_con_ccdds_doc_20040423_redemptionis-sacramentum_sp.html [consulta: 14 de agosto 2018].

De igual manera, este tipo de estructuras permitieron crear formas, texturas y ambientes, así como distintos mensajes y significaciones entre el objeto-sujeto, por medio de nuevos símbolos, lo que permitió contar con nuevas tipologías que apoyaron la forma de hacer liturgia, además de contribuir en el habitar en relación con la espiritualidad por medio de ambientes diferentes pero propicios para el recogimiento y la meditación.⁹

Fue a partir de la segunda mitad del siglo xx que los sistemas estructurales de cubiertas a base de cascarones fueron utilizados en la arquitectura religiosa, en los que se “encontraría la posibilidad de conjugar magistralmente la forma con un comportamiento estructural eficiente [...], convirtiéndose en un ámbito con suficiente calidad espacial”; aunque, mención aparte, para la cimbra se ocupaba gran cantidad de madera, sin embargo se utilizaba un mínimo de material con la “nueva manera de construir”, facilitando la rápida construcción de los cascarones.¹⁰

En casos fuera de México se utilizaron cubiertas geométricas donde las superficies curvas fueron definidas por una fórmula matemática, que llevaron a las cubiertas de concreto a un nivel de “arte estructural”.¹¹

Precusores en la construcción de cascarones de concreto en espacios religiosos

¿Quiénes fueron precusores en su uso en edificios religiosos de México y otras partes del mundo? Con base en esta segunda pregunta guía, se muestra la obra arquitectónica y estructural de la Holy Spirit Church, en Lommiswil, Suiza, cuya autoría fue de Roland Hanselmann y Heinz Isler;¹² y la Heilig-Geist Church de Darren Bradley en Santee, California, Estados Unidos. Asimismo, Robert DesLauriers diseñó la Carlton Hills Lutheran Church (1959), situada en la misma localidad californiana; en ella utilizó un hiperboloide parabólico para la cubierta y construyó numerosas iglesias luteranas, así como la St. Edmon’s Episcopal Church en Elm Grove, Wisconsin (1957), diseñada por William P. Wenzler. Estos son algunos ejemplos de edificios de diferentes religiones que utilizaron cubiertas con diseño parabo-hiperbólico, cuyos diseñadores-constructores podrían ser considerados precusores del uso de concreto en

9 María Cristina Valerdi Nochebuena, Jorge Sosa Oliver, Julia Judith Mundo Hernández, Nayelli Contreras, “El Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe. Nuevo centro de religiosidad de Puebla”, en: María Cristina Valerdi Nochebuena (coord.), *Santuarios Contemporáneos o la expresión artística de una sociedad* (Polonia: Katedra Historii Szuki, Uniwersytet Łódzki / Ciudad de Puebla: BUAP, 2016), 218-238.

10 Jesús Villar Rubio, “Nuevas formas y estructuras en la arquitectura religiosa: Enrique de la Mora y Félix Candela en San Luis Potosí”, 9.º Seminario de Docomomo Brasil, “Interdisciplinaridade e experiências em documentação e preservação do patrimônio recente Brasília”, junio de 2011. Disponible en: www.docomomobsb.org [consulta: 14 de agosto 2018].

11 Existe mucha información al respecto, específicamente consultar a John Chilton, *The Engineer’s Contribution to Contemporary Architecture* (Londres: Thomas Telford Publishing, 2010), 12.

12 John Chilton, *The Engineer’s Contribution to Contemporary Architecture*, 122-127.



Figura 4a-b. Exterior e interior de la Holy Spirit Church (1967-1969), en Lommiswil, Suiza. Fuente: <http://mapio.net/pic/p-86581154>



Figura 5a-b. Exterior e interior (en el que se observa el uso de vitrales) de la Carlton Hills Lutheran Church (1959), situada en Santee, California. Fotografía exterior: Darren Bradley, 14 de marzo de 2018. <http://www.modernsandiego.com/RobertDesLauriers.html>. Fotografía de vitrales: Flickr <https://midcentury-modernist.tumblr.com> [consulta: 14 de marzo de 2019].



Figura 6a-b. St. Edmund's Episcopal Church en Elm Grove, Wisconsin, Estados Unidos. Diseño de William P. Wenzler, capacidad para 200 personas. Fuente: http://berghammer.com/cool_timeline/1957-st-edmunds-church-elm-grove [consulta: 14 de marzo de 2019].

espacios religiosos con este tipo de cubiertas llamados comúnmente cascarones de concreto.

Como estos casos hay muchos en todas las latitudes de la tierra. En particular, las obras del suizo Heinz Isler son reconocidas ya que empezó a utilizarlas desde la década de los sesenta, pero siguió experimentando con formas diferentes y nuevas tecnologías en la cimbra para erigir las cubiertas que diseñó no solo para edificios religiosos sino para otras tipologías arquitectónicas.¹³ Asimismo, en Norteamérica William P. Wenzler fue el primer arquitecto que usó, a los 27 años de edad, un cascarón de concreto en un espacio religioso, para lo cual solicitó la asesoría de Félix Candela.

En México destacaron los arquitectos Enrique de la Mora y Palomar y Félix Candela, y sus discípulos José Enrique Ruiz-Castillo y Ricardo Urgoiti, Joaquín Álvarez Ordoñez, Fernando López Carmona, Juan Antonio Tonda Magallón y Alberto González Pozo.

Como ejemplos se resaltan: La parroquia de La Purísima (1941-1943), la de San Antonio de Padua (1956-1962) y la iglesia de Santa

¹³ Véase: John Chilton, "Heinz Isler. Shell for two churches", *Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures* (septiembre de 2011).



Teresa del Niño Jesús (1957-1958) en Monterrey, Nuevo León; la capilla de la Inmaculada y Purísima Concepción en la colonia Roma (1942-1945), la parroquia de la Medalla Milagrosa (1953-1957) en la colonia Vértiz Narvarte y la de Nuestra Señora de la Aparecida (1958-1959) en la colonia Jardín Balbuena, en la Ciudad de México; y el santuario de La Lomita (1957-1967) en Culiacán, Sinaloa. De todas ellas, Ivan San Martín¹⁴ ha hecho un exhaustivo estudio.

Toda vez que se ha descrito someramente acerca de los precursores en el uso de los cascarones de concreto, se continúa tratando de contestar la última pregunta: ¿respondieron como solución espacial a las necesidades religiosas? Esto, por supuesto, en el caso particular de la capilla del Seminario Mayor en la ciudad de Puebla.

Cascarones de concreto en la ciudad de Puebla: la capilla del Seminario Mayor Palafoxiano de Puebla

Puebla es una ciudad importante de la República mexicana con una población de 1'692,181 habitantes, según datos del año 2020. Está situada a una distancia de 130 kilómetros al sureste de la Ciudad de México, y cuenta con una superficie de 524.31 kilómetros cuadrados.¹⁵ Sus coordenadas geográficas son 19° 00'45" latitud norte y 98° 11'35" longitud oeste; su altitud es de 2 222 msnm.

Es ciudad Patrimonio de la Humanidad desde 1987 y en ella se encuentran numerosos edificios religiosos católicos construidos desde el siglo XVI, tanto para el culto como para la instrucción y formación religiosa, tal como el Seminario Tridentino fundado en 1644, antecedente del Pontificio Seminario Mayor Palafoxiano. Este último fue construido en terrenos de la colonia El Porvenir, y es, por supuesto, el contexto de construcción del objeto de estudio: la capilla, actualmente para uso de los seminaristas.

Figuras 7a. Encofrado de las hipérbolas de La Purísima, Monterrey, Nuevo León. Fuente: <https://patrimoniomoderno.mx/hitos/iglesia-la-purissima> [consulta: 18 de agosto de 2019].

7b. Exterior actual de La Purísima, Monterrey, Nuevo León. Fuente: E. Sotelo Ávila, 2009.

Figura 8. Iglesia de Santa Teresa del Niño Jesús (hoy capilla de Santa Teresita del Niño Jesús), situada en Tacubaya 200, Churubusco, Monterrey, Nuevo León, México, 1957-1958.

Arquitectos: Domingo Viesca y Félix Candela. Fuente: <https://structurae.net/structures/church-of-santa-teresa-del-nino-jesus> (Foto ID: 87120© Yoshito Isono, 4 de febrero de 1994).

Figura 9. Santuario de La Lomita, Culiacán Sinaloa. Fuente: Ivan San Martín, *La arquitectura religiosa del Movimiento Moderno en la ciudad de México*, 2017, 145.

14 Ivan San Martín Córdova, "Problemáticas profesionales entre centro y región. Caso de estudio: el santuario de la Lomita (1957-67) en Culiacán, Sinaloa", en: María Cristina Valerdi Nochebuena (coord.), *Santuarios Contemporáneos o la expresión arquitectónica de una sociedad* (Polonia: Katedra Historii Sztuki, Uniwersytet Łódzki / Ciudad de Puebla: buap, 2016), 133-162.

15 INEGI, "Población del municipio de Puebla", 2020, <http://www3.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/229> [consulta: 24 de noviembre de 2020].



Figura 10. Colocación de la primera piedra en 1956 y recorrido por el avance de la construcción del nuevo Pontificio Seminario Mayor Palafoxiano. Fuente: *palafoxianum* 4 (1956): 20.

[El Pontificio Seminario Mayor Palafoxiano] Amaneció, por fin, el espléndido y hermoso día 7 de octubre de 1956, cuya memoria perdurará en la historia de la Casa Palafoxiana, ya que éste fue el designado por la providencia para depositar en el seno de la tierra la diminuta semilla que, al germinar, dará vida a un majestuoso y gigantesco árbol: el nuevo edificio del seminario Palafoxiano [...] La piedra fue un hermoso bloque de mármol rosa, obsequio del Sr. Mariano López, que contenía en su interior un pergamino redactado en latín, en el que se hacía constar: la fecha de la colocación – 7 de octubre de 1956 –el nombre del Arzobispo –Dr. Octaviano Márquez y Toriz–, el Rector del Seminario –Dr. Alfonso Reyes [...]¹⁶



Ubicación

44 Norte y Av. Morelos s/n,
colonia El Porvenir,
Puebla, Pue.

Figura 11. Localización de la capilla del Seminario Mayor, ubicada en el Seminario Palafoxiano.

- Terrenos del Seminario Palafoxiano
- Capilla del Seminario Mayor Palafoxiano

Sup. 5973.42 m²

Así, la fecha de colocación de la primera piedra para la construcción del nuevo edificio del Pontificio Seminario Mayor Palafoxiano fue en 1956. El inicio de las actividades formales fue el 16 de agosto de 1964, después de ocho años de haber iniciado la construcción. Su inauguración y bendición sucedió seis días después por el delegado apostólico en México monseñor Luigi Raimondi y por excelentísimo señor arzobispo Dr. Octaviano Márquez y Toriz.¹⁷

¹⁶ *Palafoxianum* 4 (julio de 1956): 20.

¹⁷ Historia del Seminario Palafoxiano. Disponible en: <http://www.seminariopalafoxiano.org/historia/historia-del-seminario> [consulta: 30 de enero de 2022].

El Pontificio Seminario Mayor Palafoxiano de Puebla tiene como meta la formación de los futuros sacerdotes. Se ubica en la antigua garita de Amozoc, entre las colonias El Porvenir, México 68 y Joaquín Colombres. El conjunto arquitectónico se localiza en la 44 norte y avenida Morelos (Prolongación Circuito), en la colonia El Porvenir, Puebla.

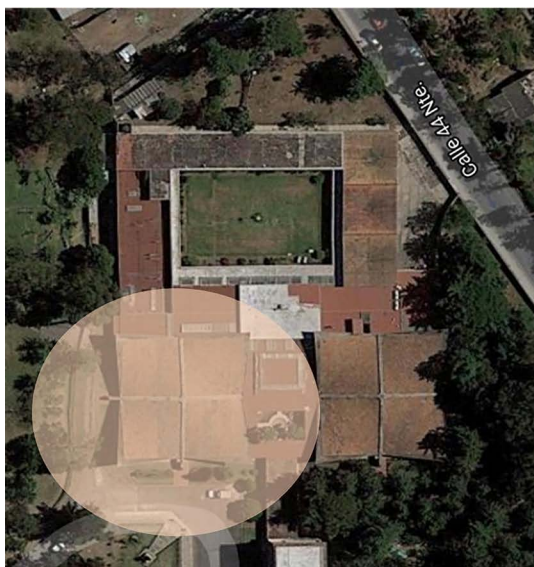
Dentro de estas instalaciones se localiza la capilla del Seminario Mayor Palafoxiano, sitio en el que Juan Pablo II dirigió el 28 de enero de 1979 el mensaje inaugural de la III Conferencia del Episcopado Latinoamericano (CELAM), previo a la misa que celebró en los campos del Seminario Palafoxiano.

El proyecto para el Seminario Mayor se realizó a través de la convocatoria de un concurso; la obra fue ejecutada por el Arq. Miguel Pavón Rivero por encargo del arzobispo Márquez y Toriz en una superficie de 6400 m², en la que se encuentra el área de religiosas y la zona de comedores con 1350 m². El despacho Barocio y Estrada Ingenieros participó, entre otros, particularmente con el diseño de esta zona de comedores. El ingeniero Luis Vigil Ávalos hizo un estudio acerca del sistema estructural titulado "Aplicación al cálculo de la techumbre de un salón que servirá de comedor en el Seminario Palafoxiano de la ciudad de Puebla" en su tesis de licenciatura llamada *Cálculo de cascarones en forma de paraboloides hiperbólicos*.¹⁸

La forma de los comedores en el proyecto original es de planta cuadrada con superficie de 960 m², con características iguales tanto formales como estructurales, de los que uno de ellos sigue funcionando como comedor y en algunas ocasiones para otro tipo de eventos

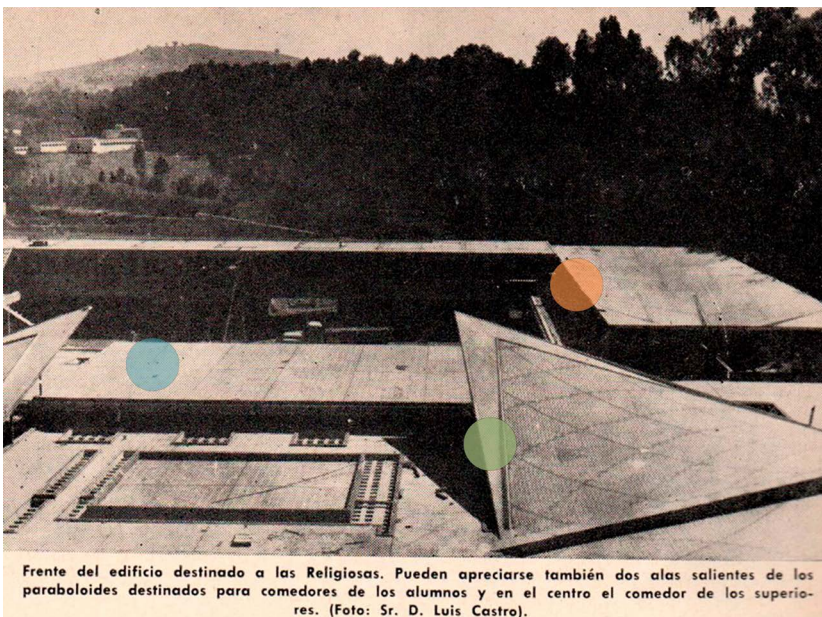


Figura 12. Reunión CELAM 1979, celebrada en la Capilla de Diario del Seminario. Fue presidida por el Papa Juan Pablo II; a su izquierda se encuentra el arzobispo D. Rosendo Huesca. Fuente: <http://whispersintheloggia.blogspot.com/2006/11/speaking-of-episcopal-plenaries.html>



18 Luis Vigil Ávalos hizo un estudio acerca de su sistema estructural en su tesis de licenciatura en Ingeniería de la BUAP (1960-01-01, clave: IC60 V1891c) llamada *Cálculo de cascarones en forma de paraboloides hiperbólicos* en cuyo contenido estudió la "Aplicación al cálculo de la techumbre de un salón que servirá de comedor en el Seminario Palafoxiano de la ciudad de Puebla; Cálculo y diseño del paraboloides hiperbólico". Biblioteca del área de Ingeniería y Tecnología "Ing. Luis Barragán".

Figura 13. Vista aérea y tridimensional de la zona de comedores de alumnos, comedor de superiores y casa de religiosas, espacios originalmente para ese uso en el proyecto; se resalta el área que actualmente ocupa la capilla. Fuente: Google Earth, 13 de febrero de 2020.



- 1. Casa de las religiosas
- 2. Comedor de los superiores
- 3. Área de comedores, convertido en la Capilla del Seminario Palafoxiano

Figura 14. Se muestran las tres áreas: la Casa de las religiosas, el comedor de los superiores y los comedores de los seminaristas en su época de construcción

internos. Se comunica con el comedor de los superiores y el otro es el que ocupa la capilla de diario, objeto de nuestro trabajo.

Proceso de construcción de los comedores del Seminario Mayor Palafoxiano, actual Capilla de Diario

Particularmente la capilla, originalmente comedor de seminaristas, cuenta con dos accesos centrales, está cubierta por cuatro mantos de trazo parabo-hiperbólico de concreto colado de alta densidad con cuatro centímetros de espesor, recubiertos con una capa de ladrillo, soportados por cuatro nervios sostenidos por sendas columnas a manera de contrafuerte, igualmente de concreto armado.

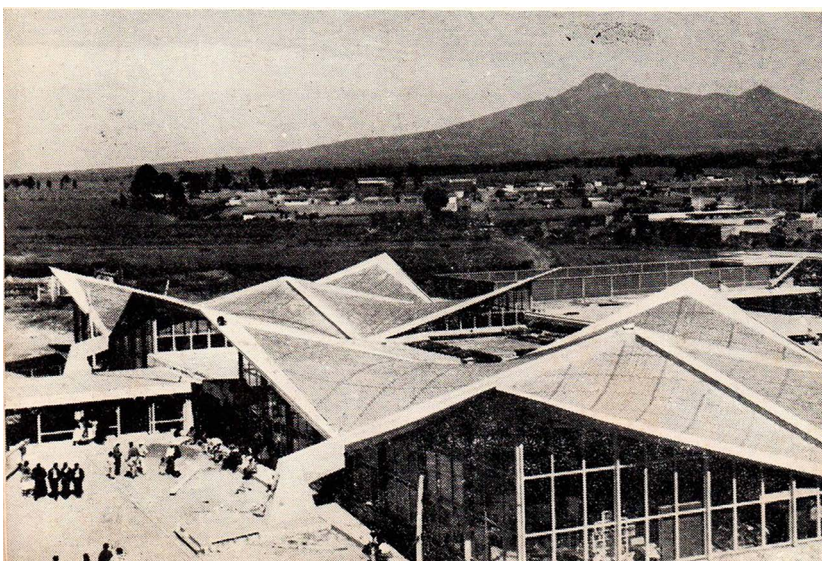
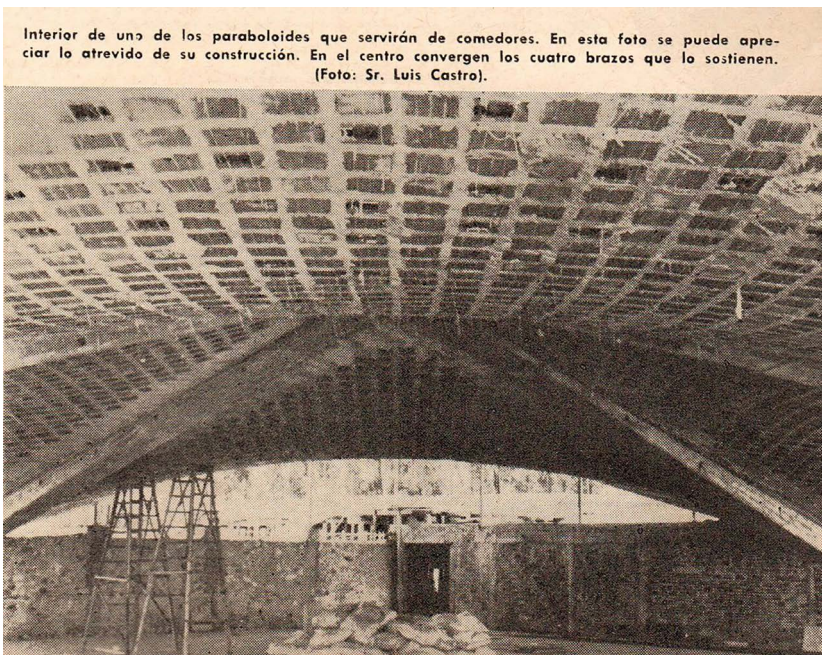


Figura 15a. Aspecto exterior de la cubierta paraboloide hiperbólica; se observan los mantos que la conformaban en 1961 los nervios y los cuatro brazos de concreto que los soportan. Fotografía: Luis Castro, *Palafoxianum*, junio 1961.



Figura 15b. Vista lateral de acceso y del soporte de los nervios que sostienen la cubierta de la Capilla de Diario. Fotografía: María Cristina Valerdi Nochebuena, 2018.



Interior de uno de los paraboloides que servirán de comedores. En esta foto se puede apreciar lo atrevido de su construcción. En el centro convergen los cuatro brazos que lo sostienen. (Foto: Sr. Luis Castro).



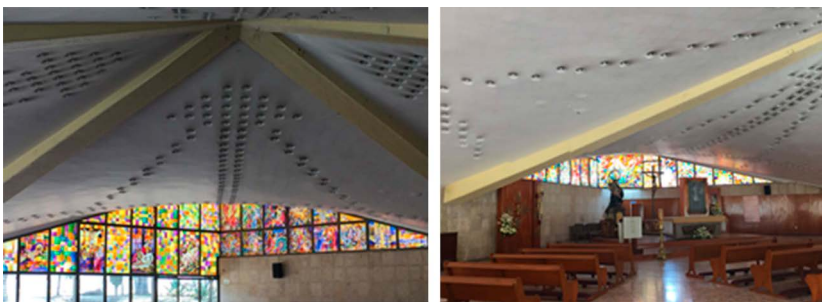
Figura 16a. Vista interior de la construcción de los mantos de forma paraboloides hiperbólicas y de los nervios que los soportan. Fotografías: Luis Castro, *Palafoxianum*, junio 1961.

Figura 16b. Vista de los mantos de forma paraboloides hiperbólicas ya en funcionamiento, terminados con un aplanado y posteriormente pintado.

El manto de la cubierta tiene forma trapezoidal y cubre una planta cuadrada que mide 30 por 30 metros, más 60 metros de los volados de la cubierta trapezoidal.

El encofrado utilizado quedó visible, mostrando lo atrevido de la capa de concreto de pocos centímetros de espesor y en donde exteriormente se observan los cuatro brazos de concreto armado que sostienen a los mantos de forma paraboloides hiperbólicas; posteriormente fueron aplicados primero un aplanado y después pintura.

El espacio se delimitó del exterior con ventanales de herrería tubular, divididos en tres secciones asentados en un rodapié de piedra brasa. La primera sección con persiana para ventilación. Respecto de la iluminación artificial, esta se encuentra embebida en la estructura.



Figuras 17a-b. Delimitación del espacio con herrería tubular y vista de la iluminación artificial



Figura 18 a-b. Interior de la capilla donde se observan los ventanales y los vitrales de temas acerca de la pasión de Cristo.

Años más tarde, cuando uno de los comedores cambió su uso a capilla doméstica, se sustituyeron los cristales de la parte superior por vitrales de colores con figuras geométricas y temas alusivos a la pasión de Cristo, obra de arte del pintor, escultor y muralista poblano Fernando Rodríguez Lago,¹⁹ realizados por Roberto Rodríguez González y César Morales González del año 1993 al año 1997; fueron terminados totalmente e inaugurados en 2004, fecha inscrita en uno de los vitrales.

Reflexión final

La preservación de los edificios cubiertos con cascarones de concreto permitirá a las generaciones futuras usar, ver y admirar las estructuras espaciales diseñadas y construidas en el siglo xx como una contribución importante a la ingeniería, la tecnología y la arquitectura. En la actualidad, algunos investigadores han propuesto y probado el uso de encofrados de tela y neumáticos para la construcción de este tipo de

¹⁹ El que fuera colaborador de Diego Rivera nació el 14 de febrero de 1930. A temprana edad, en la etapa escolar, supo de la posibilidad de combinación de los colores. "Fue así como me enamoré de este arte", dijo entrevistado en marzo de 2010.

Rodríguez Lago fue fundador del taller de Plástica Poblana; además de dedicarse a las disciplinas arriba descritas, cultivó las técnicas de laca peribana y paligrafía, aportaciones del pintor al arte mexicano. La primera consiste en la preparación especial del óleo que le proporciona la propiedad de ser mejor manejable ante el lienzo, mientras que el segundo consiste en una estampación de barro en la tela, con el fin de que las imágenes están dotadas de texturas.

Como escultor hizo obras con tema civil y religioso. De esta última destaca la escultura de la virgen de Ocotlán, realizada para la iglesia poblana del mismo nombre en 1969, y la serie de vitrales para la capilla del Seminario Mayor Palafoxiano de Puebla, hechos entre 1993 y 1997.

cubiertas.²⁰ Esta contribución haría posible diseñar y construir formas innovadoras y modernas, sin la rigidez y planicidad de los encofrados tradicionales de madera o acero, sumado a la posibilidad de reducir los costos de construcción, ya que esta sería más sencilla y eficiente. Por otro lado, Caubert y colaboradores han hecho una revisión sobre la posibilidad de sustituir el refuerzo de acero tradicional por refuerzo textil, permitiendo construir la misma doble curvatura aplicada con materiales más flexibles y ligeros.²¹

Las envolventes con cascarón de concreto como una estructura muy ligera basados en el trazo parabo-hiperbólico utilizados en espacios religiosos proporcionan amplitud de claros, mayor iluminación, generan ambientes de oración y reflexión mediante el adecuado control de luz, temperatura y aislamiento acústico.

En acuerdo con el propósito de describir la relación de la solución geométrica y el diseño estructural con base en paraboloides hiperbólicos, materializada en cascarones de concreto armado, completando la expresión arquitectónica los vitrales, como solución de espacios religiosos de los años sesenta del siglo xx, la capilla del Seminario Palafoxiano es un ejemplo de un edificio que estaba destinado para otro uso. Sin embargo, se realizó una adaptación que ha cubierto las necesidades de culto para los seminaristas y en el caso de este trabajo ha mostrado la manera de cubrir un espacio con cascarones de concreto de trazo parabo-hiperbólico y que, al momento, denotan una época de apogeo en el uso de este tipo de cubiertas, no solo en espacios religiosos sino también de carácter civil.

Se concluye también que una cubierta no hace al género de edificio, ya que si no tuviera el mobiliario determinado para una liturgia podría tener un uso distinto y, por lo tanto, necesita de otros elementos como un programa litúrgico para darle el carácter de espacio religioso. Aunque en ocasiones no son suficientes para dotar al edificio del simbolismo que determina el carácter de un espacio destinado a tal fin, en este caso los vitrales, cuyo tema es la pasión de Cristo, han contribuido a darle un carácter religioso al edificio. Por lo tanto, la capilla se convierte en un caso pertinente a considerar como patrimonio del siglo xx en Puebla, con posibilidades arquitectónicas para hacer gestiones hacia su protección.

Referencias

CHILTON, John. *The Engineer's Contribution to Contemporary Architecture*. Londres: Thomas Telford Publishing. 2010.

INEGI. "Población del municipio de Puebla", 2020. <http://www3.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/229> [consulta: 24 de noviembre de 2020].

20 V. Lusiš, "Production technology for concrete shells using pneumatic formwork with variable elevation", *Scientific Journal of Riga Technical University* 12 (2011): 35-39.

21 Julia Mundo Hernández, María Cristina Valerdi, Jorge Sosa y Brenda Arenalde. "Occupants' environmental perception of a concrete shell building: a case study in Mexico", en: J. Oliva-Salinas (ed.), *Book of Abstracts and Proceedings of the IASS-SLTE Symposium* (Acapulco, México: Ed. IASS, 2008), 189-190.

- LUIS, V. "Production technology for concrete shells using pneumatic formwork with variable elevation", *Scientific Journal of Riga Technical University* 12 (2011): 35-39.
- MORALES Segura, Mónica. "Cubiertas formadas por paraboloides hiperbólicos: Ventajas en su funcionamiento estructural y en su construcción", *Actas VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 2009.
- MUNDO Hernández, Julia, María Cristina Valerdi, Jorge Sosa, y Brenda Arenalde. "Occupants environmental perception of a concrete shell building: a case study in Mexico". En: J. Oliva-Salinas, (ed.) *Book of Abstracts and Proceedings of the IASS-SLTE Symposium*. Acapulco, México: Ed. IASS, 2008.
- PALAFOXIANUM, revista del Seminario Palafoxiano 3 (julio de 1956) y 4 (junio de 1961).
- SAN Martín Córdova, Ivan. "Problemáticas profesionales entre centro y región. Caso de estudio: el santuario de la Lomita (1957-67) en Culiacán, Sinaloa". En: María Cristina Valerdi Nochebuena (coord.) *Santuarios Contemporáneos o la expresión arquitectónica de una sociedad*. Polonia: Katedra Historii Sztuki, Uniwersytet Łódzki / Ciudad de Puebla: BUAP, 2016. 133-162.
- _____. *La arquitectura religiosa del Movimiento Moderno en la ciudad de México*. México: Facultad de Arquitectura UNAM, 2017.
- URBINA Polo, Ignacio. "Paraboloide Hiperbólico: geometría como marca en productos innovadores", 29 de abril de 2011. <http://www.di-conexiones.com/paraboloide-hiperbolico-geometria-como-marca-en-productos-innovadores> [consulta: 20 de enero de 2022].
- VALERDI Nochebuena, María Cristina, Jorge Sosa Oliver, Julia Judith Mundo Hernández y Nayelli Contreras. "El Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe. Nuevo centro de religiosidad de Puebla". En: María Cristina Valerdi Nochebuena (coord.) *Santuarios Contemporáneos o la expresión artística de una sociedad*. Polonia: Katedra Historii Sztuki, Uniwersytet Łódzki / Ciudad de Puebla: BUAP, 2016. 218-238.
- VILLAR Rubio, Jesús. "Nuevas formas y estructuras en la arquitectura religiosa: Enrique de la Mora y Félix Candela en San Luis Potosí". 9.º Seminario Docomomo Brasil, "Interdisciplinaridade e experiências em documentação e preservação do patrimônio recente Brasília", junio de 2011. Disponible en: www.docomomobsb.org [consulta: 14 de agosto 2018].

María Cristina Valerdi Nochebuena

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
 crvalerd@gmail.com

Doctora en Arquitectura. Ha sido profesora-investigador Titular "c" tiempo completo en Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), responsable del cuerpo académico, nivel consolidado "Diseño y Tecnología" BUAP-CA-116 de 2011 a 2019; miembro del Padrón de Investigadores Institucional; Coordinadora del Departamento de Fomento Editorial FA-BUAP; evaluadora y miembro del Comité Técnico de la Acreditadora Nacional de Arquitectura y Disciplinas del Espacio Habitable A.C. (ANPADEH) de 2010 a 2019. Ha participado en diversas actividades editoriales y publicaciones. Participante y organizadora de eventos académicos nacionales e internacionales. Ha desarrollado diversos proyectos de investigación destacando:

“Comparativo tipológico de los cementerios patrimoniales urbanos públicos y privados”, “Arquitectura religiosa de los siglos xx-xxi”, “Vivienda sustentable”. LGAC: diseño, sustentabilidad y patrimonio.

Julia Judith Mundo Hernández

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
julia.mundo@correo.buap.mx

Doctora en Arquitectura y maestra en Tecnologías en Arquitectura por la Universidad de Nottingham, Inglaterra; arquitecta por la Universidad de las Américas Puebla. Profesora de tiempo parcial de la Universidad Xilotzingo. Profesora de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, responsable del Cuerpo Académico BUAP-CA-116 Diseño y Tecnología, con la sublínea de investigación “Estudios del hábitat en el marco de la salud y la sostenibilidad”. Ha realizado investigaciones sobre vivienda saludable y habitabilidad, con un enfoque social y de salud, además de estudios sobre el confort en espacios religiosos y cementerios. Realizó un Diplomado en Evaluación del Impacto Ambiental y otro en Educación para el Desarrollo Sostenible. Coordina la maestría en Ordenamiento del Territorio; es evaluadora y miembro del Comité Técnico de la ANPADEH, y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI I) del CONACYT.

Moisés Barrera Sánchez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
moises.barrera@correo.buap.mx

Doctor en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos por la Universidad Autónoma de Aguascalientes con mención Summa Cum Laude; maestro en Diseño Arquitectónico por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y Arquitecto por el Instituto de Estudios Superiores. Profesor titular a tiempo completo en la Facultad de Arquitectura BUAP. Colaborador del Cuerpo Académico BUAP-CA-116 Diseño y Tecnología. Responsable de Desarrollo Sustentable. Ha participado en diferentes congresos nacionales e internacionales. Diseñador instruccional de diferentes cursos en modalidad a distancia. Candidato al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT.