

Construcción, estructuras y transmisión de conocimientos en la arquitectura del siglo xx

Láminas de hormigón armado del arquitecto Félix Candela en Colombia



Giaime Botti
Jorge Galindo-Díaz

Construcción, estructuras y transmisión de conocimientos en la arquitectura del siglo xx

Láminas de hormigón armado del arquitecto
Félix Candela en Colombia

Construcción, estructuras y transmisión de conocimientos en la arquitectura del siglo xx

Láminas de hormigón armado del arquitecto
Félix Candela en Colombia

GIAIME BOTTI

JORGE GALINDO-DÍAZ



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Bogotá, D. C., 2022

- © Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
- © Vicerrectoría de Investigación
Editorial Universidad Nacional de Colombia
- © Giaime Botti
Jorge Galindo-Díaz

Primera edición, 2022

ISBN: 978-958-794-773-1 (digital)

Edición
Editorial Universidad Nacional de Colombia
direditorial@unal.edu.co
www.editorial.unal.edu.co

Dayán Viviana Cuesta Pinzón
Coordinadora editorial

María del Pilar Hernández Moreno
Correctora de estilo

Ricardo González Angulo
Diagramador

Imagen de cubierta: Mercado Cristóbal Colón (Santa Elena),
arquitectos Félix Candela y Jaime Perea (1960), Cali.



Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives
4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Editado en Bogotá, D.C., Colombia, 2022

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Botti, Giaime, 1987-

Construcción, estructuras y transmisión de conocimientos en la arquitectura del siglo XX : láminas de hormigón armado del arquitecto Félix Candela en Colombia / Giaime Botti, Jorge Galindo-Díaz. -- Primera edición. -- Manizales : Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura ; Bogotá : Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Editorial, 2022.

1 CD-ROM (126 páginas) : ilustraciones (algunas en sepia), diagramas, fotografías, mapas, planos

Incluye referencias bibliográficas e índice onomástico

ISBN 978-958-794-773-1 (e-pub)

1. Candela, Félix, 1910-1997 -- Trabajos arquitectónicos -- Colombia -- 1948- 1968.
2. Arquitectura moderna -- Colombia -- Siglo XX 3. Construcciones laminares -- Colombia -- Siglo XX 4. Estructuras de hormigón armado -- Colombia -- Siglo XX 5. Ingeniería de estructuras -- Colombia -- Siglo XX 6. Cubiertas laminares -- Colombia -- Siglo XX 7. Conchas (Ingeniería) -- Colombia -- Siglo XX I. Galindo Díaz, Jorge Alberto, 1966- II. Título

CDD-23 721.04454 / 2022

CONTENIDO

PRESENTACIÓN

LUIS MÜLLER

13

INTRODUCCIÓN

17

COLOMBIA, AÑOS CUARENTA Y CINCUENTA: ARQUITECTURA MODERNA, EXPERIMENTACIÓN EN CONCRETO E IDEOLOGÍA DEL DESARROLLO

21

FÉLIX CANDELA Y LOS INGENIEROS Y ARQUITECTOS COLOMBIANOS: CIRCULACIÓN DE SABERES Y COMPETENCIA PROFESIONAL

31

CUBIERTAS ALA EN COLOMBIA: ALGUNOS ÉXITOS, MUCHOS FRACASOS

49

**EL LEGADO DE LA OBRA DE FÉLIX CANDELA
EN COLOMBIA: AUGE Y OCASO DE LAS
ESTRUCTURAS LAMINARES**

83

CONCLUSIONES

101

REFERENCIAS

113

AUTORES

120

ÍNDICE ONOMÁSTICO

121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estadio de béisbol 11 de Noviembre, Cartagena de Indias (1947)	24
Figura 2. Plano de detalle del mercado de Girardot (1947)	25
Figura 3. Hipódromo de Techo, Bogotá (1952-55)	26
Figura 4. Estadio Atanasio Girardot, Medellín (1950)	27
Figura 5. Capilla de los Santos Apóstoles en el Gimnasio Moderno, Bogotá (1954)	30
Figura 6. Paraguas hiperbólico. Formación de un cuadrilátero cuya superficie corresponde a un paraboloide hiperbólico: un extremo de la recta BC se desplaza sobre el lado AB mientras que su otro extremo lo hace sobre el lado D'C de tal manera que se forma un plano alabeado	33
Figura 7. Propuesta de vivienda económica	34
Figura 8. Encofrado de uno de los tímpanos hiperbólicos construidos en el CINVA	34
Figura 9. Modelo a escala 1:25 de una cubierta mediante tímpanos hiperbólicos invertidos prefabricados en asbesto-cemento	35
Figura 10. En primer plano, fabricación de encofrados en esterilla en los talleres del CINVA	36
Figura 11. Estado actual de los paraguas hiperbólicos invertidos, patio de la antigua sede del CINVA en la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá	37
Figura 12. Sinagoga Bet-El, Barranquilla (1964-66)	39
Figura 13. Banco Cafetero, Barranquilla (1959-62)	40
Figura 14. Club Naval, Cartagena de Indias (1958)	41

Figura 15. Templo en el barrio Quiroga, Bogotá (1955)	45
Figura 16. Restaurante en Choachí, no construido (1955)	46
Figura 17. Capilla Nuestra Señora del Pilar, Bogotá (1959)	47
Figura 18. Paraguas formado por cuatro paraboloides de bordes rectos	50
Figura 19. Proyecto para el almacén INA, Yumbo (junio de 1958)	51
Figura 20. Reconstrucción digital del proyecto para el almacén INA (junio de 1958)	52
Figura 21. Plano original del diseño estructural de Guillermo González Zuleta para las bodegas Almagrán, Yumbo (1959)	53
Figura 22. Reconstrucción digital y vista interior de bodegas Almagrán, Yumbo (1959)	54
Figura 23. Proyecto de almacén para la Caja Agraria, Cali (septiembre de 1958)	55
Figura 24. Reconstrucción digital del proyecto de almacén para la Caja Agraria, Cali (septiembre de 1958)	55
Figura 25. Proyecto de almacén para la Caja Agraria, Cali (septiembre de 1958)	56
Figura 26. Planta de Textiles El Cedro, Cali (1959)	57
Figura 27. Reconstrucción digital del anteproyecto de F. Candela para Textiles El Cedro, Cali (1959)	57
Figura 28. Cimentación tipo paraguas construido por F. Candela en el templo de la Medalla de la Virgen Milagrosa, México (1953-55)	59
Figura 29. Papelería Danaranjo, diseño de M. Escobar, Cali (1960-61)	60
Figura 30. Iglesia en Cali (1959)	61
Figura 31. Reconstrucción digital del anteproyecto de F. Candela para un templo, Cali (1959)	62

Figura 32. Reconstrucción digital de la solución A para el mercado El Porvenir, Cali (1958-60)	64
Figura 33. Reconstrucción digital de la solución B para el mercado El Porvenir, Cali (1958-60)	65
Figura 34. Reconstrucción digital de la solución C para el mercado El Porvenir, Cali (1958-60)	65
Figura 35. Reconstrucción digital de la solución D para el mercado El Porvenir, Cali (1958-60)	65
Figura 36. Reconstrucción digital de la solución E para el mercado El Porvenir, Cali (1958-60)	66
Figura 37. Interior de la planta embotelladora Bacardí, Ciudad de México (1958-60)	67
Figura 38. Primera versión de la solución E para el mercado El Porvenir, Cali (1958-60)	68
Figura 39. Segunda versión de la solución E para el mercado El Porvenir, Cali (1958-60)	69
Figura 40. Mercado Cristóbal Colón, Cali (1960)	70
Figura 41. Capilla de San Vicente de Paúl, Coyoacán, Ciudad de México (1958-60)	71
Figura 42. Reconstrucción digital del mercado Cristóbal Colón, Cali (1960)	72
Figura 43. Construcción del mercado Cristóbal Colón, Cali	72
Figura 44. Vista del interior del mercado Cristóbal Colón, Cali, en 2018	73
Figura 45. Supermercado Belmonte, Cali (1961)	74
Figura 46. Almacenes Herdez, San Bartolo, Ciudad de México (1955-56)	75
Figura 47. Reconstrucción digital del supermercado Belmonte, Cali (1961)	75
Figura 48. Vista actual del exterior del supermercado Belmonte, Cali	76

Figura 49. Foto de la maqueta correspondiente a la propuesta de J. Perea para la sede del Sena, Cali (1959)	77
Figura 50. Pabellones para Cartón Colombia en la feria de Bogotá (1961)	78
Figura 51. Primer proyecto para la cubierta del Club K-O, Cali (1961)	80
Figura 52. Perfil de cubierta en la sede de H.W. Moore Equipment, Denver (1953)	81
Figura 53. Vista actual del interior del Club K-O, Cali	82
Figura 54. Primero de los paraguas hiperbólicos construidos en la Estación de Bomberos, Bugalagrande (circa, 1963)	85
Figura 55. Plaza de mercado de Siloé, Cali (1963)	86
Figura 56. Escuela de Medicina, Santiago de Cuba (1963)	87
Figura 57. Acceso a Puerto de Buenaventura (1968)	88
Figura 58. Vestíbulo aeropuerto Olaya Herrera, Medellín (1957)	89
Figura 59. Bóveda por arista sobre salón de actos en el Sena, Cali (1959-62)	90
Figura 60. Plaza de mercado Satélite, Buga (1958-61)	92
Figura 61. Vista actual del laboratorio de los Rayos Cósmicos, México (1950)	92
Figura 62. Interior del templo de San Cayetano, Medellín (1958)	93
Figura 63. Instituto de Asuntos Nucleares, Bogotá (1962)	94
Figura 64. Estación de servicio Cristóbal Colón, Cali (1959)	95
Figura 65. Cafetería de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Medellín (1960)	96
Figura 66. Templo de La Consolata, Medellín (1967-72)	96
Figura 67. Templo de San José, Bucaramanga (circa, 1966)	97
Figura 68. Templo de la Caridad del Cobre, Barranquilla (1962)	98
Figura 69. Mapa de proyectos en los que se emplearon cubiertas laminares de hormigón armado en Colombia (1947-1968)	106

PRESENTACIÓN

En gran medida el éxito de la producción de Félix Candela se debió a su firme posición con respecto a la premisa de alentar, siempre y en lo posible, un cálculo estructural sencillo y modos de construcción que evitasen complejidades innecesarias. Aún hoy sorprende la belleza de las formas arquitectónicas conseguidas con las delgadas cáscaras de concreto, con las que produjo grandes cubiertas para proyectos propios o de terceros cuya aparente sencillez dista mucho de caer en la banalidad de lo simple.

Si bien ya desde la década de 1930 se insinuaban los paraboloides hiperbólicos (generalmente en configuración de «silla de montar») como expresión de una modernidad tecnológica, fue en la segunda mitad del siglo XX cuando se desplegó un intenso interés por las estructuras laminares de concreto. En la década de 1950, mediante búsquedas experimentales, ingenieros y arquitectos avanzaron en su perfeccionamiento con más voluntad exploratoria que certezas, y ante la ausencia de métodos de cálculo específicos y científicamente resueltos, los fueron estableciendo y refinando gradualmente a partir de la comprobación mediante modelos a escala, sometidos a cargas proporcionales y a su posterior verificación y análisis.

En Europa los logros más destacados corresponderían a los trabajos de Eduardo Torroja (España) y Heinz Isler (Suiza); en América del Sur

resaltan la figura de Oscar Niemeyer (Brasil), el desarrollo de la llamada «bóveda cáscara» de Amancio Williams (Argentina) y en Colombia los ejemplos mencionados por Botti y Galindo en este libro, en tanto que en América del Norte emergieron las arquitecturas de Eero Saarinen (EE. UU.) y, fundamentalmente, las creaciones del emigrado español Félix Candela en México, quien como proyectista y empresario logró una extensa amplificación geográfica trascendiendo sus fronteras.

El caso de Candela es excepcional ya que, prácticamente, el tipo estructural representado por una delgada cáscara de concreto que obtiene su resistencia por las curvaturas de su forma ha quedado implícitamente asociado con su nombre: es tal la profusión de trabajos y tan reconocible su impronta que la identificación es inevitable, no hubo otro arquitecto o ingeniero que fuera tan consecuente en desarrollar y aplicar una fórmula que, no por exitosa, resultó repetitiva.

La clave de su interpretación del problema reside en la certidumbre que le otorgaron las superficies regladas, aquellas que se obtienen por el desplazamiento de la línea recta a través de generatrices curvas, una definición que le facilitó tanto las operaciones de cálculo como las cuestiones constructivas, sobre todo al momento de desarrollar los moldes de encofrado, en razón a que se pueden obtener mediante tablillas rectas de madera para conformar el alabeo.

Según explica Robin Evans, Félix Candela, cuyas gráciles estructuras de cáscara delgada se estaban conociendo en Europa durante la década de 1950, descartaba todas las superficies excepto el paraboloide hiperbólico, que era la única superficie compuesta que podía calcularse fácilmente. Las tensiones en el caparazón podrían analizarse; su comportamiento estructural era por tanto predecible: «Esta es su justificación real y mucho más válida que la belleza de su forma», escribió en 1958 (2000, p. 312)¹.

En consecuencia, tanto los conocidos «paraguas», construidos mediante la sumatoria de cuatro paraboloides hiperbólicos o las más complejas y sinuosas estructuras que salieron de su mesa de dibujo, cumplían con esa sencilla y eficaz premisa en razón de la practicidad del cálculo y la construcción. En conclusión, aquello que a primera vista

1 Texto original: "Félix Candela, whose graceful thin-shell structures were becoming known in Europe during the 1950s, dismissed all surfaces except the hyperbolic paraboloid was the only compound surface that could be easily calculated. The stresses in the shell could be analyzed; its structural behavior was therefore predictable: 'This is its real justification and a far more valid one than the beauty of its form', he wrote in 1958". (Traducción propia)

podría pensarse como un recurso formalista o expresionista debería considerarse como consecuencia de una opción de orden racional.

El tema que aborda este trabajo de Botti y Galindo es la inscripción de las experiencias de Félix Candela en la práctica de la arquitectura en Colombia a lo largo de dos décadas (1948-1968), mediante los resultados de investigaciones producidas por los autores en los últimos años. Lo han orientado, en principio, hacia un abordaje de las cuestiones técnicas —lo que permite historizar los procesos constructivos y aproximarse a la cultura material en las coordenadas de un sitio y una temporalidad determinadas—, sin por ello descuidar las relaciones con el campo profesional, las condiciones regionales y los perfiles de las personalidades que establecieron la red de contactos de Candela en esta región de América del Sur. De este modo es posible reconocer el devenir y la circulación de ideas, su recepción y posibles transferencias o adaptaciones, en un medio que fue muy receptivo en un principio hasta que, gradualmente, agotó la intensidad del vínculo. Pero la estructura con que se organiza esta publicación trasciende las circunstancias puntuales de ese episodio y obedece a las intenciones de pensar a la arquitectura moderna en Colombia, con la presencia de Félix Candela como válido pretexto, y en ello radica su principal mérito. Así, la figura de Candela será un foco que ilumina aspectos desconocidos o poco transitados de una historia a la que será posible hacerle nuevas preguntas.

Basándose en la investigación en archivos privados e institucionales, pesquisas en fuentes originales, hemerográficas, periodísticas y documentos varios (en los que tiene especial interés la correspondencia entre Candela y sus interlocutores, particularmente en el caso de Jaime Perea Suárez, con quien estableciera una relación societaria), el trayecto del vínculo del hispanomexicano con la arquitectura en Colombia se traza con precisión. Con ello emergen cuestiones propias del mundo de la construcción, del proyecto arquitectónico, de sus detalles técnicos y de los negocios, tanto como de las interrelaciones personales. En este sentido son reveladores los pasajes en los que se hace referencia al intercambio entre Candela y Perea Suárez, en los que aparece claramente la distancia entre modos de hacer, prácticas e intereses: las reprimendas del primero con motivo de los deslices «creativos» de su «representante» en tierras colombianas son una cabal muestra de una mentalidad práctica, que anticipa y evita los conflictos constructivos en pos de una síntesis que asegure la correcta adecuación estructural entre materia, forma y proceso productivo.

Si bien el último capítulo se refiere al «auge y ocaso de las estructuras laminares» en relación con el legado de Candela en Colombia, a lo largo del texto también se puede apreciar el tratamiento de otro tipo de estructuras de concreto, con lo que esta publicación adquiere un sentido más amplio: se trata de «una» historia de las estructuras arquitectónicas de concreto armado en Colombia en la primera parte de la segunda mitad del siglo XX, de sus protagonistas y de las condiciones de producción. Por otra parte, la inclusión de un anexo que detalla un pormenorizado listado de proyectos que emplearon cubiertas laminares de hormigón armado entre 1947 y 1968 constituye un valioso aporte, que permite poner en perspectiva y en términos cuantitativos la amplia recepción y aplicación que tuvieron estas estructuras en el país.

Por todo ello la contribución del trabajo de Botti y Galindo es bienvenida y necesaria, constituye un equilibrado aporte a la historia de la arquitectura y a la historia de la construcción, y permite una mejor comprensión de los procesos de modernización ocurridos en la arquitectura en Colombia y, por tanto, en América Latina.

Luis Müller

Universidad Nacional del Litoral
Santa Fe, Argentina, octubre de 2019

INTRODUCCIÓN

Este trabajo recoge y amplía una serie de estudios que de manera individual y fragmentada² han desarrollado sus autores en los últimos años, de tal manera que aquí adoptan un cuerpo homogéneo cuyo discurso apunta en múltiples direcciones.

El enfoque monográfico sugerido por el título no busca llamar a engaños: se trata de profundizar en la investigación sobre el trabajo del arquitecto Félix Candela³ en Colombia —que se desarrolló en un arco temporal bien limitado— y que sirve como pretexto para hacer una

2 La introducción y las conclusiones de este trabajo han sido escritas conjuntamente, los capítulos “Colombia años cuarenta y cincuenta” y “Cubiertas Alas en Colombia” son primariamente de autoría de Giaime Botti, en tanto que los capítulos “Félix Candela y los ingenieros y arquitectos colombianos” y “El legado de la obra de Félix Candela en Colombia” son de Jorge Galindo-Díaz. Sin embargo, el contenido de cada parte de este trabajo ha sido plenamente compartido por los autores.

3 Félix Candela (1910-1977) se formó en la Escuela de Arquitectura de Madrid y en 1936 recibió una beca para estudiar en Alemania acerca de las estructuras laminares; sin embargo, la Guerra Civil Española lo hizo permanecer en su país y enrolarse en el ejército republicano. En 1939, y ante la inminente derrota de su bando, partió a México y diez años más tarde dio inicio a su obra arquitectónica en torno a las cáscaras de hormigón armado. Los estudios sobre su vida y obra en México son abundantes, aunque merece la pena destacar los trabajos de Faber (1963), Garlock y Billington (2008) y Del Cueto (2013); sobre sus proyectos en Colombia pueden citarse los artículos de Medina (2003), Galindo, Escobar y Salazar (2018) y Botti (2019a).

revisión de dos décadas extremadamente fructíferas en la producción arquitectónica colombiana, comprendidas entre 1948 y 1968. De esta manera, el estudio mantiene un enfoque específico en la historia de la construcción, entendida como área de investigación paralela y complementaria a la historia de la arquitectura, ocupándose del cómo y cuándo se realizaron las obras construidas, con especial énfasis en sus aspectos operativos⁴; un enfoque que por tanto privilegia las dimensiones técnica y material de la producción arquitectónica, sin que esto implique olvidar las esferas de lo estético, lo formal y lo conceptual. De hecho, estas dimensiones se reúnen en la investigación de los procesos de circulación y transferencia, tanto de imaginarios como de conocimientos técnicos, que se muestran en este trabajo.

Para aclarar con mayor precisión el alcance del libro que el lector tiene en sus manos es necesario especificar que no se trata de una historia de la construcción en Colombia, ni de una historia de la construcción en concreto armado en el país, puesto que alrededor de tales temas la bibliografía se ha enriquecido notablemente en los últimos años⁵ (Galindo, Vargas y Villate, 2018; Galindo, 2020), no sin dejar muchas preguntas abiertas. Lo que sí se pretende en este libro es ampliar la mirada al desarrollo de estructuras en hormigón armado de geometría compleja —principal pero no exclusivamente paraboloides hiperbólicos— en las décadas centrales del siglo xx en Colombia, por medio del estudio de la actividad, directa e indirecta, del arquitecto hispanomexicano Félix Candela en el país.

Con este objetivo a la vista, cada capítulo se presenta con un carácter casi monográfico, a menudo abordando el periodo central de esta investigación (entre 1950 y 1960) desde diferentes perspectivas. Así, el primer capítulo ofrece una síntesis acerca del ejercicio de la arquitectura a partir de la década iniciada en 1940, subrayando la estrecha relación entre el desarrollo de la arquitectura moderna en Colombia y los avances en las tecnologías de la construcción en concreto reforzado en el marco geopolítico de la Guerra Fría y del desarrollismo.

El capítulo dos, más que ofrecer la que se podría llamar visión «de contexto» sobre los años cincuenta y sesenta con relación al sector

4 Un importante esfuerzo por definir el término “historia de la construcción”, y precisar sus aspectos disciplinares, se encuentra en Huerta (2009: XIII), para quien esta debe ser entendida como el estudio cronológico de las técnicas aplicadas a la construcción de obras de arquitectura e ingeniería civil.

5 Manifestación de ello son las numerosas comunicaciones publicadas en el Primer Coloquio Colombiano de Historia de la Construcción, celebrado en Bogotá en octubre de 2018.

de la arquitectura y de la construcción, encuadra ese mismo «campo», para utilizar un concepto de Pierre Bourdieu (1992), como su objeto de reflexión; es decir que este capítulo se centra en el estudio del microcosmos social de los arquitectos, ingenieros y constructores colombianos, señalando de qué manera se asumió una postura abierta hacia las propuestas técnicas y estéticas de Félix Candela, mirando entonces cómo se produjo la recepción de su obra y, sobre todo, estudiando el funcionamiento interior de este «campo»: los modos de trabajo de estos profesionales, sus formas de aprendizaje y capacitación, la competencia y la carrera hacia la innovación.

El tercer capítulo, por su parte, constituye un estudio de caso, con el fin de documentar los pormenores de la obra de Candela y de su colaborador Jaime Perea Suárez en Cali y el Valle del Cauca entre 1957 y 1963. El último capítulo analiza el legado de la obra del primero de ellos en Colombia en los años posteriores, un periodo caracterizado por el auge y el sucesivo ocaso del uso de estructuras laminares.

Lo que resulta finalmente, además de una completa y ordenada presentación de la obra de Félix Candela en Colombia, es la definición de un claro marco historiográfico en el que es posible incluir una serie de obras y proyectos a partir de sus características técnico-formales vinculados entre sí por historias entrecruzadas que por diferentes razones no han podido encontrar hasta hoy su lugar en la que se podría definir como la «historia canónica» (Scalvini y Sandri, 1984) de la arquitectura en Colombia (Arango, 1989; Samper, 2020; Téllez, 1979).

Por último, cabe destacar las fuentes de este trabajo de investigación. En primer lugar, el material de la colección *Félix Candela Architectural Records and Papers, 1950-1984* de la Avery Architectural & Fine Arts Library de la Columbia University en Nueva York, constituido por planos y correspondencia de Candela, sobresale claramente como la principal fuente primaria. Adicionalmente, se ha acudido a una gran variedad de otras fuentes alternas: desde la hemerografía del sector, en particular revistas colombianas entre las que se destacan *Ingeniería y Arquitectura*, *Proa* y *El Arquitecto*, hasta la prensa diaria, *El Tiempo* y *El País* entre muchos, sin olvidar varios archivos privados e institucionales, y algunos testimonios personales de quienes han sabido guardar en su memoria los primeros pasos de las estructuras laminares en Colombia.

COLOMBIA, AÑOS CUARENTA Y CINCUENTA: ARQUITECTURA MODERNA, EXPERIMENTACIÓN EN CONCRETO E IDEOLOGÍA DEL DESARROLLO

El pleno desarrollo de una práctica arquitectónica auténticamente modernista, es decir, integrada al discurso teórico y estético internacional y capaz de aprovechar con coherencia las posibilidades ofrecidas por materiales como el concreto armado, el vidrio o el acero, se registra en Colombia al término de la primera mitad del siglo xx. Este es el momento en el que generalmente la historiografía reconoce el paso a una forma madura de modernismo (Arango, 1989) y el comienzo de la época de oro de la arquitectura colombiana (Samper, 2000); y si bien la realidad fue con seguridad mucho más compleja (Botti, 2021), no cabe duda de que por diferentes razones los años centrales del siglo marcaron un cambio importante en el campo de la arquitectura, de la ingeniería y de la industria de la construcción.

Este no es el lugar para hacer una historia de la arquitectura en Colombia, pero sí es posible destacar de manera sintética, cómo el avance de la práctica de la arquitectura en el país ocurrió en un marco de una estrecha colaboración entre arquitectos e ingenieros. Se trataba de una situación que el propio Carlos Martínez, desde las páginas de la revista *Proa* no dudaba en subrayar de la siguiente manera:

Actualmente los jóvenes profesionales de la arquitectura y de la ingeniería se están asociando para cumplir mejor los encargos. El binomio así integrado es una perfecta asociación de criterios e inteligencias. [...] En pro de un mejor entendimiento entre arquitectos e ingenieros calculistas nos parece que debería fomentarse, entre los alumnos respectivos, la ejecución de proyectos en equipo. Así los beneficios serían mayores particularmente en nuestro medio, casi único en el mundo, en que los arquitectos se encargan de la ejecución de los proyectos. (Martínez, 1951, p. 8)

Por otro lado, Henry-Russell Hitchcock, cuatro años después, escribía acerca del caso colombiano:

El temperamento frío de los colombianos, casi puramente noespañoles, contrasta igualmente con el de los cariocas, más volátiles, y las conexiones profesionales con los Estados Unidos en arquitectura, como en otros campos, han sido muy estrechas por largo tiempo [...] Con un problema de control solar menos grave que el de otros latinoamericanos, sus edificios comerciales, sólidamente construidos, no parecerían fuera de lugar en las ciudades del norte de los Estados Unidos, aunque en muchos casos se destacarían por su diseño claro y bien organizado. La excelencia de las normas técnicas de construcción permite el uso de elementos de hormigón visto. [...] Algo aparte del carácter general casi anglosajón de la arquitectura colombiana es el trabajo realizado con la construcción de hormigón en cáscara en estadios, hipódromos, plantas industriales, e incluso en casas. Pero con la excepción de la inacabada iglesia de Nuestra Señora de Fátima, de dos capillas del Gimnasio Moderno y de la Escuela de Caballería de Moya (que se formó en parte en la Academia de Cranbrook, es interesante señalarlo, pero es más mexicana en el tenso emocionalismo de su arquitectura) hay una impresión general de sobriedad en el diseño y de solidez en la técnica incluso en tipos de construcción relativamente experimentales. La práctica, común en toda América Latina, de combinar empresas de construcción con asociaciones de arquitectos, explica en parte esto y se ve en su mejor momento en la producción de Cuéllar, Serrano y Gómez (1955, pp. 37 y 41; traducción de los autores).

Lo que pasó en esta década fue un extraordinario desarrollo en la práctica, que en pocos años llevó a un grupo de arquitectos a realizar algunas de las obras más importantes en la historia de la arquitectura en Colombia; obras que, en algunos casos, lograron difundirse en el medio internacional

en importantes revistas especializadas de la época y contribuir a la construcción de una clara imagen del modernismo colombiano (Botti y Liernur, 2021; Botti, 2021), que encontraba exactamente en esta calidad constructiva, sencillez y funcionalidad, sus rasgos fundamentales, muy visibles en algunas de las obras que se irán reseñando en las páginas siguientes. Tal imagen se definía en coherencia con el contexto desarrollista de la posguerra, en el que Colombia emergía como uno de los países clave en la neonacida Organización de los Estados Americanos, y en el sistema de las políticas para la seguridad hemisférica y el desarrollo (Palacios, 1995; Tirado, 1998), transformándose, entre otras cosas, en uno de los “laboratorios” de los programas del Banco Mundial, gracias a la Misión Currie empezada en 1949 (Escobar, 2005; Alachevich, 2008).

Dos proyectos marcan en Colombia el periodo que siguió de manera inmediata al fin de la Segunda Guerra Mundial y permiten entender el estrecho vínculo entre experimentación tecnológico-estructural y nuevas formulaciones estéticas propias de la época, a la vez que señalan los múltiples procesos que favorecieron el desarrollo de un modernismo maduro en el país: el primero de ellos es el estadio de béisbol 11 de Noviembre, en Cartagena de Indias, y el segundo la plaza de mercado construida en la ciudad de Girardot, próxima a Bogotá.

El estadio de béisbol fue construido en 1947 por un grupo de arquitectos contratados por el Ministerio de Obras Públicas (Niño, 1991), entre los que se encontraban Edgar Burbano, Jorge Gaitán Cortés, Álvaro Ortega y Gabriel Solano, junto al ingeniero Guillermo González Zuleta. Reseñas del estadio llegaron a publicarse en varias revistas internacionales —desde *Architectural Forum* en Estados Unidos a *Nuestra Arquitectura* en Argentina pasando por *L'Architecture d'Aujourd'hui* en Francia— lo que lo convirtió rápidamente en el proyecto colombiano más publicado a escala internacional hasta los años setenta y contribuyó a la creación de esta imagen del modernismo colombiano mencionada (Botti y Liernur, 2021).

El estadio de Cartagena (figura 1) se destacaba por su atrevida cubierta en voladizo técnicamente posible a partir de un proyecto que presentaba de antemano dos propuestas constructivas: una en cerámica armada⁶ (Galindo, Salazar y Henao, 2018) y otra en hormigón, siguiendo

6 La técnica de la cerámica armada permite la construcción de estructuras delgadas (planas o curvas) mediante la combinación de viguetillas de hormigón armado que forman una cuadrícula de tal manera que los espacios libres entre ellas son ocupados por ladrillos cerámicos, de bajo peso propio y que en Colombia tenían un bajísimo precio comercial en virtud de su carácter artesanal. A las láminas así construidas se les daba un acabado superficial en

los cálculos de Guillermo González Zuleta. En cualquier caso, la solución formal era una delgada cubierta laminar que cumplía con la función de proporcionar sombra a los espectadores sin hacer uso de apoyos que obstaculizaran las visuales hacia la cancha, sustentada por un sencillo sistema de pórticos curvos con forma de «C» que también soportaban las tribunas para el público; se trataba de una solución formalmente elegante, funcional y apropiada al clima de la ciudad.

Este proyecto deja además en evidencia la importancia de algunas relaciones que serán fundamentales en este periodo para la modernización de la práctica arquitectónica en Colombia: de los cuatro arquitectos autores del diseño del estadio, tres se habían formado profesionalmente en universidades de los Estados Unidos: Gaitán con un posgrado en Yale, Ortega y Solano en Harvard, después de haberse graduado respectivamente en la Universidad McGill en Canadá y en la Universidad de Pennsylvania (Goossens, 2013; Botti, 2017).



Figura 1. Estadio de béisbol 11 de Noviembre, Cartagena de Indias (1947)

Fuente: los autores.

Por su parte, la plaza de mercado de Girardot (1946-48) fue diseñada por el arquitecto alemán Leopoldo Rother, que respondía a un encargo del Ministerio de Obras Públicas; el ingeniero calculista fue en esta ocasión José Antonio Parra. Aquí, como en el caso del estadio, la solución propuesta por el proyectista lograba, por medio de un gesto aparentemente simple, abordar de manera eficiente los requisitos funcionales de la obra, manejar de manera acertada la relación con el ardiente clima de la ciudad y proponer una estructura formalmente impecable e inequívocamente moderna.

su cara superior con el fin de impermeabilizarlas y en algunas ocasiones también por su cara inferior, escondiendo los ladrillos y dando una apariencia de monolitismo.

Rother concibió en este caso una gran cubierta formada por una secuencia paralela de bóvedas cilíndricas en cerámica armada, descolgadas de vigas transversales y apoyadas en sutiles pilares con forma de «V», que también soportaban un entrepiso que extendía la superficie para los vendedores sin hacer uso de muros de cerramiento (figura 2). De hecho, el mercado no era nada más que un espacio en extremo funcional pensado en razón del clima local, mediante una superficie sombreada y ventilada.

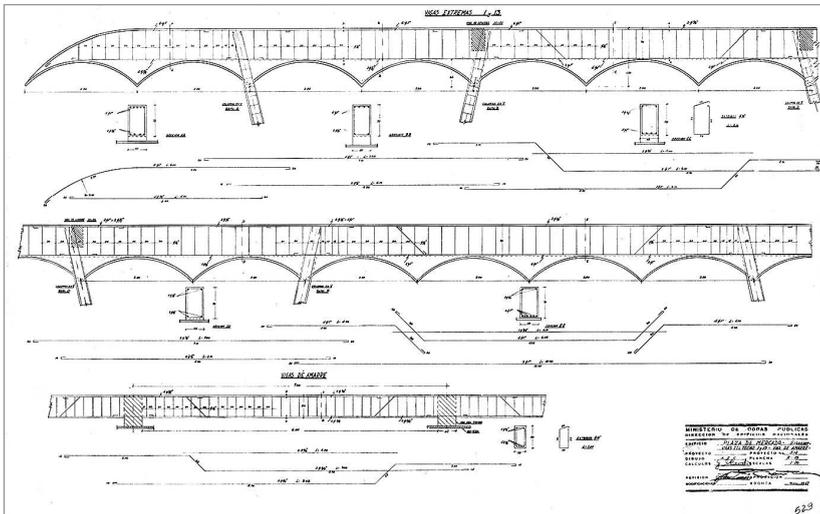


Figura 2. Plano de detalle del mercado de Girardot (1947)

Fuente: Archivo General de la Nación, Bogotá, Fondo Invias, Planoteca 3, Bandeja 18, Carpeta 25, Ref. 529.

De nuevo, una relación acertada con el clima y una solución estructural atrevida y experimental⁷ (Rother, 1984) caracterizaron este proyecto que, si bien fue menos conocido que el del estadio de Cartagena en el ámbito internacional, gozaba de un indudable valor arquitectónico. Su autoría señala también otro fenómeno importante de este periodo: al regreso al país de muchos arquitectos colombianos educados en Estados Unidos se sumó la llegada de un número reducido pero influyente de profesionales europeos que marcarían el paso de los años treinta a los cuarenta y que jugarían un papel fundamental en la modernización tanto del imaginario formal como del ideal de los arquitectos colombianos.

7 Modelos a escala de las bóvedas delgadas se construyeron en los sótanos del Ministerio de Obras Públicas y se sometieron a condiciones de carga para verificar su comportamiento.

Junto a Rother, se pueden citar los casos de los arquitectos italianos Vicente Nasi (Dameri y Mellano, 2020), Bruno Violi (Varini, 1998), de su compatriota el ingeniero Domenico Parma (Varini, 2000) y el de los arquitectos españoles Santiago Esteban de la Mora, Ricardo Ribas Seba, Alfredo Rodríguez Orgaz y Germán Tejero de la Torre (Bulnes, 2007).

Dando continuidad al uso de membranas de hormigón, entre 1950 y 1955 se cuentan numerosos proyectos tanto en Bogotá como en otras ciudades del país, entre los que se destacan la casa de Víctor Shaio (1950) de los arquitectos Violi y Lanzetta, la iglesia de Fátima en Medellín (1950) concebida por Antonio Mesa Jaramillo o el hipódromo de Techo (1952) en las afueras de Bogotá del arquitecto Álvaro Hermida Guzmán junto a los ingenieros Guillermo González y Luis Eduardo Mora Angueyra; esta última era otra atrevida estructura con bóvedas cilíndricas soportadas en voladizos que formaban parte de un conjunto de pórticos que recuerdan los que hiciera Eduardo Torroja en el hipódromo de la Zarzuela (figura 3).

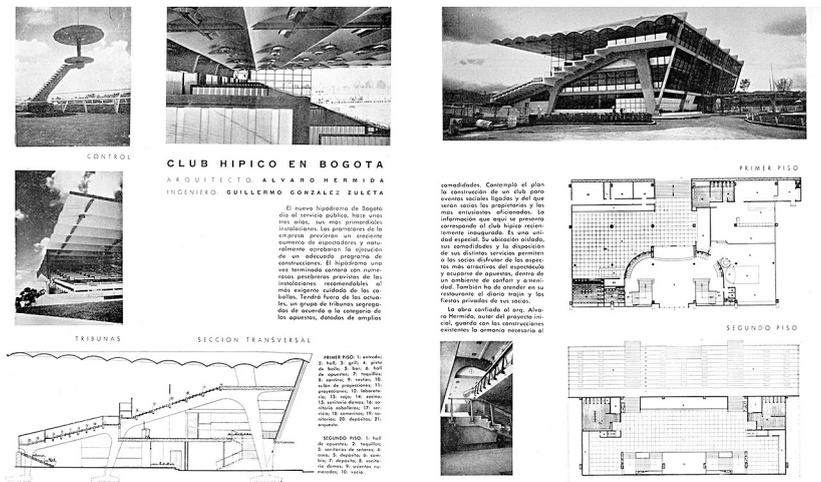


Figura 3. Hipódromo de Techo, Bogotá (1952-55)

Fuente: Proa, 90, 1955, pp. 20-21.

En los mismos años, también se construyeron otros escenarios deportivos destacados por el diseño de sus sistemas estructurales: el estadio Atanasio Girardot de Medellín (1950-51) y la tribuna oriental del estadio Pascual Guerrero de Cali (1954). En ambos participaron Jorge Gaitán y Guillermo González. En el primero resulta interesante la conformación de los pórticos de las graderías que dan origen a un sistema de tribunas superpuestas y las cubiertas planas a partir de vigas

en voladizo (figura 4); en el estadio de Cali, las membranas de cubierta se resuelven mediante superficies de doble curvatura. Sin embargo, en los dos la solución técnica es la cerámica armada desarrollada por González, mediante la cual se construyen las láminas a partir de una retícula de viguetas de 10 cm de ancho y 6 cm de altura entre las que se disponen ladrillos huecos que posteriormente se cubren con una delgada capa de mortero impermeabilizado (Poveda, Galindo y Paredes, 2018).



LA TRIBUNA CUBIERTA Y SU DISEÑO ESTRUCTURAL

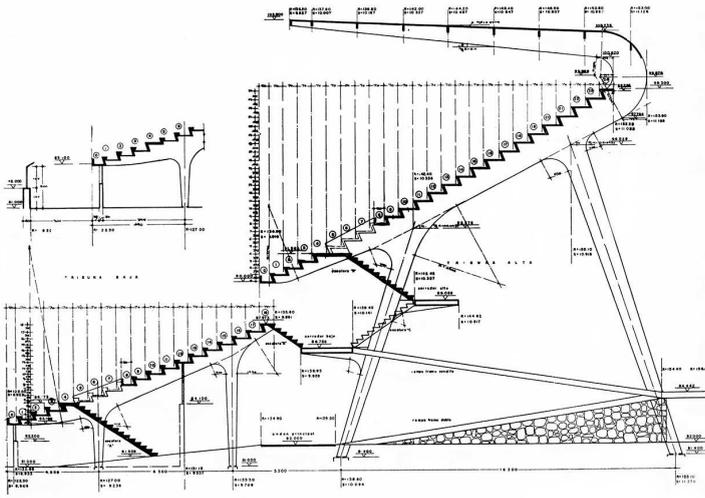


Figura 4. Estadio Atanasio Girardot, Medellín (1950)

Fuente: Proa, 72, 1953, p. 13.

Simultáneamente, las más importantes ciudades colombianas se iban poblando de edificaciones comerciales para oficinas de grandes empresas, bancos y agencias de seguros, que de forma rápida alcanzaban alturas impensables pocos años antes. A esto aportó de manera significativa la aparición del sistema de entrepiso con cajones aligerados prefabricados denominado «Reticular celulado», desarrollado por el ingeniero italiano Domenico Parma para la firma Cuéllar, Serrano, Gómez & Cía. El sistema que patentó Parma permitió acelerar y abaratar la construcción de losas dispuestas sobre columnas de hormigón que a partir de ahora podían situarse alejadas del plano de fachada. Estas edificaciones, exhibidas en las revistas internacionales y en el célebre libro de H. R. Hitchcock (1955) publicado por el MoMA *Latin American Architecture Since 1945*, ayudaron a la construcción de la imagen de eficiencia y calidad de la construcción que empezó a caracterizar el modernismo colombiano en el contexto internacional (Botti y Liernur, 2021). Una imagen que más tarde sería reemplazada a nivel crítico e historiográfico por la «arquitectura de ladrillo», cuando la ilusión del desarrollo se agotó y la «realidad del subdesarrollo» (Liernur, 2015) se manifestó en toda su claridad.

De todas formas, en estas décadas los esfuerzos de los arquitectos seguían centrándose en la preocupación por la «construcción de un futuro». Antes del viraje procedente del Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento (CINVA)⁸ hacia lo tecnológicamente sencillo y los métodos de *self-help* (Liernur, 2015), otros arquitectos desarrollaban experiencias en el ámbito de la prefabricación con el claro objetivo de masificar y abaratar la producción de elementos para la construcción de viviendas a bajo coste. Los protagonistas en este caso fueron Álvaro Ortega y Gabriel Solano, alumnos de Walter Gropius en Harvard y profesionales con una evidente comprensión del papel social del arquitecto de acuerdo con lo predicado por su maestro. Con su empresa Vacuum Concrete de Colombia, que tenía las patentes para usar el método Billner del concreto al vacío, Ortega y Solano desarrollaron un gran número de proyectos de viviendas a bajo coste, experimentando con el uso de bóvedas ligeras y otros elementos estructurales prefabricados a pie de

8 El Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento nació a comienzos de los años cincuenta con el auspicio de la Organización de los Estados Americanos con el fin de desarrollar programas de capacitación, investigación, intercambio y divulgación de conocimientos en el campo de la construcción de viviendas y la planeación urbana (Peña, 2010; Gorelik, 2017). Su sede funcionó en Bogotá, en el campus de la Universidad Nacional de Colombia y hasta su cierre, en 1974, generó una importante cantidad de documentos académicos y científicos sobre los temas que estaban dentro de la órbita de su interés.

obra, como en los barrios Muzú (1950) y Quiroga (1951-53) promovidos por el Instituto de Crédito Territorial. También se destacarían algunas edificaciones industriales diseñadas por Ortega, entre las que se cuentan la fábrica de chicles Clark's (1951-53) junto al arquitecto Francisco Pizano y la Fábrica de Lanacolor Colombia (1955).

Antes de cerrar ese capítulo, es oportuno subrayar otro ámbito en el cual los años cuarenta y cincuenta parecen marcados por una fructífera experimentación formal y estructural de manera simultánea: la arquitectura religiosa. Gracias a que entre los estudiantes de arquitectura y profesionales formados en los primeros años cincuenta se dio a conocer el proyecto de la Iglesia de San Francisco de Asís de Oscar Niemeyer en Pampulha (Botti, 2019b), empiezan entonces a materializarse los primeros ensayos que adoptan esta iglesia como modelo⁹ (Serrano, 1948, p. 7). Algunos muy literales, como la Iglesia de Torcoroma en Barranquilla (1958) de Alejandro García¹⁰ y otros más elaborados como la iglesia de La Candelaria en Cúcuta o la capilla del Gimnasio Moderno (1954) en Bogotá, ambas de Juvenal Moya, de tal manera que en realidad ninguna de ellas comparte con el templo brasileño más que el uso de bóvedas parabólicas para la construcción de las naves. Esta última es una original solución con planta en forma de cruz griega, con brazos definidos por dobles bóvedas parabólicas y una cúpula central de vidrio soportada por dos arcadas también parabólicas (figura 5). De nuevo aquí, como en la capilla de Cúcuta, Guillermo González calculó la delgada cáscara, que se ejecutó completamente en cerámica armada (Galindo, Salazar y Henao 2018).

En la segunda parte de los años cincuenta, mientras un segmento importante de la producción arquitectónica colombiana seguía los dictados del lenguaje internacional, se registraba un importante cambio en las técnicas constructivas. Si, como se ha señalado, la mayoría de las obras mencionadas construidas mediante bóvedas o membranas estaban elaboradas con la técnica de la cerámica armada, incluyendo extraordinarios trabajos como la estación de buses de Bogotá (1951) de Ortega y

9 En Colombia, la revista *Proa* publicó fotografías del templo de Pampulha en su edición número 11 de 1948, con croquis y anotaciones del arquitecto Gabriel Serrano Camargo. El viaje de Serrano Camargo al Brasil había sido financiado por el Banco de la República con motivo de los estudios previos al diseño de su sede en Barranquilla, amparándose en el hecho de que “Brasil es uno de los países donde está más desarrollado el estudio y la ejecución de estructuras de concreto”.

10 Si bien la iglesia de Torcoroma en Barranquilla hace gala de un perfil parabólico en su fachada principal, no tiene una bóveda como solución de cubierta y apela al uso de láminas de fibrocemento que se adaptan a la geometría del edificio.

Solano o el edificio sede de Volkswagen (1955-58) de Bruno Violi, ambos con cálculos de Guillermo González, con el paso a la segunda parte de esa década empezaron a levantarse las primeras estructuras laminares en hormigón armado¹¹.

Lo que se intentará mostrar a partir del siguiente capítulo es el papel desempeñado por Félix Candela junto a los arquitectos e ingenieros con quienes entró en contacto para desarrollar estos tipos de estructuras en Colombia, que no solamente manifestaron un cambio en las técnicas constructivas, sino que ampliaron y enriquecieron el repertorio formal disponible para los arquitectos, de modo que desde ese momento podían empezar a utilizar geometrías más complejas, entre ellas los paraboloides hiperbólicos.

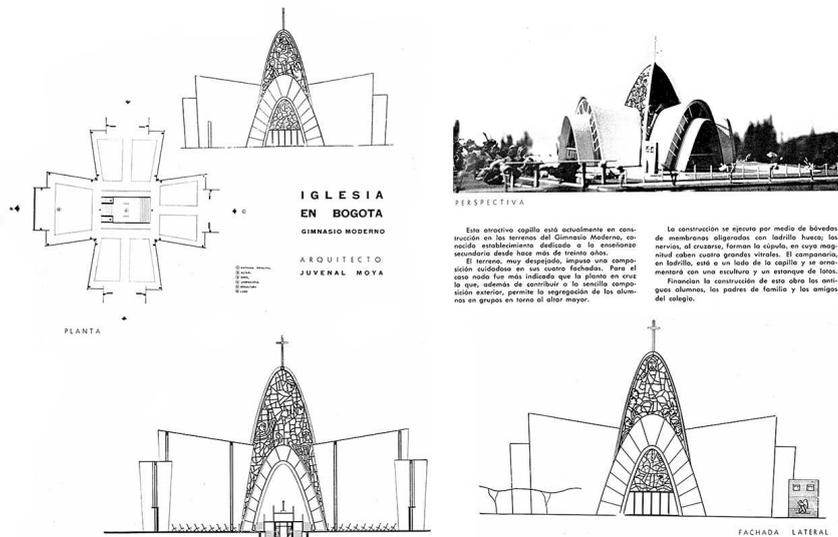


Figura 5. Capilla de los Santos Apóstoles en el Gimnasio Moderno, Bogotá (1954)
Fuente: Proa, 78, 1954, pp. 12-13.

11 Las estructuras laminares deben entenderse como aquellas cuya forma corresponde a una superficie delgada y continua en la que dos de sus dimensiones predominan sobre la de su espesor de tal manera que la resistencia mecánica ante las diversas cargas que actúan sobre ellas se considera una virtud de su forma. Comprenden una variada tipología de soluciones geométricas entre las que se destacan las de curvatura simple (bóvedas cilíndricas o cónicas, por ejemplo) y las de doble curvatura (entre las que se encuentran las cúpulas o los paraboloides hiperbólicos).

FÉLIX CANDELA Y LOS INGENIEROS Y ARQUITECTOS COLOMBIANOS: CIRCULACIÓN DE SABERES Y COMPETENCIA PROFESIONAL

La primera visita de Félix Candela a Colombia tuvo lugar en mayo de 1956, gracias a la invitación que le hiciera el arquitecto Leonard Currie desde la Dirección del Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento (CINVA), para conocer sus puntos de vista sobre la manera como era posible optimizar el uso del hormigón en beneficio de viviendas económicas. A manera de promoción de esta visita, la revista colombiana *El Arquitecto* incluyó en su número de mayo de ese año un artículo que hacía un elogio de su figura y de su obra, además de una entrevista en la que él mismo manifestaba:

Debo aclarar en primer lugar que, aunque soy arquitecto por educación, mi actividad profesional es la de constructor o contratista de obras y, por lo tanto, mis preocupaciones sobresalientes, son por lo general, de tipo económico. (Martínez, 1956, p. 6)

Simultáneamente, el número 99 de la revista *Proa*, publicada en mayo de 1956, incluía partes de su libro *Estereoestructuras*, impreso en Buenos Aires en 1957, y fotografías de varios de los proyectos más importantes

de Candela construidos en México: un mercado y una fábrica de tejidos concebidos a partir de sus ya famosos paraguas, el laboratorio de los Rayos Cósmicos (1950) y el templo de La Medalla Milagrosa (1954), que ya había sido publicado en *Proa* un año antes, con sus interesantes cubiertas a partir de láminas delgadas con forma de paraboloides hiperbólicos.

Durante su visita, Candela participó probablemente en tres mesas redondas patrocinadas por la Sociedad Colombiana de Arquitectos y organizadas en los salones de la Biblioteca Nacional. Los temas no se limitaron a los relacionados con la construcción de cubiertas a bajo costo, puesto que una de las conferencias se titulaba «En defensa del formalismo» (Sociedad Colombiana de Arquitectos, 1956). En los eventos se hicieron presentes los nacionales Álvaro Ortega y Guillermo González Zuleta, además del ingeniero chileno y profesor del CINVA Raúl Ramírez¹² junto a Rafael Suárez, entonces director del Instituto de Crédito Territorial (ICT), todos coordinados por el arquitecto Hernando Vargas Rubiano (Vargas, 2006). En encuentros como este, profesionales de varios países de América Latina recibían capacitación sobre diseño y construcción y muy seguramente la figura de Candela constituyó un referente importante en su formación, porque los motivó a formular propuestas en las que se emplearon los paraguas hiperbólicos como solución de cubierta, los mismos que le habían dado al primero fama y dinero desde 1952¹³.

Un paraguas hiperbólico se forma a partir de cuatro cuadriláteros simétricos (también llamados tímpanos), con un apoyo único en el centro¹⁴; cada cuadrilátero corresponde a una superficie del tipo paraboloides hiperbólico cuya forma más simple se genera mediante la acción de un segmento de recta en donde uno de sus extremos se mueve a lo largo de una línea horizontal, mientras que el otro lo hace a lo largo de una línea recta inclinada (figura 6). Se trata de una superficie reglada

12 El ingeniero Raúl Ramírez era egresado de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Católica de Chile y llegó a ser presidente en su país de la División de Ingenieros Estructurales en 1945; estuvo vinculado al CINVA entre 1953 y 1958 desde donde lideró el desarrollo de la conocida máquina CINVA-Ram para la producción de bloques de tierra comprimida. A su regreso a Chile conformó una sociedad con el arquitecto José Delpiano, hasta su fallecimiento en 1971.

13 Según Faber (1963) el primer paraguas fue levantado por Candela en 1952 en Tacamachalco, Ciudad de México, y tenía una planta cuadrada de 10 m x 10 m con un espesor de lámina de 4 cm. Con el paso de los meses Candela perfeccionó la estructura y el sistema constructivo hasta convertirse en la fuente más importante de ingresos para su empresa Cubiertas Ala.

14 La columna de apoyo central acogía, además, en su eje, el bajante de aguas lluvias, generalmente con un diámetro de 3" o 4"; una práctica que hoy difícilmente sería aprobada por los códigos de construcción.

cuyo proceso constructivo es muy sencillo en tanto los encofrados pueden hacerse de manera análoga al proceso geométrico, haciendo uso de tablas rectas, mientras que las armaduras (en el caso de que se hicieran en hormigón armado) no requieren doblarse o curvarse.

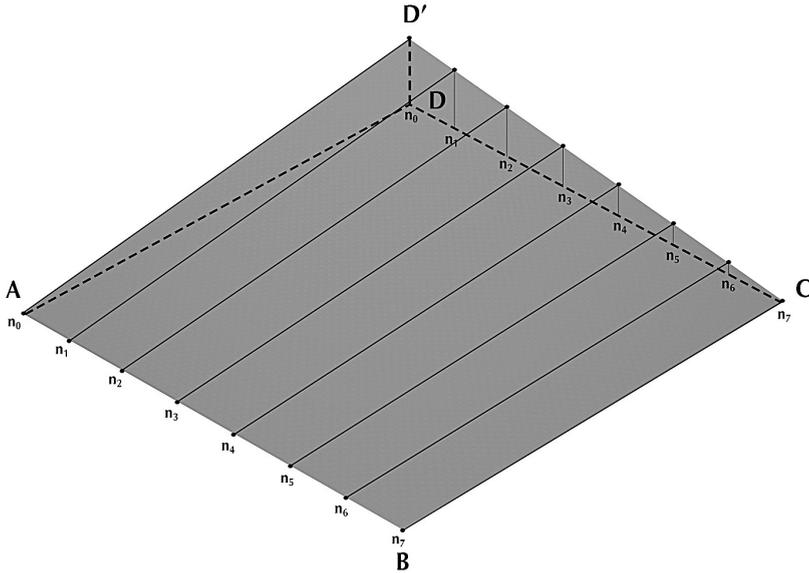


Figura 6. Paraguas hiperbólico. Formación de un cuadrilátero cuya superficie corresponde a un paraboloides hiperbólico: un extremo de la recta BC se desplaza sobre el lado AB mientras que su otro extremo lo hace sobre el lado D'C de tal manera que se forma un plano alabeado

Fuente: los autores.

Se tiene evidencia de que en el CINVA se desarrollaron al menos tres proyectos experimentales relacionados con este tipo de estructuras: el primero data probablemente de 1956, cuando un grupo de becarios, con la coordinación del ingeniero costarricense Otto Starke Jiménez desarrolló varias propuestas de vivienda económica, una de las cuales resolvía la cubierta mediante tímpanos hiperbólicos que daban forma a un paraguas invertido de planta cuadrada de 8,5 m de lado (figura 7). De seguro, los moldes que se construyeron un año después en los patios del CINVA, hechos enteramente con tablillas de madera, corresponden a la experimentación con los encofrados, uno de los aspectos más importantes en la evaluación de los costos de la solución de vivienda (figura 8).

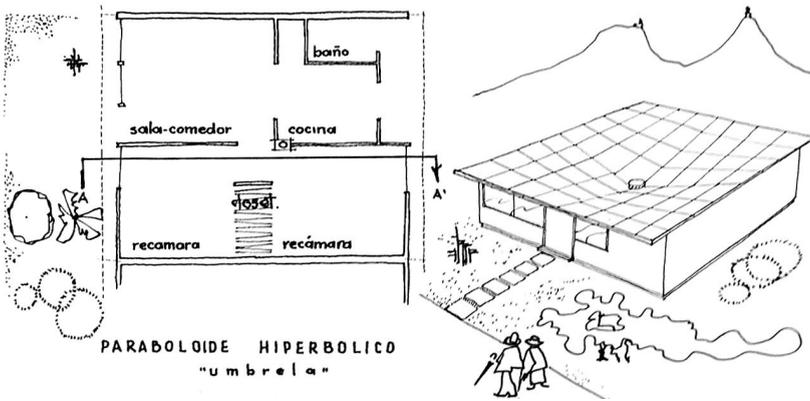


Figura 7. Propuesta de vivienda económica

Fuente: CINVA, Grupo E (1956). "Desarrollo de un tipo urbano de vivienda económica". Manuscrito, Fondo CINVA (caja 64), Archivo Central e Histórico de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.



Figura 8. Encofrado de uno de los tímpanos hiperbólicos construidos en el CINVA

Fuente: Alvariño, M. y Reig, M. (1961). *Sombrilla prefabricada de asbesto-cemento*. Manuscrito, Fondo CINVA (caja 49), Archivo Central e Histórico de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Cinco años más tarde, dos becarios del Curso Regular en Vivienda, el peruano Miguel Alvariño y el argentino Martín Reig (Alvariño y Reig, 1961), con la asesoría del ingeniero Carlos Hernández¹⁵ y de Víctor Mantilla, desarrollaron una propuesta similar, pero a partir de tímpanos de doble curvatura prefabricados en asbesto-cemento para lo cual elaboraron modelos en escala 1:25 y 1:5 (figura 9). La tipología de vivienda propuesta era de forma rectangular, cubierta con un paraguas y medio, para que tres paraguas pudieran bastar para dos viviendas. Posteriormente, los también becarios Juan Francisco Sierra y Mario Vallejo (Sierra A. y Vallejo M., 1961) estudiaron soluciones constructivas para la erección de un prototipo a escala natural, sin que hubiera quedado evidencia de ello.

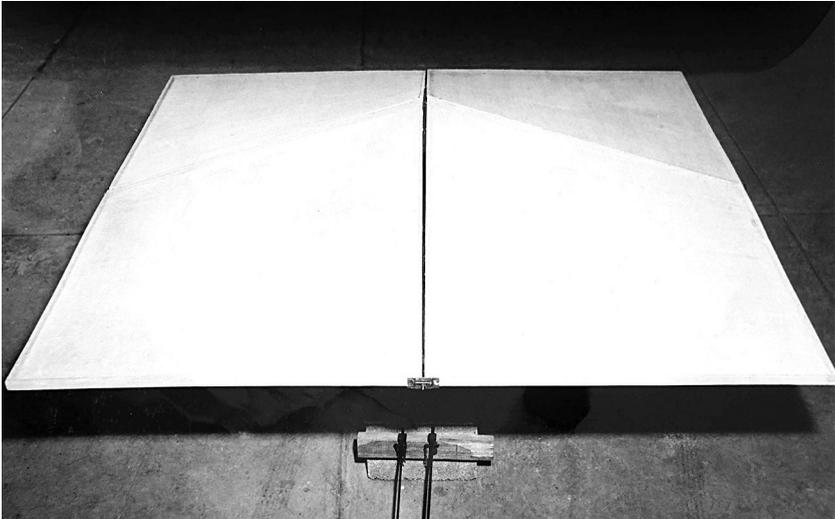


Figura 9. Modelo a escala 1:25 de una cubierta mediante tímpanos hiperbólicos invertidos prefabricados en asbesto-cemento

Fuente: Alvariño, M. y Reig, M. (1961). "Sombrilla prefabricada de asbesto-cemento". Manuscrito, Fondo CINVA (caja 49), Archivo Central e Histórico de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Independientemente, en 1965, y como parte del estudio liderado por los docentes Eduardo Menéndez y Augusto Enteiche sobre la versatilidad de la guadua como material de construcción, se levantaron dos para-

¹⁵ Hernández había recibido capacitación del propio Candela, según lo registra una carta de Jaime Perea Suárez a Félix Candela, 28-10-1958. *Avery Architectural and Fine Arts Library, Félix Candela Architectural Records and Papers, 1950-1984, Series II: Correspondence, Box 5, Folder 11.*

guas hiperbólicos en el patio posterior de la sede del CINVA¹⁶ haciendo uso de encofrados de esterilla (figuras 10 y 11), los mismos que todavía se conservan en las instalaciones internas de la Universidad Nacional, en Bogotá.



Figura 10. En primer plano, fabricación de encofrados en esterilla en los talleres del CINVA

Fuente: Menéndez, E. y Enteiche, A. (1965). “La guadua y los bambúes como materiales de construcción”. Manuscrito, Fondo CINVA (caja 21), Archivo Central e Histórico de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

¹⁶ El edificio para la sede del CINVA fue diseñado por un equipo conformado por el arquitecto panameño Guillermo De Roux, el chileno Celestino Sanudo y los colombianos Herbert Ritter y Eduardo Mejía (firma Ritter & Mejía); la construcción estuvo a cargo de la firma Manrique Martín e Hijos. El proyecto, como comentó el director del CINVA Leonard J. Currie (1957), quería reflejar la tradición colonial con la presencia de patios, y una búsqueda estética típica del momento por medio de las cubiertas, una inclinada, otra en bóvedas. Y efectivamente, las bóvedas membrana de 21 m de luz y 6 cm de espesor en las que se usó mortero a presión tipo Gunité tenían un marcado carácter experimental.

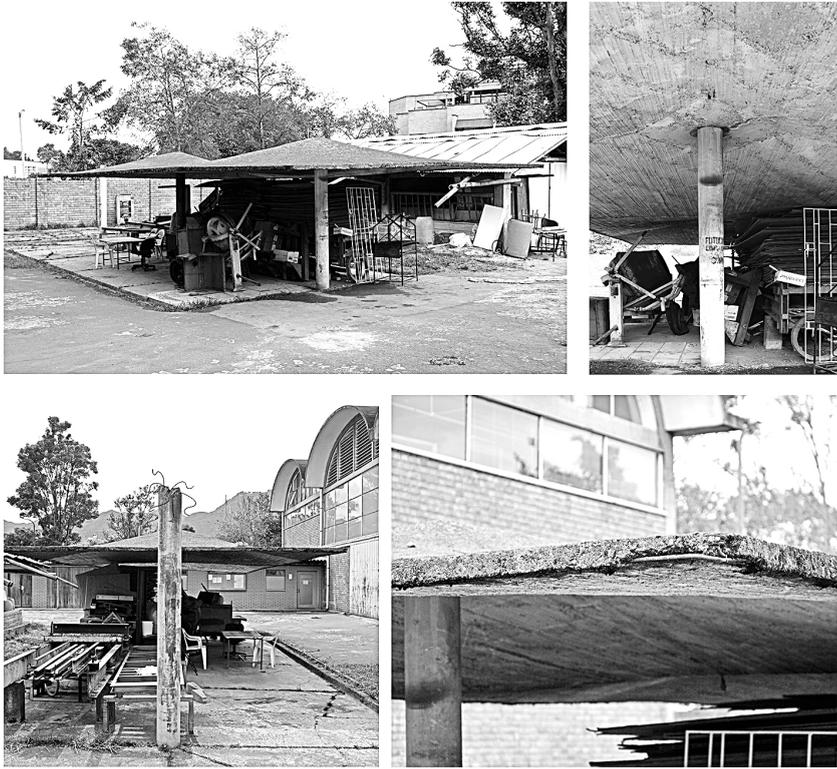


Figura 11. Estado actual de los paraguas hiperbólicos invertidos, patio de la antigua sede del CINVA en la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
Fuente: los autores.

Volviendo a considerar las consecuencias del primer viaje de Candela a Colombia, es muy claro que él también aprovechó la ocasión para entrar en contacto con otros profesionales locales interesados en contratar sus servicios como ingeniero calculista; en su ruta de regreso a México visitó la ciudad de Barranquilla invitado por la Sociedad de Ingenieros del Atlántico para dictar una conferencia¹⁷. Muestra de lo anterior es que en una carta del ingeniero barranquillero Julio Muvdi, dirigida a Candela en 1956, este buscaba formalizar el convenio verbal al que habían llegado sobre el cálculo de bóvedas de membrana, para que tanto Muvdi como su socio Elberto González Rubio tuvieran la exclusividad

¹⁷ Carta Alberto González Rubio a Félix Candela, Barranquilla, 25-5-1956. Avery Architectural and Fine Arts Library, Félix Candela Architectural Records and Papers, 1950-1984, Series II: Correspondence, Box 6, Folder 10.

de los servicios de Candela para el norte del país¹⁸. Como forma de pago, Candela recibiría un 3 % del valor de las estructuras construidas y el 50 % de los honorarios si se tratara solo de labores de diseño o consultoría.

A manera de respuesta, dos semanas más tarde, el propio Candela enviaba a Muvdi y González una minuta de contrato en papelería de Cubiertas Ala en donde especificaba que:

1. El “Arquitecto” [Félix Candela] se compromete a proyectar, ejecutando los planos necesarios y a proporcionar su asistencia técnica —con carácter exclusivo para los departamentos colombianos de la costa atlántica, Córdoba, Bolívar, Atlántico y Magdalena— en las estructuras laminares o cascarones de concreto que le sean encomendadas por “Los ingenieros” [Muvdi y González] para su ejecución por contrato en dichos departamentos colombianos, y a no aceptar trabajos de la misma índole que le sean encomendados por otras empresas o entidades colombianas para su ejecución en los citados departamentos¹⁹.

En palabras del propio Candela, los términos contractuales establecidos con Muvdi y González eran los mismos que él ya había fijado anteriormente con la Compañía Constructora Velman de Caracas (Vicente, 2007), por lo que se negó, además, a hacer cálculos para otras empresas en vista de los problemas que implicaba asumir responsabilidades técnicas sin estar al frente de los trabajos de construcción.

No se tiene conocimiento acerca de los frutos profesionales de la asociación de Candela con Muvdi y González; tampoco se cuenta con documentos que precisen la relación laboral en ese momento entre Candela y otros arquitectos e ingenieros colombianos, pero de este intercambio epistolar es posible confirmar, por una parte, que existía en él un claro interés por formalizar vínculos contractuales que le permitieran expandirse en el mercado latinoamericano; por la otra, para muchos profesionales el buen nombre de Candela contribuía a abrir oportunidades de negocio en un medio cada vez más competitivo.

En cualquier caso, a pesar de que en ese año Candela no logró desarrollar ningún proyecto de manera específica, su influencia fue visible en Barranquilla, sobre todo en la obra de quienes le habían contactado

18 Carta de Julio Muvdi a Félix Candela, Barranquilla, 7-6-1956. *Avery Architectural and Fine Arts Library, Félix Candela Architectural Records and Papers, 1950-1984, Series II: Correspondence, Box 6, Folder 10.*

19 Carta Alberto González Rubio a Félix Candela, Barranquilla, 25-5-1956. Carta de Félix Candela a Julio Muvdi y Elberto González, México, 22-06-1956. *Avery Architectural and Fine Arts Library, Félix Candela Architectural Records and Papers, 1950-1984, Series II: Correspondence, Box 6, Folder 10.*

personalmente. Uno de los ejemplos más notables fue la Sinagoga Bet-El (1961), cuya cubierta se resuelve mediante un paraboloides hiperbólico apoyado en tres puntos, diseñado y construido por las firmas Pancer Hermanos, Arcos Ltda. y Ayres Ltda.²⁰, de la cual era socio el mismo Elberto González (figura 12). En el sector industrial de Las Flores, en la misma ciudad, el ingeniero Gonzalo Gómez Orduz había diseñado poco antes (1960) una capilla basada en una estructura de cuatro paraboloides hiperbólicos de borde recto apoyados en dos pilares y sin muros de cerramiento, como una clara respuesta a las condiciones del clima local. También se destaca la cubierta de la fábrica Linters de Faggrave, diseñada por Ayres Ltda. (circa, 1960) que se construyó haciendo uso de paraboloides hiperbólicos de borde recto.



Figura 12. Sinagoga Bet-El, Barranquilla (1964-66)

Fuente: fotografía de Gabriel Carvajal Pérez, 1964. Biblioteca Pública Piloto de Medellín, BPP-F-001-0928.

Distinto sería el caso del volumen que sirve de remate a la cubierta del edificio del Banco Cafetero, también en Barranquilla, diseñado por la firma bogotana Noguera, Santander & Cía., pero construido por Cornelissen Salzedo & Cía.: el edificio se caracteriza por un variado repertorio de quiebrasoles en fachada y de manera especial

²⁰ La firma Arcos Ltda. estaba liderada por los arquitectos Roberto Acosta Madiedo e Israel Schwartz, ambos graduados en la Universidad de Syracuse, NY; Ayres Ltda. por González y Roberto McCausland.

por un volumen secundario en la cubierta resuelto con un paraboloide hiperbólico (figura 13) que se soportan en dos arcos diagonales, cruzados y de sección variable, diseñados por Guillermo González Zuleta²¹.



Figura 13. Banco Cafetero, Barranquilla (1959-62)

Fuente: los autores.

Mientras tanto, otro personaje –al que está dedicado el capítulo central de este libro–, empezaba su colaboración con Félix Candela: el ingeniero-arquitecto Jaime Perea Suárez²², quien desde 1957 residía en Cali y cuyo nombre habría de figurar en varios proyectos que se diseñaron en la oficina de Cubiertas Ala y que se construirían en esa ciudad en los años siguientes (véase capítulo 3).

Parece entonces claro que, en el caso de los arquitectos e ingenieros colombianos, no se trataba solo de un interés puramente comercial: también estaba el deseo de aprender de las experiencias técnicas de Candela. Así, de lo que se deduce a partir de una de las cartas enviadas por Félix Candela a Jaime Perea Suárez²³, este último estuvo durante

21 Modernísimo edificio de la Sucursal del Banco Cafetero de Barranquilla (1961). Con este título, publicado en la portada de la revista *Mejoras*, se hacía referencia a este edificio.

22 Nacido en Tuluá, se habría formado como ingeniero-arquitecto en la Universidad de Austin, en Texas, en donde estudió hasta 1957 (no se tiene confirmada su graduación). De ese mismo año data la primera carta entre Perea y Candela luego de que el primero escuchara una conferencia de Colin Faber sobre la obra del mexicano.

23 Dada la gran cantidad de correspondencia entre ambos que será citada de ahora en adelante, se usará la notación Carta de FC a JPS para hacer referencia a las que dirigió Candela a Perea (señalando además la fecha), y Carta de JPS a FC en sentido contrario. Si no aparece especificado de otra manera, la localización de la correspondencia es la siguiente: *Avery*

casi un mes en Ciudad de México para capacitarse en su taller (Candela, 1960); no fue ni el primero ni el último de los colombianos en hacerlo: Gabriel Serrano probablemente inició en 1954 una serie de viajes a México para conocer la obra de Candela (Escovar y Cárdenas, 2006); en 1956 fue el turno del arquitecto manizalita Gonzalo Botero Jaramillo, educado en las universidades de los Andes, en Bogotá, y en la Catholic University of America de Washington D. C.²⁴; en tanto que en 1957, el ya mencionado ingeniero González Zuleta, a quien con seguridad Candela había conocido personalmente en Bogotá un año antes, le escribía a este con el fin de que atendiera a otro ingeniero calculista, Antonio Lequerica Martínez, quien viajaba entonces a México “a conocer con detalle sus trabajos que admiramos y aplaudimos”²⁵.

No fue entonces casualidad que en 1958 se estrenara en Cartagena la nueva terraza del Club Naval, cubierta por una estructura parabólica de 25 m x 25 m apoyada en dos pilares y diseñada por el ingeniero Lequerica, gerente de la firma Civilco, junto al arquitecto Rafael Cepeda Torres y con la asesoría del propio Guillermo González (figura 14).

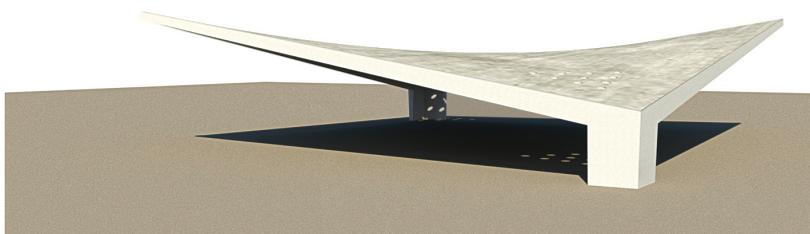
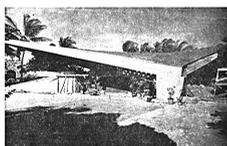


Figura 14. Club Naval, Cartagena de Indias (1958)

Fuente: dibujo de Laura Henao a partir de fotografía publicada en *El Tiempo*, 5 de septiembre de 1958, p. 9.

Architectural and Fine Arts Library, Félix Candela Architectural Records and Papers, 1950-1984, Series II: Correspondence, Box 5, Folder 11.

24 El viaje de Gonzalo Botero a México se produjo como parte de su ruta de regreso de Estados Unidos y antes de dar inicio a una productiva labor profesional en Manizales.

25 Carta de Guillermo González Zuleta a Félix Candela, Bogotá, 2-2-1957. *Avery Architectural and Fine Arts Library, Félix Candela Architectural Records and Papers, 1950-1984, Series II: Correspondence, Box 6, Folder 37.*

Más tarde, también Edgar Lozano y los arquitectos caleños Fernando Borrero y Alfredo Zamorano, tal vez en 1959, viajaron a México a conocer de primera mano el trabajo de Candela²⁶. Por su parte, Jaime Perea sentía que el interés hacia Candela crecía entre los profesionales del país y vislumbraba el enorme potencial comercial de las estructuras que él hacía en una ciudad con vocación industrial como Cali²⁷. Mientras tanto, la competencia laboral se hacía más fuerte: prueba de ello es una carta en donde Perea tildó de mala noticia el hecho de que el ingeniero Carlos Hernández, instruido por Candela en Bogotá durante la visita al CINVA, estuviera a punto de realizar unos paraguas hiperbólicos en Cali, ganándole así en esta carrera²⁸. Se generó entonces, en más de una ocasión, una atmósfera de sana rivalidad entre profesionales (Botti, 2019a).

Desde el punto de vista de la oferta profesional, entre arquitectos e ingenieros el ambiente competitivo era evidente en un claro intento de algunos por ser los primeros en realizar cierto tipo de estructuras. Perea, por ejemplo, se quejó porque González Zuleta estaba a punto de construir por primera vez en la ciudad un almacén cubierto mediante paraboloides²⁹. Mientras desde el punto de vista de la demanda, Perea —que se esforzaba por ganarse la atención del socio mexicano— hablaba del interés que había en Colombia hacia estructuras novedosas desde el punto de vista formal, no solo del tipo paraguas, sino también cascarones:

Yo creo que este será el año de los cascarones en Colombia. Hasta la presente se observa un gran interés entre los arquitectos y constructores hacia este tipo de estructuras y son muchos los anteproyectos que se han hecho con base en ellos, especialmente en edificios industriales³⁰.

Perea no dudó en invitar a Candela para que viajara a Colombia, y le aseguró el interés expresado por varias personas a fin de que dictara conferencias en las Universidades del Valle y del Cauca³¹. El colombiano mismo contribuyó a la difusión de la obra de Candela con ponencias en la primera de esas universidades y en la filial caleña de la Sociedad Colombiana de Arquitectos³², a la vez que le pedía el envío de fotografías

26 Carta de JPS a FC, 29-9-1959.

27 Carta de JPS a FC, 19-3-1958.

28 Carta de JPS a FC, 28-10-1958.

29 Carta de JPS a FC, 19-3-1958

30 Carta de JPS a FC, 14-1-1958.

31 Carta de JPS a FC, 19-3-1958.

32 Carta de JPS a FC, 16-5-1958.

de sus proyectos para enseñarlas a potenciales clientes y diapositivas para usar en conferencias públicas³³.

De las cartas de Perea, es posible además entender sus maneras de estudio y aprendizaje sobre el comportamiento y construcción de cáscaras de hormigón, que no siempre eran tratadas con sencillez en los textos académicos y los manuales técnicos:

Hay gran interés en Colombia para las construcciones de este tipo y en especial por los paraguas. Yo he venido constantemente adelantando campañas con las diversas firmas en la ciudad y creo estar bastante informado al respecto ya que he leído con avidez todos los artículos acerca de sus obras en las revistas de este hemisferio y en las europeas; sin embargo, creo que la mejor fuente de información al respecto podría venir de Ud. si tiene conferencias y datos estadísticos que me permitan hacer una cotización más perfecta³⁴.

El arquitecto-ingeniero Jaime Perea se documentaba por medio de la lectura de artículos, «de y sobre» Candela, publicados en las principales revistas internacionales. En una carta, por ejemplo, el colombiano enumeró los que había podido leer —artículos de *Progressive Architecture* de enero y julio de 1955, de *L'Architecture d'Aujourd'hui* de julio de 1956 y de la revista del American Concrete Institute de enero de 1955— y pedía a Candela que le enviara los textos de algunas de sus conferencias³⁵.

No obstante, el tema de la capacitación directa no estaba pensado solamente dentro del ámbito de los profesionales. En 1959, con ocasión de un proyecto sin éxito para la sede de la Caja Agraria, los dos socios discutieron sobre la posibilidad de traer de México un maestro de obra para instruir a un colombiano; el costo, según Candela, habría sido de unos 80 dólares semanales³⁶. De esta posibilidad ambos hablarían también antes de la licitación para la construcción de la plaza de mercado Cristóbal Colón, “con el fin de evitar errores en la ejecución y garantizar mejor el acabado y detalle”³⁷ (véase capítulo 4).

En cualquier caso, en la segunda parte de los años cincuenta se empezó a registrar una marcada difusión de paraboloides hiperbólicos, que señalaban un cambio tanto en el ámbito tecnológico como formal. Esto se puede explicar porque, por una parte, se fue dejando de lado la técnica de la cerámica armada, que hasta entonces se había empleado

33 Carta de JPS a FC, 19-3-1958. En abril de 1958 se envió una colección de diapositivas en blanco y negro de proyectos de Candela. Carta de FC a JPS, 16-4-1958.

34 Carta de JPS a FC, 18-2-1958.

35 Carta de JPS a FC, 11-4-1958.

36 Carta de FC a JPS, 18-3-1959.

37 Carta de JPS a FC, 31-10-1960.

como el principal recurso en la construcción de bóvedas y membranas, para dar paso a verdaderas estructuras laminares en concreto (Galindo, Salazar y Henao, 2018); por la otra, se abrió un camino hacia experimentaciones formales con geometrías más complejas, de tal manera que las láminas cilíndricas y las láminas parabólicas de simple o doble curvatura (que habían sido el centro de la experimentación en cerámica armada en varias obras paradigmáticas de la década anterior), se remplazaron en el imaginario formal de arquitectos e ingenieros por la geometría de los paraboloides hiperbólicos de bordes recto y curvo.

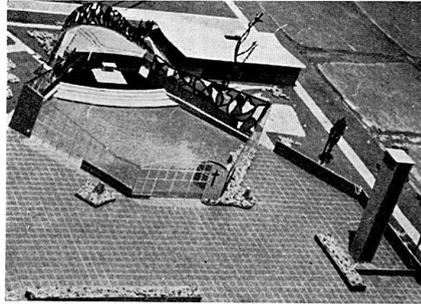
Esta difusión se produjo a raíz de diferentes fenómenos de circulación de imaginarios formales y transferencia de conocimientos de carácter técnico. Si por una parte la recepción de la obra de Candela y las conexiones que se establecieron con algunos profesionales colombianos representaron uno de los más importantes canales y por tanto constituyen el centro de esta investigación; por la otra, no se puede desconocer la existencia de rutas alternas y modalidades particulares como parte de este proceso.

En el caso de las firmas Ayres Ltda. y Arcos Ltda. en Barranquilla, por ejemplo, ya se señalaba la importancia del aporte de arquitectos educados en Estados Unidos en el ámbito de las experimentaciones formales y tecnológicas con membranas en concreto de geometría compleja. En otro caso, el ejemplo tal vez más contundente y temprano, aunque no fuera más allá de ser una «arquitectura de papel», es el proyecto para la iglesia en el barrio Quiroga de Bogotá que propuso Felipe Rolnik en 1955: el dibujo, publicado en *Proa* (Iglesia para el barrio Quiroga, 1955), mostraba una cubierta formada por cuatro paraboloides hiperbólicos de borde recto apoyados en cuatro pilares (figura 15). Aunque este era un proyecto anterior al de la sinagoga Bet-El, en Barranquilla, es probablemente el primer edificio con estas formas diseñado por un arquitecto colombiano y publicado en el país (no llegó a construirse). Sin embargo, su relevancia está en que deja en evidencia una clara ruta de transferencia de conocimientos: Rolnik se había graduado en la Universidad de North Carolina donde enseñaba el argentino Eduardo Catalano, quien a su vez fue alumno de Gropius en Harvard y quien entonces estaba comprometido con la investigación sobre estructuras de paraboloides hiperbólicos, ensayadas con éxito en el proyecto para su casa en Raleigh, NC, de 1954. En este mismo periodo, el propio Candela estrechó lazos de amistad con Catalano y visitó varias veces la Escuela de Arquitectura para dar conferencias sobre los paraboloides en concreto (Sprague, 2013).



FACHADA PRINCIPAL

1, altar con amplia visibilidad; 2, presbiterio; 3, iglesia de una sola nave; 4, bautisterio; 6, púlpito; 7, amplio atrio para actos al aire libre; 8, camarero aislado conforme a las más antiguas tradiciones; 9, depósito de enseres ornamentales; 10, sacristía; 11, toilette; 12, casa cural; 13, zonas de estacionamientos, y 14, jardines. La casa cural comprende las habitaciones de alojamiento, cocina, baños y recibo con despacho parroquial. La disposición del conjunto, de acuerdo con el terreno que fue asignado, se ordenó conforme a la mejor orientación solar.



PANORAMICA DEL CONJUNTO

IGLESIA BARRIO QUIROGA • ARQUITECTO: FELIPE ROLNIK



FACHADA SUR

Figura 15. Templo en el barrio Quiroga, Bogotá (1955)
Fuente: Proa, 87, 1955, p. 13.

Estas estructuras las empezaron a utilizar con mayor frecuencia los arquitectos colombianos, sobre todo en proyectos de iglesias y templos y en pequeños y medianos edificios con tipología de pabellón, como restaurantes o cafeterías. Pero cabe remarcar que solamente después de 1956 ellas dejaron de ser simples dibujos o «arquitecturas de papel» para convertirse en edificios construidos. De los primeros casos, se puede

mencionar el proyecto no realizado de Edgar Burbano y Ernesto Martínez para un restaurante en Choachí, Cundinamarca, cuyo diseño se destaca por la gran bóveda membrana de curvatura invertida que define el salón principal (figura 16). Tres años más tarde, en cambio, el arquitecto Humberto Chica Pinzón, en asocio con la firma Spinel & Cía. para los cálculos estructurales y la empresa constructora Sigma Ltda. levantó una muy peculiar cubierta exterior para la capilla de Nuestra Señora del Pilar (figura 17), en el barrio Quinta Paredes de Bogotá: un paraboloides hiperbólico de planta cuadrada de 24 m x 24 m, elevado sobre cuatros pilares de hormigón de sección circular³⁸.

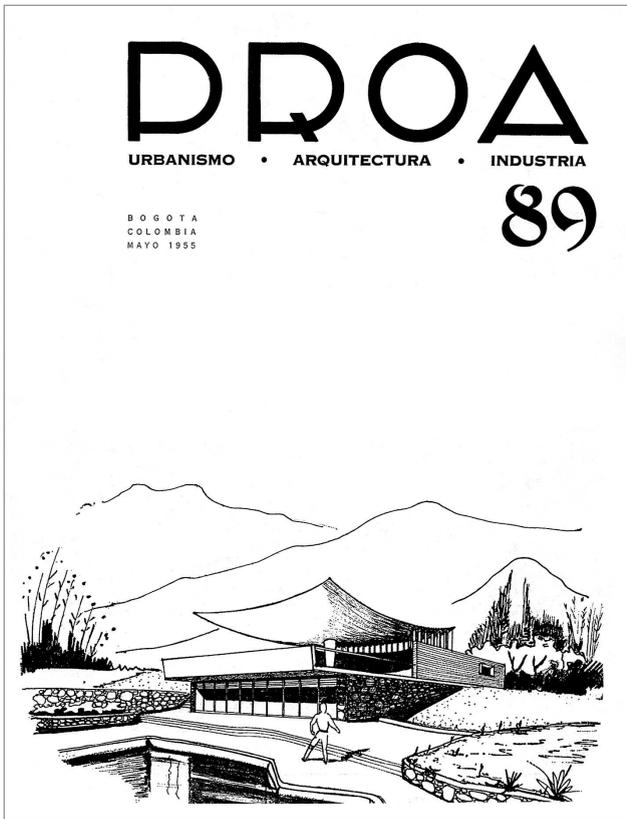


Figura 16. Restaurante en Choachí, no construido (1955)
Fuente: Proa, 89, 1955, carátula.

38 Publicado en la carátula del número 148 de 1959 de *Ingeniería y Arquitectura*.

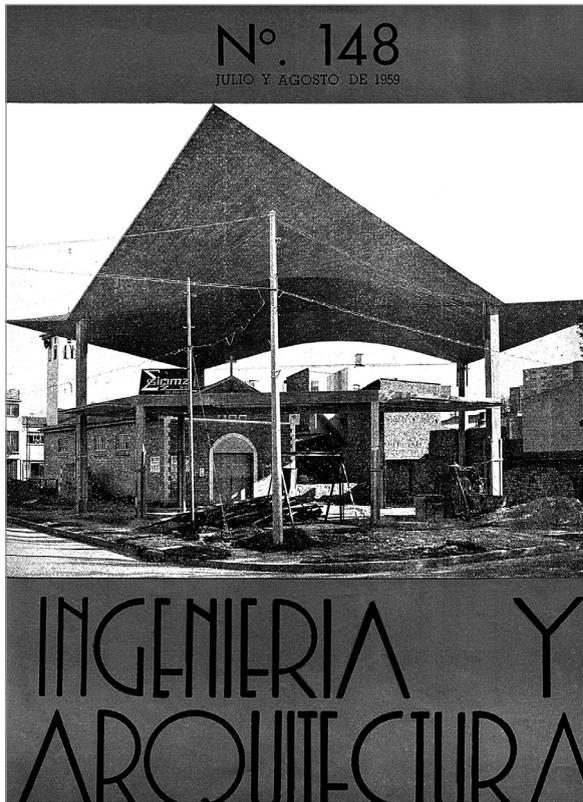


Figura 17. Capilla Nuestra Señora del Pilar, Bogotá (1959)
Fuente: *Ingeniería y Arquitectura*, 148, 1959, carátula.

Se concluye entonces que la visita de Candela al CINVA en 1956 y los sucesivos vínculos que se establecieron entre él y numerosos profesionales bien pueden leerse como un momento fundamental, no tanto para la difusión de un imaginario formal que ya estaba al alcance de todos, cuanto por las posibilidades de materializar en proyectos construidos estas visiones. Sin duda, las revistas colombianas e internacionales y los libros ya habían difundido las imágenes de las atrevidas estructuras de Candela y otros arquitectos en el país; luego, el contacto directo logró que por fin arquitectos e ingenieros empezaran a calcular estos tipos de estructuras y llevarlas del «papel» al «concreto» (Botti, 2019a).

CUBIERTAS ALA EN COLOMBIA: ALGUNOS ÉXITOS, MUCHOS FRACASOS

Fruto de ese mutuo interés y teniendo en cuenta el entusiasmo y admiración que Candela despertaba entre sus colegas colombianos, en 1957 se produjo un contacto entre este y el arquitecto-ingeniero Jaime Perea Suárez, quien como ya se mencionó, vivía entonces en Cali y frecuentaba las oficinas de los profesionales más activos de la región gestionando asuntos de naturaleza contractual. Perea propuso a Candela abrir allí una sucursal de Cubiertas Ala³⁹; la respuesta fue afirmativa⁴⁰ y así empezó una colaboración que con altos y bajos duró algunos años, con el colombiano como representante de esta empresa en la región y Candela como consultor⁴¹.

39 Carta de JPS a FC, 21-10-1957.

40 Carta de FC a JPS, 11-11-1957. En la carta Candela manifiesta que para entonces ya tenía un convenio de colaboración con otros ingenieros colombianos (aunque no los menciona, se trataría de Muvdi y González), pero circunscritos exclusivamente a la zona de la costa atlántica del país.

41 Candela y Perea solo se conocieron personalmente en Ciudad de México en octubre de 1958, casi un año después de haber iniciado su trabajo como socios.

Desde el principio, Perea manifestó los temores que existían en Colombia ante los cascarones de hormigón a raíz de “las dificultades inherentes a la dilatación térmica y a la alta conductividad del calor”, propio de las condiciones climáticas locales⁴². Por su parte, Candela expresó claramente su interés en realizar paraguas, la tipología estructural más original elaborada por él; como ya se ha mencionado, consistía en una cubierta formada por cuatro paraboloides hiperbólicos de bordes rectos apoyados sobre un pilar central (figura 18), una solución estándar que no requería particulares esfuerzos de cálculo y a través de la cual Cubiertas Ala podía soportar los gastos necesarios para experimentar con cáscaras más complejas y a la medida (Garlock y Billington, 2008).

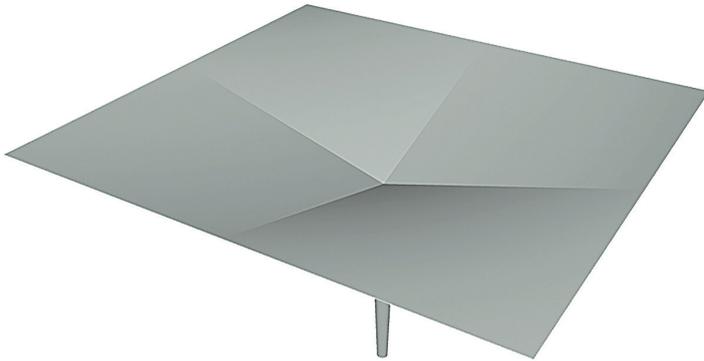


Figura 18. Paraguas formado por cuatro paraboloides de bordes rectos
Fuente: los autores.

La eficiencia de esta solución —sencilla de calcular, formalmente original y estéticamente agradable— era la preferida de Candela⁴³, que escribía así a su socio:

Me gustaría mucho que se comenzara con algunos de los proyectos con paraguas. Es la forma más agradecida, que nunca da problemas y en la que se puede ganar algún dinero si se hace por contrato⁴⁴.

42 Carta de JPS a FC, 2-12-1957.

43 Gracias a su experiencia como constructor, Candela había logrado precisar la proporción que debía existir entre el área de cada estructura y su peralte, en la que parecía estar el secreto que garantizaba tanto su estabilidad como su eficiencia: si la superficie se incrementaba, también lo hacía el peso propio y con ello aumentaban las deflexiones de los bordes, de tal manera que para evitarlo el peralte debía ser igual al 1,5 % del área del paraguas y sin que llegara a sobrepasar los 185 m² (Moreira y Billington, 2008).

44 Carta de FC a JPS, 22-7-1958.

Sin embargo, el primer proyecto desarrollado por Perea y Candela, un almacén para el Instituto Nacional de Abastecimiento (INA) en el municipio industrial de Yumbo, presentó una solución estructural diferente. Jaime Perea sugirió construir bóvedas cilíndricas en diente de sierra, en vista de que no era posible levantar columnas en el espacio central. Para ello el colombiano preguntó a Candela sobre los costos de esta alternativa, en consideración a que de pronto otros proponentes plantearan una solución basada en una estructura metálica. Por su parte, Candela, que consideraba los paraguas más baratos, sugirió como respuesta un conjunto de bóvedas de arista, juzgando que 40 m eran una longitud excesiva para el diente de sierra⁴⁵. La propuesta que resultó de este primer encuentro conceptual, a nivel muy esquemático (figura 19), estaba formada por diez segmentos de bóveda esférica de 40 m de largo y 10 m de ancho, apoyados sobre columnas perimetrales de 6 m de altura, que cubrían una superficie total de 4000 m² (figura 20). Al respecto, Candela explicaba:

La forma que le envío está calculada como si fuera cilíndrica, es decir, no produce empuje, ni necesita, por tanto, tirante. Quiere decirse que podría hacerse horizontal que sería más fácil de encofrar. Tal y como va hay el peligro de que se deforme un poco la parte central y empujando ligeramente las columnas que se desplomarían un poco⁴⁶.

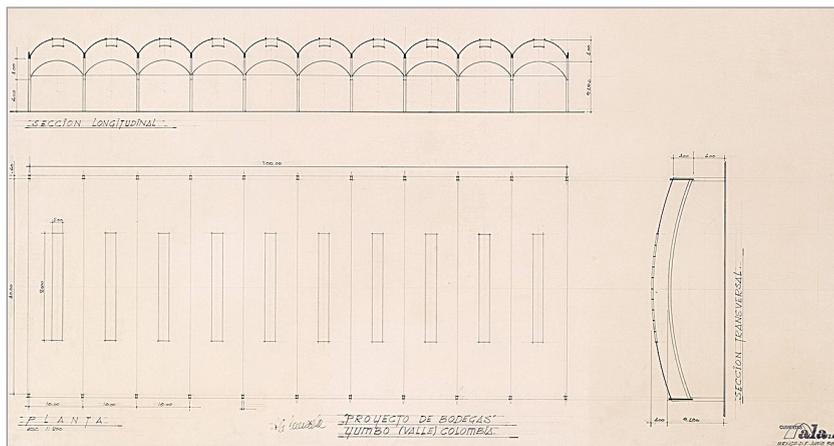


Figura 19. Proyecto para el almacén INA, Yumbo (junio de 1958)

Fuente: Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. Series 1: Project Records, Drawer 113, Folder 27. Warehouses (Yumbo).

45 Cartas de JPS a FC, 6-6-1958 y de FC a JPS, 23-6-1958.

46 Carta de FC a JPS, 23-6-1958.

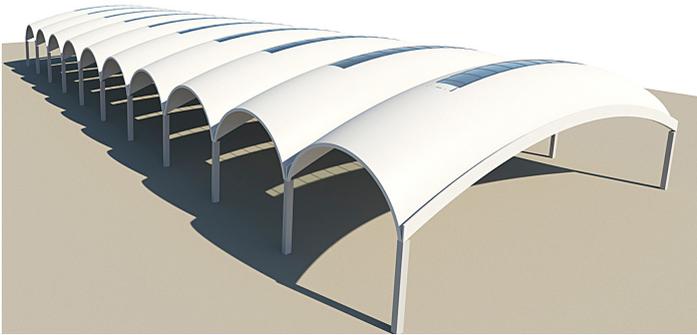


Figura 20. Reconstrucción digital del proyecto para el almacén INA (junio de 1958)
Fuente: dibujo de Laura Henao a partir de Félix Candela *architectural records and papers, 1950-1984*, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. *Series I: Project Records, Drawer 113, Folder 27. Warehouses (Yumbo)*.

Finalmente, y como el propio Perea lo había previsto, el proyecto de Cubiertas Ala fue abandonado en favor de una solución en metal, a raíz de que otras firmas proponentes cotizaron la cubierta por un precio menor, gracias a la disponibilidad de reservas de hierro a un precio del 25 % por debajo de lo actual⁴⁷. A pesar de esto, Candela se alegró por el fracaso, y explicó al socio las dificultades que había encontrado en otros proyectos con este tipo de estructura:

Era una forma demasiado forzada, con un claro excesivo para ese tipo de cubiertas cilíndricas. Aparte de resultar siempre muy cara la solución, es muy difícil que no den lata después. Nuestra experiencia no ha sido demasiado buena con las cubiertas cilíndricas largas. [...] En fin, que le felicito por el fracaso en el concurso⁴⁸.

Sin duda, el precio, y no la forma, fue el factor que hizo que la propuesta de Cubiertas Ala no fuera acogida por el INA pues por esas mismas fechas y sobre un predio muy próximo al de sus bodegas, también en Yumbo, se levantaban 40 estructuras tipo paraguas que eran muy seguramente la primera aplicación de paraboloides hiperbólicos en Colombia: todos de planta cuadrada de 16 m de lado pero a dos alturas diferentes (para facilitar la iluminación y ventilación naturales), distribuidos de manera alternada seguían el patrón de un damero. Los diarios locales atribuyeron el diseño de bodegas Almagrán (1958) al arquitecto

47 Carta de JPS a FC, 15-7-1958.

48 Carta de FC a JPS, 22-7-1958.

colombiano Alfonso Caycedo Herrera⁴⁹ y los cálculos estructurales al ingeniero Guillermo González Zuleta, a quien las circunstancias del mercado profesional habían ido conduciendo a diseñar este tipo de estructuras (figura 21). La obra, inaugurada en 1959 estuvo a cargo de la empresa Colombiana de Construcciones con interventoría de Gaviria & Asociados (figura 22) y así se lo comunicó Perea a Candela un año antes:

Una mala noticia, al menos para mí, G. Z. construirá unos almacenes de depósito en Cali en colaboración con una firma local; son estos los primeros paraboloides hiperbólicos que se construyen en esta zona. A fin de orientarse ellos viajaron a Cartagena donde existen varios diseñados, creo yo, por Ud. Sin embargo, si alguno de los negocios que tengo adelantados se define rápidamente les ganaremos de mano⁵⁰.

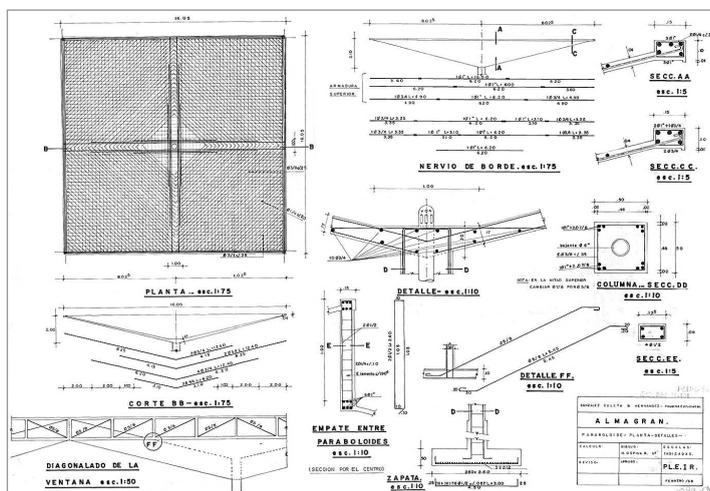


Figura 21. Plano original del diseño estructural de Guillermo González Zuleta para las bodegas Almagrán, Yumbo (1959)

Fuente: Guillermo González Zuleta & Cía. Ltda. Archivo de Bogotá, Bogotá. Fondo Guillermo González Zuleta, Plano 101.11.144.02.

49 Alfonso Caycedo Herrera fue uno de los más activos arquitectos de Cali durante buena parte de la segunda mitad del siglo XX. Se formó en la Universidad Nacional de Colombia, de donde se graduó en 1942 junto a Jorge Gaitán Cortés, entre otros. Regresó a Cali en 1944 de la mano de Karl Brunner, quien fuera su profesor en Bogotá, y colaboró con él en varios proyectos de diseño urbano. Se desempeñó como profesional independiente (tuvo a su cargo el diseño del Hospital de Florencia y varios diseños residenciales construidos en Cali siguiendo las pautas de la arquitectura colonial mexicana) y profesor universitario (fue el primer decano de la Facultad de Arquitectura de la Universidad del Valle); participó activamente en la política colombiana como senador por el Movimiento Revolucionario Liberal (MRL). Falleció en 2012.

50 Carta de JPS a FC, 19-03-1958. Perea tal vez se refería a las estructuras de igual naturaleza construidas en Santa Marta para Laboratorios Abocol, de las cuales se hablará más adelante.

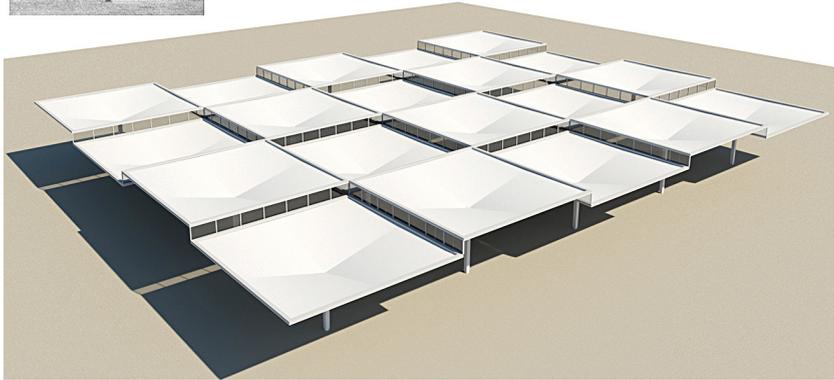
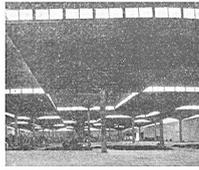


Figura 22. Reconstrucción digital y vista interior de bodegas Almagrán, Yumbo (1959)

Fuente: dibujo de Laura Henao a partir de fotografía publicada en *Relator*, 20 de septiembre de 1959.

En cualquier caso, también Perea y Candela en septiembre de 1958 desarrollaron su primer proyecto basado en una estructura de paraguas. Se trataba de un almacén para la Caja Agraria, en colaboración con las Empresas Técnicas Ltda. de Cali y Bogotá⁵¹. En los planos remitidos por Candela (figura 23) se aprecia un buen nivel de desarrollo constructivo ya que la estructura se resolvía mediante una docena de paraguas hiperbólicos que se situaban en cada uno de los lados más largos, alcanzando una altura total de 7.3 m (con una columna central de 5.5 m de altura) en tanto que 24 paraguas de 8.5 m de alto, con una columna central también de 5.5 m de altura, se ubicaban sobre el eje de simetría de la planta. Se formaban así dos franjas cenitales entre las filas de paraguas altos y bajos, permitiendo la iluminación y ventilación naturales (figura 24).

51 Carta de JPS a FC, 03-09-1958.

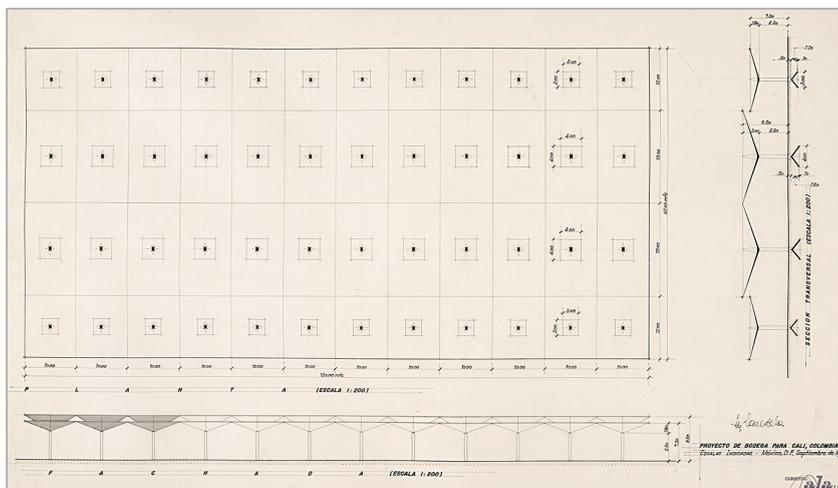


Figura 23. Proyecto de almacén para la Caja Agraria, Cali (septiembre de 1958)
Fuente: Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY.
Series I: Project Records, Drawer 69, Folder 1. Warehouse (Cali, Colombia).

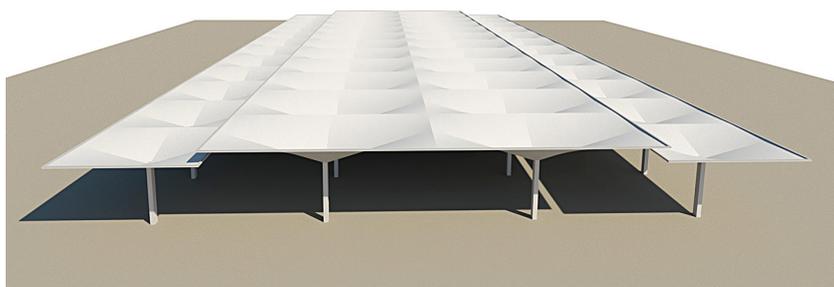


Figura 24. Reconstrucción digital del proyecto de almacén para la Caja Agraria, Cali (septiembre de 1958)
Fuente: dibujo de Laura Henao a partir de Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. Series I: Project Records, Drawer 69, Folder 1. Warehouse (Cali, Colombia).

Mientras que los paraguas de menor altura cubrían una superficie de 120 m^2 (con planta rectangular y lados de 10 m y 12 m , respectivamente) los más altos (figura 25) cubrían, cada uno, un área de 190 m^2 . En ambos casos, las aguas lluvias se recogían en el punto central, mediante un bajante diseñado para el efecto de asbesto-cemento de 15 cm de diámetro. Especial interés merece el sistema de soporte: las columnas

presentaban una sección de 50 cm x 70 cm en los primeros 50 cm de su desarrollo a partir de la cúspide del cimiento (una zapata aislada también con forma de paraboloide) y se levantaban 5.5 m por encima del suelo con una sección de 60 cm x 40 cm.

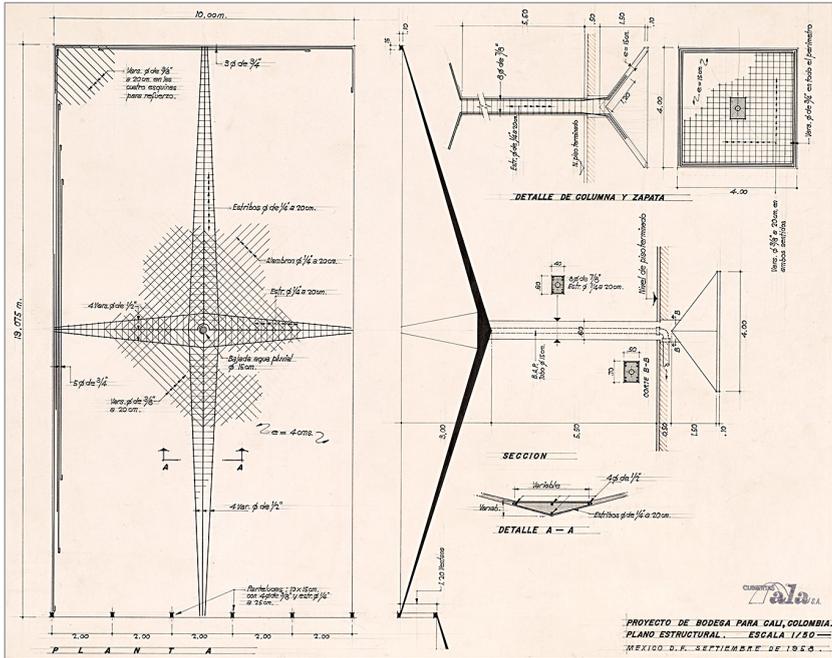


Figura 25. Proyecto de almacén para la Caja Agraria, Cali (septiembre de 1958)
Fuente: Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. Series I: Project Records, 69, Folder 1. Warehouse (Cali, Colombia).

Después de este intento infructuoso, Candela y Perea lograron realizar su primera estructura de paraguas en Cali: la cubierta para la fábrica Textiles El Cedro. Diseñado en 1959, el edificio se inauguró en 1960 y fue demolido en 1993. Los planos (figura 26) llevan el sello propio de Cubiertas Ala e incluyen el nombre del arquitecto colombiano Manuel Escobar⁵²; la revisión de cálculos e interventoría la hizo el ingeniero local Alfonso Holguín (figura 27).

52 Arquitecto formado en la Universidad de La Florida y, como Jaime Perea, también nació en Tuluá.

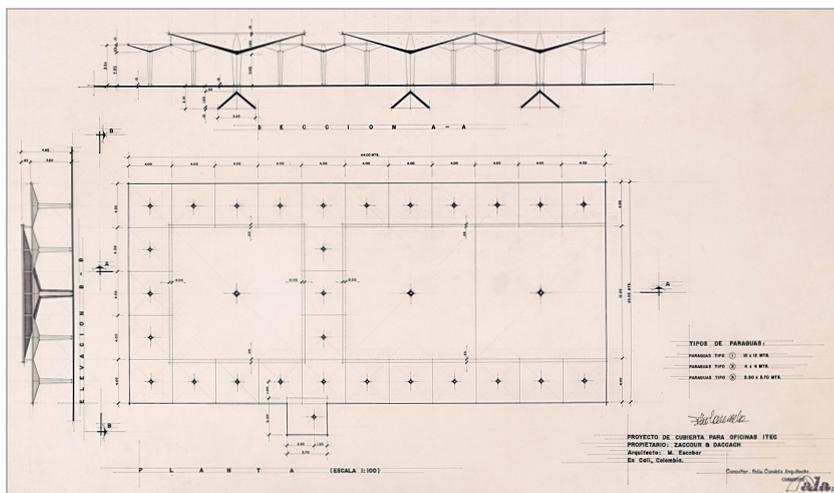


Figura 26. Planta de Textiles El Cedro, Cali (1959)

Fuente: Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. Series I: Project Records, Drawer 113, Folder 26. "ITEC" Offices (Cali, Colombia).

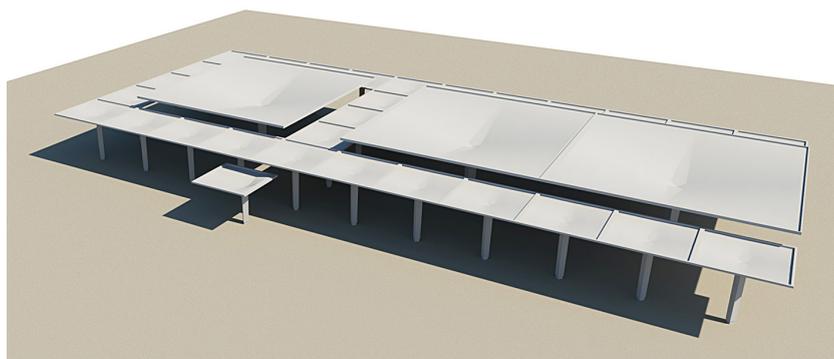


Figura 27. Reconstrucción digital del anteproyecto de F. Candela para Textiles El Cedro, Cali (1959)

Fuente: dibujo de Laura Henao a partir de Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. Series I: Project Records, Drawer 113, Folder 26. "ITEC" Offices (Cali, Colombia).

Este edificio estaba formado por un conjunto de 33 estructuras tipo paraguas, 28 de ellos de planta cuadrada de 4 m de lado y 3,6 m de altura; otros tres se hicieron con la misma traza geométrica, pero de 12 m de lado y 4,45 m de altura y solo uno tenía una planta rectangular de 3,3 m x 3,7 m,

con apoyo asimétrico que cubría la entrada al edificio. Las estructuras más bajas se situaban en la periferia del proyecto —una fila de ellas daba directamente sobre la calle—, y las más altas se posicionaban en el centro y permitían el ingreso de luz cenital. Muros de ladrillo a la vista alcanzaban una altura de 2.5 m y servían como cerramientos de fachada. Así, la espacialidad interna se destacaba por su sencillez y complejidad a la vez, gracias a la diferencia de altura de los paraguas, que proporcionaban también una banda abierta bajo el techo, que favorecía la iluminación y la ventilación natural.

Si bien para la fecha del inicio de las obras Candela contaba con una vasta experiencia en la construcción de los paraguas⁵³, para Perea se trataba de su primer ejercicio profesional en la materia. Al respecto, el primero daba reglas prácticas:

[...] la flecha o altura útil de los paraguas debe ser de aproximadamente el .015 del área del mismo, es decir que para un paraguas de 150 m² solemos dar una flecha de 2.25 mt. La razón de esto es que si se hacen más planos suele haber excesiva deformación o deflexión en las esquinas [...]⁵⁴.

Perea, por su parte, se lamentaba de no contar con cementos de fraguado rápido y estudiaba la posibilidad de prefabricar los paraguas pequeños para luego izarlos mediante grúas; preguntaba a Candela por las cimentaciones, las formaletas, el tamaño de las columnas y las juntas de construcción; reportaba permanentemente de los avances de la obra e intentaba hablar con él por teléfono (a veces infructuosamente) para resolver detalles. En ocasiones, Candela le reprendía con severidad por aquello que le parecía inapropiado:

Veo con disgusto que no ha conseguido Ud. convencer a los arquitectos del peligro que supone diseñar los detalles en contra de la lógica estructural. Esta forma (la de las columnas) podrá quizás resultar muy bonita para el arquitecto, pero es totalmente absurda y contraria a los requerimientos de la estática a menos que decidan Uds. prohibir los temblores en esa región⁵⁵.

53 Para entonces Candela ya había publicado dos artículos en los que explicaba los métodos de cálculo y diseño de los paraguas hiperbólicos (Candela, 1954 y Candela, 1955) y en los años posteriores publicaría dos más relacionados con el mismo asunto (Candela, 1960 y Candela, 1963).

54 Carta de FC a JPS, 6-9-1958.

55 Carta de FC a JPS, 12-09-1959. Resulta interesante advertir que Candela reconocía las similitudes en el comportamiento sísmico de los suelos de Ciudad de México y Cali, tal como lo manifiesta en varias de sus cartas.

Un aspecto novedoso en la construcción de las instalaciones de Textiles El Cedro fue el tratamiento de la cimentación: la tradicional zapata maciza de cimentación se reemplazó por una estructura laminar de hormigón del tipo paraguas invertido (figura 28), que Candela ya había ensayado en el diseño de algunos edificios como respuesta a los blandos suelos arcillosos de la ciudad de México (Candela, 1954). Perea consultó rápidamente sobre un ligero error en su construcción, y recibió una respuesta favorable de Candela.



Figura 28. Cimentación tipo paraguas construido por F. Candela en el templo de la Medalla de la Virgen Milagrosa, México (1953-55)

Fuente: Candela, 1954, p. 98.

Resulta interesante saber que al finalizar las obras de construcción de la planta de Textiles El Cedro, el arquitecto Manuel Escobar asumió por cuenta propia el diseño de un edificio para papelería Danaranjo en el centro de Cali (1961), cuya cubierta estaba formada por una serie de paraguas (figura 29) que si bien fueron destacados como formas *caprichosas*⁵⁶ por la prensa local, no lograban ni el rigor geométrico ni la calidad

⁵⁶ En la construcción de una planta se observa atrevida forma de hormigón (1960). El País, 3 de octubre de 1960.

constructiva del proyecto concebido por Candela y Perea⁵⁷. Por otra parte, Perea aprovechó algunas de las formaleas empleadas en la fábrica textil para construir una residencia campestre en la periferia de la ciudad, tal como se lo comentó epistolarmente a Candela⁵⁸ de quien recibiría al respecto una nueva reprimenda ante los errores que el colombiano “repetía sin remedio”⁵⁹.



Figura 29. Papelería Danaranjo, diseño de M. Escobar, Cali (1960-61)
Fuente: los autores.

La arquitectura religiosa en Cali también contó con al menos tres incitativas de Perea para las cuales pidió la colaboración de Candela. En 1958 el colombiano dirigió a este último una consulta relativa al diseño de una cubierta para una pequeña iglesia franciscana en las afueras de Cali⁶⁰, concebida conforme al croquis remitido por Perea, a partir de tres módulos idénticos sobre una planta rectangular de 16 m x 36 m. La respuesta de Candela fue negativa. La solución escogida resultó demasiado cara y compleja:

57 Durante muchos años funcionó allí la sede de Papelería Danaranjo, sobre la carrera 4 entre calles 12 y 13. El edificio, actualmente en pie y en servicio alberga locales comerciales que ocultan en su interior las estructuras originales.

58 Carta de JPS a FC, 15-03-1960.

59 Carta de FC a JPS, 21-05-1960.

60 Carta de JPS a FC, 18-2-1958.

En cuanto al croquis de la Iglesia, aunque no lo entiendo muy bien, es decir, tendría que tratar de darle forma geométrica, me parece en principio que el cálculo sería complicado y requeriría un esfuerzo desproporcionado con la importancia de la obra [...]. Creo, en resumen, que habría que simplificar el proyecto, haciendo algo más sencillo y sin tantas complicaciones estructurales⁶¹.

Un año más tarde, Perea envió la planta de las columnas ya construidas para otra iglesia, diseñada esta vez por el arquitecto Manuel Escobar: se trataba de veinticuatro pilares ya fundidos para cinco arcadas rectangulares en tres naves. Perea pidió una solución para la cubierta⁶² y Candela remitió algunos planos del anteproyecto⁶³. El diseño (figura 30) muestra una planta convencional, formada por un cuerpo central de mayor altura y dos naves laterales, sobre las que se disponen las estructuras laminares de hormigón, permitiendo de nuevo la iluminación y la ventilación cenital. Sobre el crucero, una enorme estructura —que recuerda claramente el templo de la Virgen de la Medalla Milagrosa—, se apoya en cuatro columnas de sección cuadrada, marcando el punto más alto del edificio (figura 31).

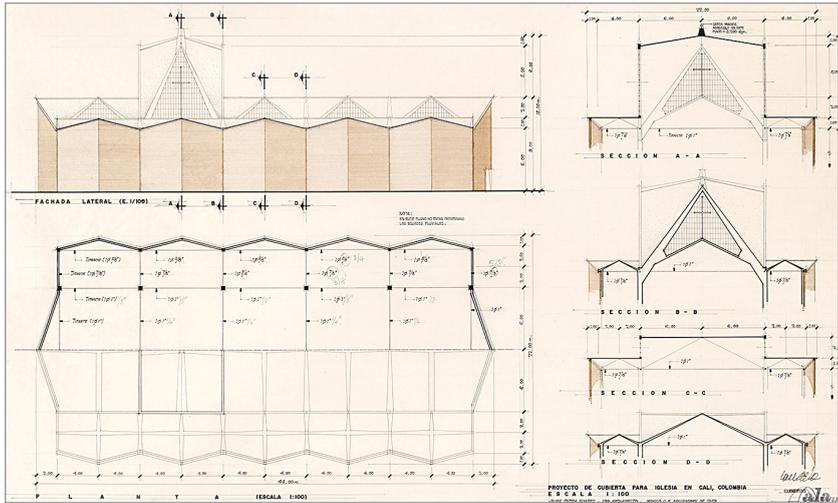


Figura 30. Iglesia en Cali (1959)

Fuente: Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. Series 1: Project Records, Drawer 69, Folder 9. Church (Cali, Colombia).

61 Carta de FC a JPS, 27-2-1958.

62 Carta de JPS a FC, 4-11-1959.

63 Planos: AAFAL, D69, F9, Church (Cali, Colombia) 1959.

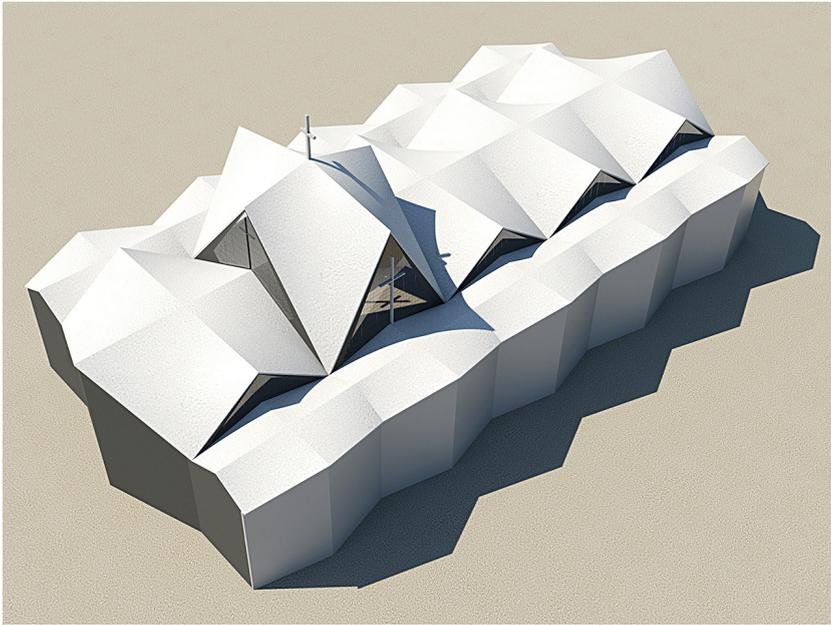


Figura 31. Reconstrucción digital del anteproyecto de F. Candela para un templo, Cali (1959)

Fuente: dibujo de Laura Henao a partir de Félix Candela *architectural records and papers, 1950-1984*, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. *Series I: Project Records, Drawer 69, Folder 9. Church (Cali, Colombia)*.

Si bien Candela acogió el encargo, se negó a desarrollar los cálculos estructurales, argumentando que: *Es una lata presentar cálculos para tanta bóveda tan chiquita, y si le piden cálculos sísmicos se referían solamente a las columnas de las que no tenemos datos, y podría hacerlos Ud. mismo*⁶⁴. Sin embargo, el proyecto presentado no respetaba la disposición de un vitral y modificaba drásticamente las alturas previstas por la comunidad religiosa dueña del edificio, de tal manera que la solución final (seguramente tratada entre Candela y Perea por teléfono, de acuerdo con la correspondencia de entonces) se decantó por el uso de losas planas en un diseño convencional que Candela consideró *ordinario* y el cual debía hacerse conforme a las prácticas locales⁶⁵.

En esa misma línea de trabajo, a comienzos de 1960 Candela declinaría la invitación a participar en el diseño de una estructura para una capilla del noviciado de La Presentación, en Manizales,

64 Carta de FC a JPS, 2-12-1959.

65 Carta de FC a JPS, 8-1-1960.

a partir de un anteproyecto arquitectónico elaborado también por Manuel Escobar⁶⁶.

El tipo de encargos que sí llegó a demandar un enorme volumen de trabajo entre Candela y Perea fue el diseño de plazas de mercado para Cali en virtud de que —coincidiendo con el inicio de su relación laboral— se adoptó en la ciudad una política municipal destinada a reemplazar el viejo mercado central por plazas satélites alternas.

Así, en 1957 las Empresas Municipales de Cali pidieron a Perea una consultoría al respecto⁶⁷, debido a los elevados costos de otro proyecto previo que para esta entidad de servicios públicos (acueducto, energía y aseo urbanos) hiciera la firma Castro Borrero & Caycedo Herrera con diseños estructurales del ingeniero González Zuleta⁶⁸: una perspectiva de la propuesta (Savorra y Fabbrocino, 2013) permite ver una superficie de planta rectangular, de un piso de altura, cubierta por un conjunto de membranas semicilíndricas que se apoyan en arcos formeros de hormigón los cuales llegan al piso con ayuda de columnas inclinadas en forma de «V». Candela, quien recibió de Perea una copia de los planos elaborados por la firma local, comentaba así esa propuesta:

El problema es difícil porque la solución que Ud. me envió está muy bien desde el punto de vista estético y espectacular, como corresponde a un proyecto de González Zuleta de quien tengo muy buena opinión. Estoy seguro de que habrá impresionado favorablemente a las E. M. y es muy difícil competir con otra solución más económica pero más modesta en sus aspiraciones. Sin embargo, el proyecto tiene que ser caro porque la solución estructural es falsa. En realidad es una solución convencional, a base de arcos y vigas, en la que los cascarones solo actúan como elementos de relleno soportados por el resto de la estructura. Podría modificarse, a base de eliminar los arcos y hacer que los propios cascarones actuaran como tales arcos, pero ello origina una complicada solución en los apoyos que deben ser aislados. La solución en tal caso sería muy parecida al salón de Exposiciones de Turín, hecho por Nervi o al hangar de Marignane en Marsella⁶⁹.

Adicionalmente, Candela criticaba también el método de cálculo de González Zuleta en bóvedas cilíndricas puesto que, según su criterio, omitía la colocación de aceros de refuerzo para los momentos negativos, aunque aclaraba que tal cosa no ponía en peligro la estabilidad de la

66 Carta de JPS a FC, 9-2-1960.

67 Cartade JPS a FC, 30-12-1957.

68 Para el diario caleño *El País* el proyecto presentaba una cobertura de forma singular y moderna: “Cerca de un millón costará el mercado de El Porvenir, 1957”.

69 Carta de FC a JPS, 17-1-1958.

estructura. Vale la pena anotar que para entonces González Zuleta tenía una vasta trayectoria en el diseño y construcción de bóvedas cilíndricas, tanto en hormigón como en cerámica armada (Galindo, 2018).

Perea se aprovechó de la ocasión mediante la oferta de una solución más interesante y barata con el apoyo de Candela, quien en sus cartas comentaba las cinco soluciones propuestas (A, B, C, D y E). La solución A (figura 32) seguía los modelos ya realizados en México con paraguas⁷⁰ y resultaba según él la más barata, pero que difícilmente habría podido competir en espectacularidad con la de la firma caleña; los paraguas pequeños contenidos en la propuesta podían ser utilizados para los edificios laterales. Las otras alternativas (B, C, D, E), todas semejantes en coste, variaban desde una solución con bóvedas por arista sobre planta rectangular hasta tres diferentes con planta cuadrada (figuras 33 a 36); ninguna de ellas, explicaba Candela, necesitaba de vigas de borde, dejando así a la vista los delgados espesores (4 cm) de los cascarones⁷¹.

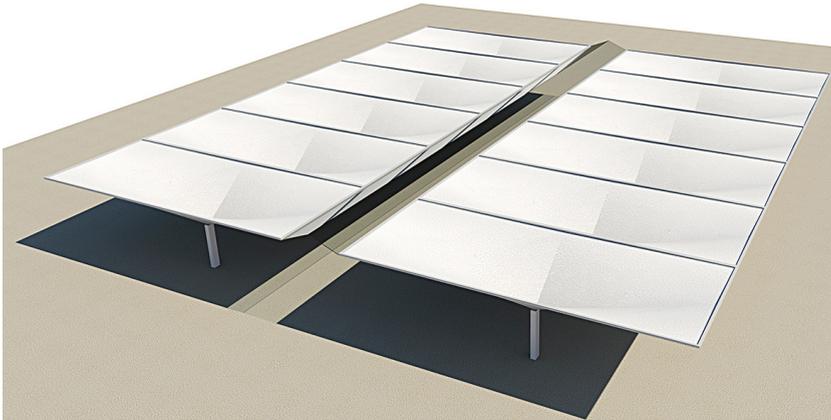


Figura 32. Reconstrucción digital de la solución A para el mercado El Porvenir, Cali (1958-60)

Fuente: dibujo de Laura Henao, a partir de Félix Candela *architectural records and papers, 1950-1984*, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. *Series I: Project Records, Drawer 113, Folder 27. "El Porvenir" Market (Cali, Colombia).*

⁷⁰ Candela indicó como referencia el número de julio de 1955 de *Progressive Architecture*.

⁷¹ Carta FC a JPS, 17-1-1958.

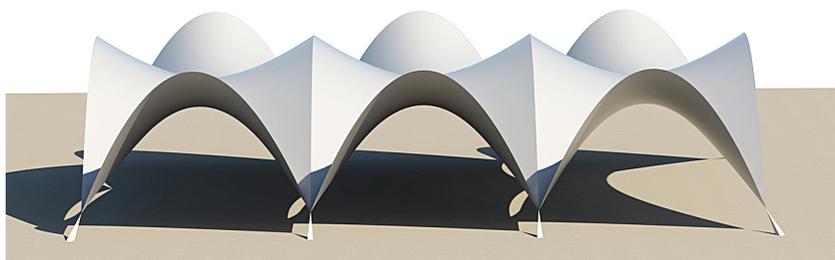


Figura 33. Reconstrucción digital de la solución B para el mercado El Porvenir, Cali (1958-60)

Fuente: dibujo de Laura Henao, a partir de Félix Candela *architectural records and papers*, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. Series I: Project Records, Drawer 113, Folder 27. "El Porvenir" Market (Cali, Colombia).

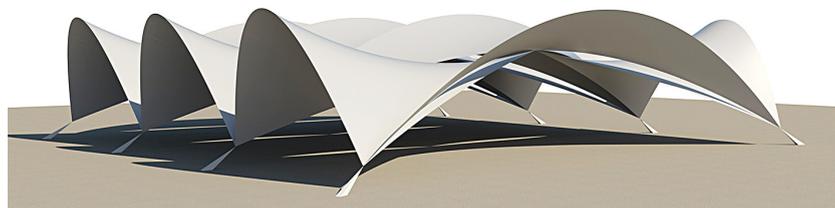


Figura 34. Reconstrucción digital de la solución C para el mercado El Porvenir, Cali (1958-60)

Fuente: dibujo de Laura Henao, a partir de Félix Candela *architectural records and papers*, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. Series I: Project Records, Drawer 113, Folder 27. "El Porvenir" Market (Cali, Colombia).

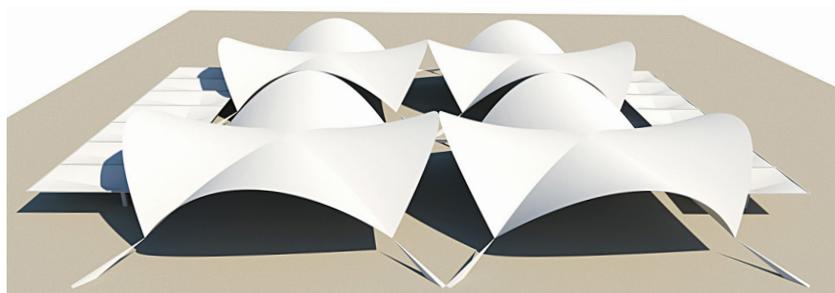


Figura 35. Reconstrucción digital de la solución D para el mercado El Porvenir, Cali (1958-60)

Fuente: dibujo de Laura Henao, a partir de Félix Candela *architectural records and papers*, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. Series I: Project Records, Drawer 113, Folder 27. "El Porvenir" Market (Cali, Colombia).

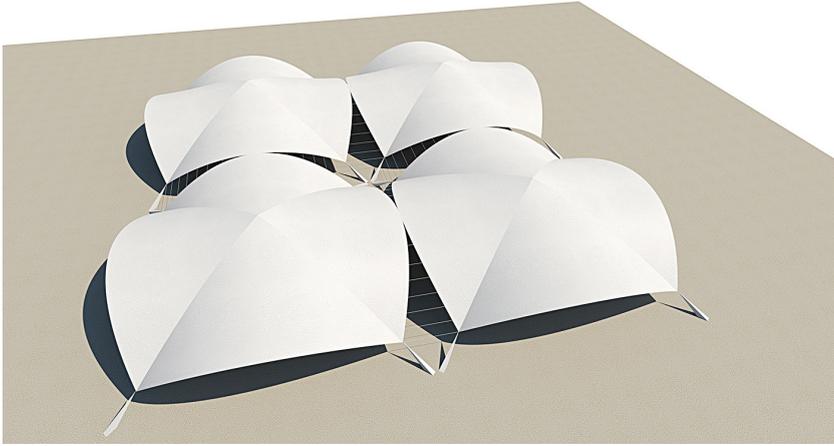


Figura 36. Reconstrucción digital de la solución E para el Mercado El Porvenir, Cali (1958-60)

Fuente: dibujo de Laura Henao, a partir de Félix Candela *architectural records and papers, 1950-1984*, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. *Series I: Project Records, Drawer 113, Folder 27.* “El Porvenir” Market (Cali, Colombia).

Una de esas propuestas, la más elaborada (denominada *solución E*), consta de cuatro estructuras abovedadas de 30 m de lado y 10 m de altura, que recuerdan perfectamente por su forma y dimensiones a las seis del mismo tipo que Candela hiciera para la planta embotelladora Bacardí (1958-60), de 31 m de lado, 11 m de altura y 4 cm de espesor. La geometría de cada cascarón se logra aquí mediante la intersección de dos paraboloides hiperbólicos iguales de tal modo que los bordes curvos, a la vista, adoptan la forma de una hipérbola (figura 37). Sin duda, en las cartas, Candela hacía referencia a la posible similitud con lo realizado en Acapulco, probablemente entendiendo el Club Jacaranda: “Para que pueda darse cuenta de la impresión de ligereza que puede conseguirse con estas formas”⁷².

En la propuesta colombiana (figura 38) las áreas residuales entre los cuatro cascarones se emplean para suministrar luz y aire al espacio interior. Nueve apoyos en hormigón reciben los empujes diagonales. El conjunto se complementa con dos series de estructuras tipo paraguas, dispuestos en sendos costados, de planta rectangular con un apoyo asimétrico de solo 2.10 m de altura con el fin seguramente de dar escala de peatón a las áreas de acceso.

72 Carta de FC a JPS, 17-1-1958.



Figura 37. Interior de la planta embotelladora Bacardí, Ciudad de México (1958-60)

Fuente: cortesía de Juan Ignacio del Cueto, 2020.

Inicialmente, las propuestas tuvieron aparente éxito: las Empresas Municipales pidieron un presupuesto para un “proyecto completo”⁷³ de la solución E⁷⁴ y también otro para un mercado satélite del 1200 m² con cubierta de paraguas⁷⁵. Candela acogió con agrado la aceptación a la solución E pero se vio obligado a hacer pequeños ajustes a la propuesta original, los que explicó mediante un plano que incluía el trazado de las generatrices (figura 39).

73 Carta de EE. MM. a FC, 29-1-1958. Con proyecto completo, las Empresas Municipales pedían: a) anteproyecto que sería sometido a nuestra [de las EE. MM.] aprobación. b) planos arquitectónicos completos (incluida distribución y diseño de puestos de ventas). c) Planos estructurales memoria de cálculo y diseño de formaleta. d) Especificaciones de construcción. e) Cantidad de obra.

74 Carta de JPS a FC, 31-1-1958.

75 Carta de JPS a FC, Cali, 16-5-1958.

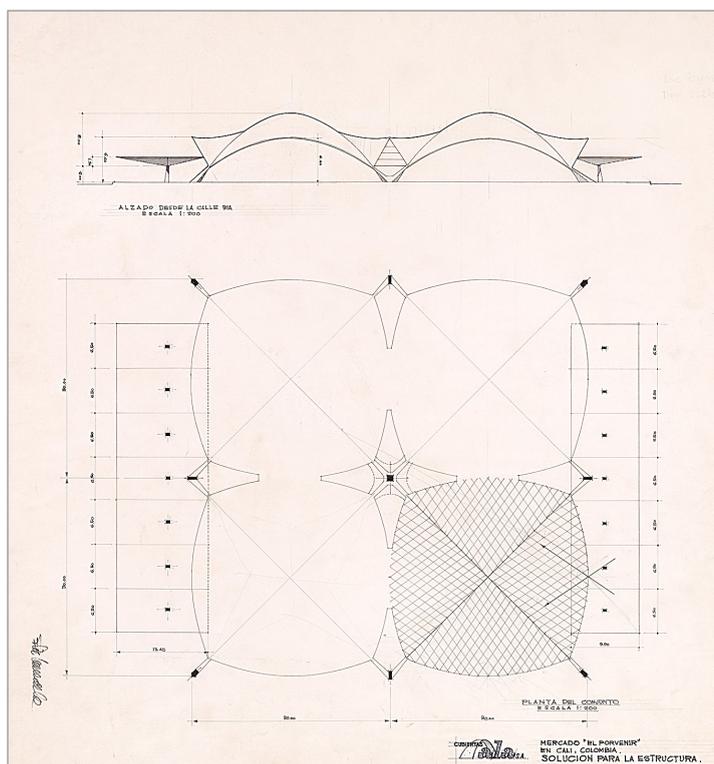


Figura 38. Primera versión de la solución E para el mercado El Porvenir, Cali (1958-60)

Fuente: Félix Candela *architectural records and papers, 1950-1984*, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. *Series I: Project Records*, Drawer 113, Folder 27. "El Porvenir" Market (Cali, Colombia).

Dos meses más tarde, Perea comunicó al socio que las Empresas Municipales (EE. MM.) habían pedido el presupuesto definitivo para el mercado satélite explicando que las obras debían empezar apenas la situación política se hubiera normalizado⁷⁶. Desafortunadamente, conflictos internos en la administración, en un periodo bastante turbulento de la historia política colombiana centrado en la transición del régimen de Gustavo Rojas Pinilla a la del bipartidismo del Frente Nacional, bloquearon definitivamente los proyectos⁷⁷.

76 Carta de JPS a FC, 15-6-1958.

77 Carta de JPS a FC, 4-12-1958 y 4-3-1959. En el mismo periodo, Perea también presentó a las EE. MM. una propuesta para un Centro de Abastecimiento: una estructura tipo Jamaica, escribe, con referencia al mercado de Jamaica en México DF (1957). Carta JPS a FC, 28-10-1958.

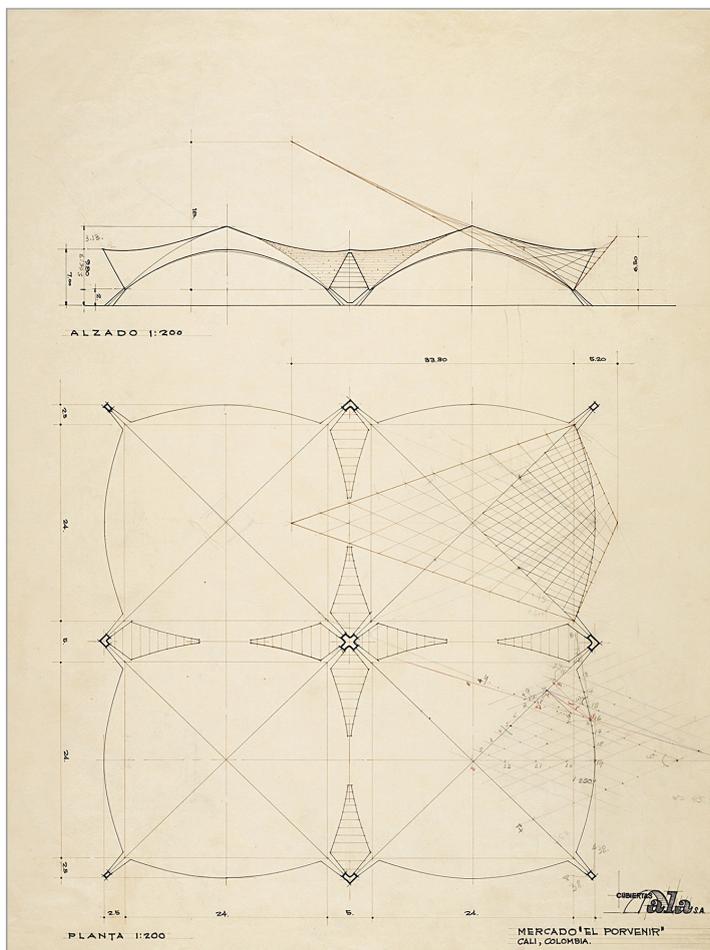


Figura 39. Segunda versión de la solución E para el mercado El Porvenir, Cali (1958-60)

Fuente: Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. Series I: Project Records, Drawer 113, Folder 27. "El Porvenir" Market (Cali, Colombia).

Sin embargo, en 1960⁷⁸, gracias a las gestiones de Jaime Perea, se logró formalizar la propuesta de diseñar una plaza de mercado, pero en un lugar diferente al inicialmente estimado: del barrio de La Floresta se pasó al de Santa Elena y la plaza se denominó Cristóbal Colón, cuya superficie horizontal era de 3200 m².

⁷⁸ Carta de JPS a FC, 18-4-1960.

El proyecto desarrollado por Candela y Perea partía de la solución D lograda dos años antes y se resolvía por medio de una planta rectangular de 40 m x 80 m, cubierta por dos estructuras, cada una de las cuales consta de cuatro paraboloides hiperbólicos (figura 40) en cuyas uniones se forma una dilatación que permite la iluminación y ventilación natural (Medina, 2003). Candela ya había empleado formas similares solo en proyectos religiosos: el templo de San José Obrero, en Monterrey (1959-62) y la capilla de San Vicente de Paúl (1958-60) en Ciudad de México (figura 41).

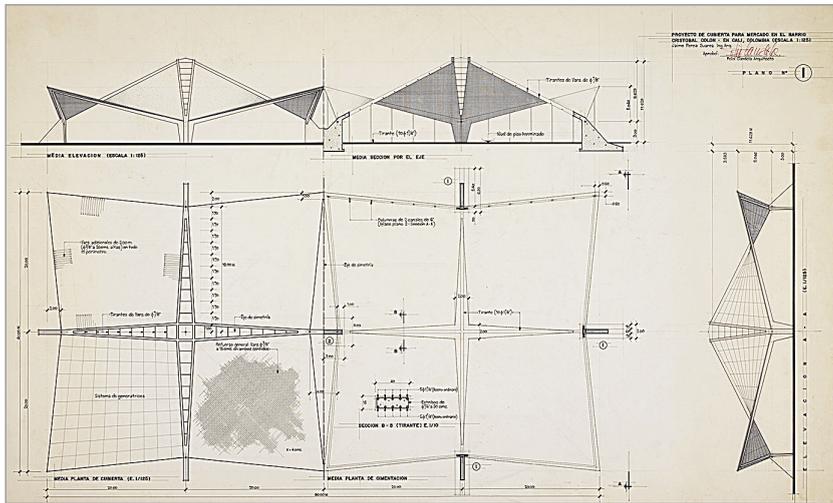


Figura 40. Mercado Cristóbal Colón, Cali (1960)

Fuente: Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. Series I: Project Records, Drawer 113, Folder 29. "Christopher Columbus" Market (Cali, Colombia).

En el proyecto de Cali sirven de soporte a las ocho láminas de hormigón de forma romboidal, que alcanzan los 20 m de lado con un espesor de 4 cm y una altura de 11,62 m por encima del nivel del piso, ocho potentes apoyos perimetrales (de 5,40 x 0,60 m de sección), también de hormigón, de 3 m de altura y vinculados entre sí por un conjunto de diez tirantes que corren por debajo del nivel del piso embebidos en una viga de tracción de 15 x 40 cm.



Figura 41. Capilla de San Vicente de Paúl, Coyoacán, Ciudad de México (1958-60)
Fuente: los autores.

En el extremo norte y de manera independiente se construyó una estructura de planta circular de 20 m de diámetro, destinada al comedor (figura 42); está cubierta con un sistema de plegaduras de bordes curvos elaboradas en hormigón reforzado⁷⁹, apoyadas sobre columnas y que hace recordar claramente al proyecto que Candela hiciera para el supermercado del fraccionamiento de Cuernavaca 1958 en colaboración con Guillermo Rosell y Manuel Larrosa (Del Cueto, 2013)⁸⁰. La construcción de todos los edificios estuvo a cargo de la firma de ingenieros Llano & Donney's y la interventoría la hicieron los también ingenieros Hugo Villaquirán y Salvador Vallejo (figura 43).

La inauguración de la plaza de mercado Cristóbal Colón supuso un importante punto de inflexión para los centros de abastecimiento de gran escala en la ciudad: dotada de 267 expendios para minoristas, su impacto urbano alcanzaba al menos a ocho barrios de clase media mientras que la singularidad de sus formas estructurales era reproducida con

79 El comedor presenta hoy un segundo anillo formado por losas inclinadas, que no aparecen en los planos del proyecto original.

80 En 2018 el edificio se encontraba en deplorables condiciones de conservación. El deterioro urbano de su entorno, sumado al del propio edificio a causa de la falta de higiene y los problemas causados por una mala impermeabilización de las cubiertas, impiden una vista integral del proyecto.

admiración en páginas de la prensa local (figura 44). Hoy en día, el mercado sigue siendo un importante centro para el comercio local, aunque desde el punto de vista arquitectónico el conjunto ha sufrido un fuerte deterioro. Como en otros casos, la colonización de los bordes ha llevado al cierre completo del perímetro y ha perjudicado la ventilación natural del interior, de tal manera que la imagen arquitectónica del proyecto se ve hoy afectada por el entorno, que solo deja vislumbrar los techos, mientras que el volumen circular del comedor ya queda prácticamente invisible.



Figura 42. Reconstrucción digital del mercado Cristóbal Colón, Cali (1960)
Fuente: dibujo de Laura Henao a partir de Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. Series I: Project Records, Drawer 113, Folder 29. "Christopher Columbus" Market (Cali, Colombia).



Figura 43. Construcción del mercado Cristóbal Colón, Cali
Fuente: colección particular de Jorge Galindo.



Figura 44. Vista del interior del mercado Cristóbal Colón, Cali, en 2018
Fuente: los autores.

Por último, en 1961, la relación personal de Perea y Candela se había ido deteriorando paulatinamente, entonces, diseñaron la estructura del supermercado Belmonte en el barrio residencial de San Fernando, en Cali. El proyecto se desarrolló a gran velocidad: en diciembre de 1960 el colombiano envió a Candela los planos (figura 45) y una foto de la maqueta del proyecto preliminar⁸¹; en febrero los planos definitivos llegaron desde México⁸². Como en la mayoría de los casos, el trabajo se limitó al diseño de la cubierta y se debatieron dos soluciones, hasta que por razones normativas se escogió la de dos arcadas con cuatro paraboloides cada una⁸³.

81 Carta de JPS a FC, 14 y 21-12-1960.

82 Carta de FC a JPS, 2-2-1961.

83 En 2018 el edificio estaba ocupado por una cadena de supermercados que, desconociendo los valores espaciales del edificio, ocultó con un cielo raso plano los planos de la cubierta desde el interior.

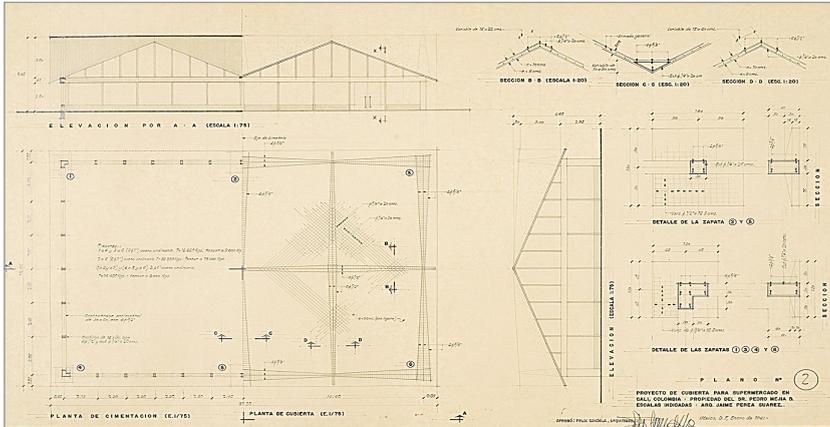


Figura 45. Supermercado Belmonte, Cali (1961)

Fuente: Félix Candela *architectural records and papers, 1950-1984*, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. Series I: Project Records, Drawer 113, Folder 29. Market (Cali, Colombia).

Candela ya había utilizado este sistema de cubierta, a partir de paraguas invertidos, en el diseño de los Almacenes Herdez en San Bartolo (1955-56), Ciudad de México (figura 46), con la diferencia de que allí, las columnas situadas en las esquinas tenían forma de «V» dejando el elemento vertical solo como bajante de aguas lluvias; adicionalmente, las cimentaciones estaban formadas también por paraguas invertidos, tal como se habían construido en el templo de la Medalla de la Virgen Milagrosa.

En el proyecto de Cali, los paraguas invertidos son de 18,46 x 15, 35 m en planta y 5 cm de espesor, apoyados sobre seis columnas perimetrales, cuatro de ellas (las de las esquinas) con forma de «L» de 60 cm de lado y dos centrales, de sección cuadrada de 30 cm de lado (figura 47). Entre las columnas y a una altura de 2,5 m sobre el nivel del piso, se dispuso un juego de tres tirantes de 1” de diámetro que se esconden en la caja destinada a recibir la cortina enrollable que sirve de cerramiento en las noches. La estructura total cubierta es de 568 m². Los seis hastiales que forman las cubiertas se aprovecharon para poner allí una celosía de cerámica que contribuía a la climatización natural del edificio. En la ejecución participó también el ingeniero italiano Domenico Parma⁸⁴, que diseñó los tensores⁸⁵.

84 “En este momento los cables son probablemente aún de importación, así como el sistema de postensiamiento puesto que Parma patentará el suyo solo en 1963” (Varini, 2000, pp. 71-73).

85 Carta de FC a JPS, 22-2-1961.



Figura 46. Almacenes Herdez, San Bartolo, Ciudad de México (1955-56)
Fuente: cortesía de Juan Ignacio del Cueto, 2020.

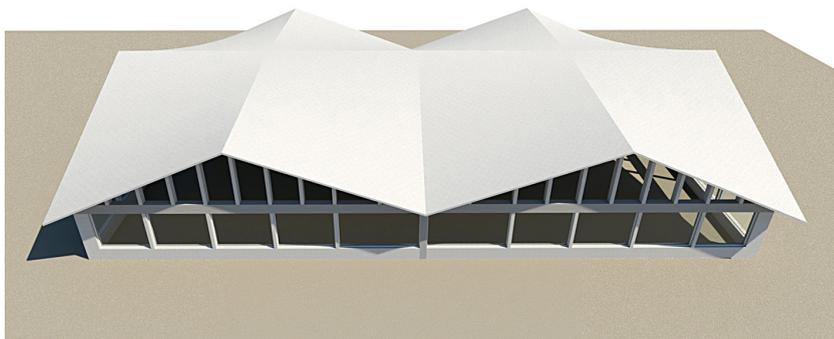


Figura 47. Reconstrucción digital del supermercado Belmonte, Cali (1961)
Fuente: dibujo de Laura Henao a partir de Félix Candela *architectural records and papers*, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. *Series I: Project Records, Drawer 113, Folder 29, Market (Cali, Colombia)*.



Figura 48. Vista actual del exterior del supermercado Belmonte, Cali
Fuente: los autores.

Para este proyecto, Perea pudo complacerse con Candela por haber logrado unos honorarios que doblaban las tarifas vigentes⁸⁶, síntoma de que los clientes valoraban las soluciones baratas y estéticamente interesantes y de que la «marca» Candela era ya reconocida como un valor añadido (figura 48).

Ya desde los primeros años de actividad junto a Candela, Perea se involucró de manera autónoma, pero sin éxito en algunas propuestas en las que empleó estructuras tipo paraguas y paraboloides como solución de cubierta. En Palmira formuló una propuesta para el Club Campestre utilizando paraguas de diferentes alturas y tamaños. Según las cartas, Perea ganó el concurso, a pesar de las resistencias de algunos socios que consideraban estas formas apropiadas para edificios industriales, pero no para este tipo de programa⁸⁷. Más tarde, según lo que el mismo Perea relató a Candela, logró convencer a los interesados, cotizó la estructura⁸⁸, pero sin que la obra finalmente se ejecutara⁸⁹. No deja entonces de resultar extraño que, en el Club Campestre de Palmira, por esos mismos años se construyeran veinte estructuras tipo paraguas, seis de ellas

86 Carta de JPS a FC, 14-12-1960.

87 Carta de JPS a FC, 19-3-1958.

88 Carta de JPS a FC, 11-4-1958.

89 Carta de JPS a FC, 15-7-1958.

de un solo piso de altura que aún sirven como cubierta a las áreas de servicios y catorce de doble altura para las áreas sociales. Los planos que reposan en esta institución aparecen firmados por el arquitecto Enrique Guzmán, con cálculos estructurales del ingeniero Guillermo León Cifuentes Carvajal⁹⁰.

Con ocasión del concurso para el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) de Cali, Perea diseñó un complejo de diferentes edificios con varias cubiertas laminares (figura 49), y explicó en una carta a Candela que había tratado de utilizar los paraboloides como mejor había podido⁹¹.

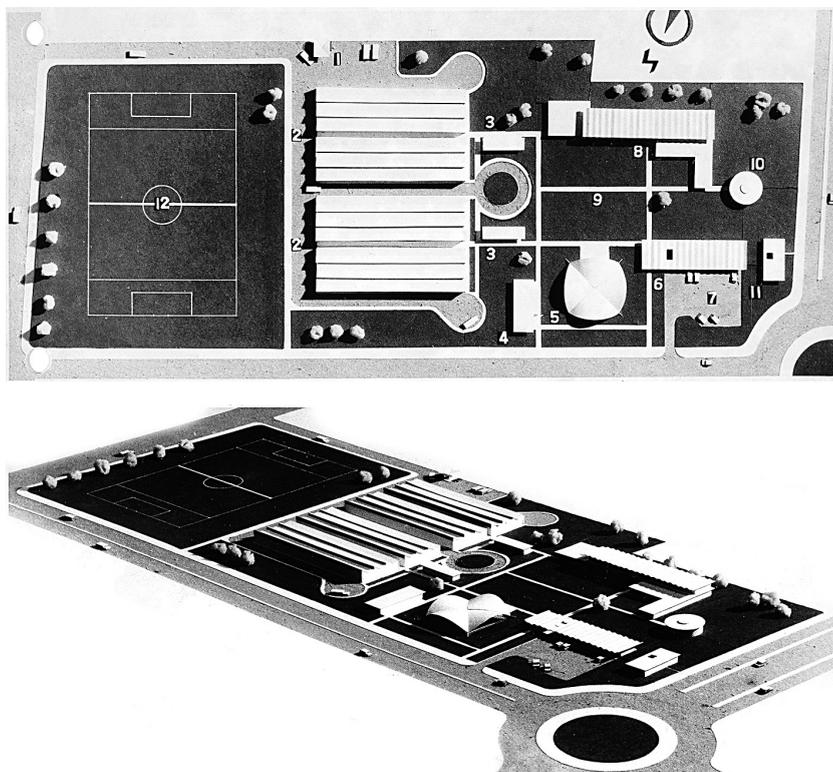


Figura 49. Foto de la maqueta correspondiente a la propuesta de J. Perea para la sede del Sena, Cali (1959)

Fuente: Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, Nueva York, NY. Series II: Correspondence, Box 5, Folder 11.

90 Testimonio del ingeniero Pedro Pablo Estrada (septiembre de 2019), quien participó en su proceso constructivo.

91 Carta de JPS a FC, 26-5-1959.

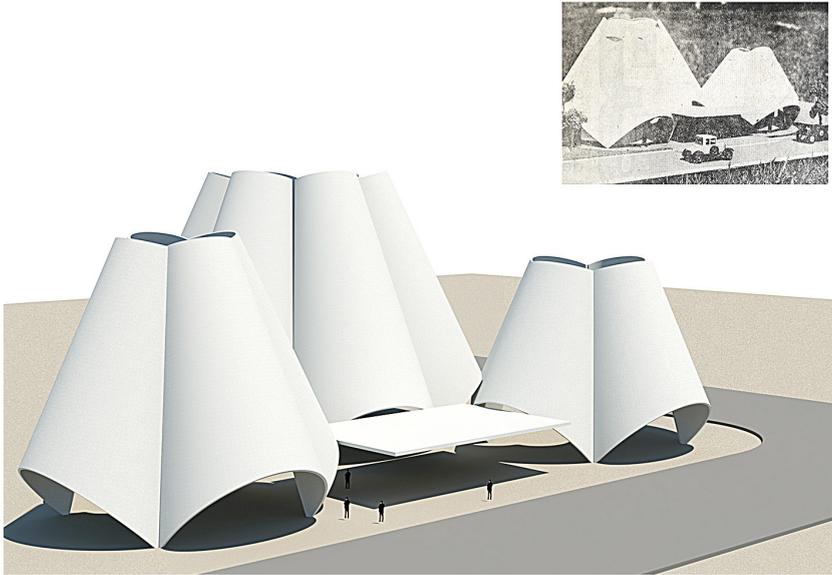


Figura 50. Pabellones para Cartón Colombia en la feria de Bogotá (1961)
Fuente: dibujo de Laura Henao a partir de fotografía publicada en *El País*,
18 de mayo de 1961.

Sin embargo, la firma Borrero & Caldas ganó el concurso y también utilizó estructuras laminares (véase capítulo 4). Por otro lado, en 1961, y sin que haya constancia expresa de la participación de Candela, Perea elaboró un anteproyecto para la Exposición Internacional de Bogotá, propiedad de la empresa Cartón de Colombia S. A. de Cali. La fotografía de una maqueta publicada en el diario caleño *El País* representa la única huella de este proyecto (figura 50), concebido como un espacio expositivo al interior de dos cubiertas tronco-cónicas de diferente tamaño.

Sin duda, trabajar a distancia o por correspondencia creaba problemas, como demuestran los tiempos —a veces largos (de dos a cuatro semanas)— que podían pasar entre el envío de una carta y la llegada de su respuesta; tiempos que podían resultar críticos durante las licitaciones o las obras; además, se podían ocasionar malas interpretaciones de planos o especificaciones técnicas. Pero sobre todo, las muchas promesas de Perea y los pocos resultados llevaron quizá al cese de la colaboración. Si por un lado el contexto de incertidumbre y conflictividad política no favoreció los negocios de Candela en Colombia y hasta bloqueó algunos proyectos, por otro lado, es posible que este último entendiera la baja rentabilidad de las operaciones en el país. Como demuestra la correspondencia, Candela insistía en usar soluciones estandarizadas y sencillas, como los

paraguas, pero terminaba involucrado en cálculos más complejos y a medida, y gastaba tiempo y recursos. Con relación al diseño del comedor anexo al mercado de Santa Elena, para el cual Perea había propuesto unos paraguas asimétricos, Candela escribía:

Ya va siendo hora de que aprenda Ud. a no complicarse la vida dibujando formas absurdas. [...] De acuerdo con mi contabilidad, me ha costado Ud. bastante dinero hasta la fecha. Los gastos de cálculo y dibujo que han ocasionado sus proyectos son muy superiores, a los envíos de honorarios y porcentajes que Ud. me ha hecho⁹².

A partir de la lectura de la correspondencia, se notan las múltiples quejas de Candela por la falta de autonomía de Perea. A menudo, se leen verdaderos regaños hacia el socio colombiano a raíz de errores e ingenuidades en el diseño de las estructuras:

Después de nuestra conversación telefónica de ayer, contesto su carta del 18 de abril. No lo había hecho antes porque, aparte de tener mucho trabajo, estaba un poco indignado contra Ud. No hay derecho a que después de haberse pasado cerca de un mes con nosotros siga Ud. proponiéndome disparates inconstruibles [sic] como cualquier arquitecto indocumentado. El paragua para la casa del Sr. Becerra es absurdo, con esa planta asimétrica. Todos los H.P. son distintos y de eje inclinado. Los bordes libres a compresión no pueden dejarse sin apoyo y me temo que no haya posibilidad de equilibrar las compresiones de cada H.P. en dichos bordes libres. En todo caso puede Ud. lanzarse a hacerlo con un cálculo elemental y bajo su responsabilidad pero apoyando los bordes y calculando los diferentes espesores que haya que dar a cada H.P.

Lo del mercado está también mal porque la [falta palabra] de cada H.P. no llega a 0.04, cuando lo usual es darles 0.06 como mínimo. Es decir, no tienen bastante curvatura. Por otra parte, es imposible dejar los bordes libres en el perímetro. Habría que apoyarlos en columnas separadas a 3 o 4 mts. En los bordes interiores no basta con poner tirantes o postecillos. Habría que disponer, además, dos armaduras trianguladas del hierro formando una espina saliente en cada lucernario⁹³.

En otra carta, Candela se dirigía así al socio colombiano:

Decididamente no tiene Ud. remedio. Cada vez que veo un sobre suyo lo abro pensando qué nuevo disparate se le habrá ocurrido. Y cuando veo el plano me llevo una rabieta tremenda al ver la clase de representante que tengo en Colombia⁹⁴.

92 Carta de FC a JPS, 5-8-1960.

93 Carta de FC a JPS, 21-5-1960.

94 Carta de FC a JPS, 28-2-1961.

En 1963 se llegó al cese de la colaboración entre los dos. En este periodo de ruptura, Jaime Perea tuvo a su cargo el diseño de las cubiertas para el Club Deportivo K-O (1961-63, actualmente gimnasio del Club Deportivo Cali), en donde empleó formas que hacen recordar los diseños de Candela, aunque en las notas de prensa publicadas con motivo de su inauguración, no se menciona su participación (figura 51). El proyecto arquitectónico fue desarrollado por la firma Lago & Sáenz, y en los primeros esquemas se advierte ya el interés por cubrir el edificio mediante una estructura plegada con perfil en «Z», concebida a la manera de uno de los ejemplos que explicara Félix Candela en el que probablemente fuera su primer artículo publicado en México (Candela, 1950)⁹⁵. Este mismo perfil de cubierta (figura 52) fue construido por el ingeniero Milo S. Ketchum para cubrir el edificio sede de H.W. Moore Equipment en Denver (1953) y se publicó en un número de la revista del American Concrete Institute dos años más tarde (Ketchum, 1955; Boothby, Parfitt y Ketchum, 2012).



Figura 51. Primer proyecto para la cubierta del Club K-O, Cali (1961)
Fuente: dibujo de Laura Henao a partir de fotografía publicada en *El País*,
14 de febrero de 1961.

No se conocen los detalles de la etapa final de este proyecto en Cali, aunque lo cierto es que la solución final de la cubierta estuvo a cargo de Jaime Perea. Ella está constituida por secciones de paraboloides

⁹⁵ Según García (2013), Candela manifestó durante sus primeros años en México un particular interés por las estructuras plegadas; sin embargo, su posterior éxito con las superficies de doble curvatura eclipsó sus primeros trabajos en ese sentido.

hiperbólicos que se intersecan longitudinalmente creando un bello espacio interior, libre de columnas intermedias (figura 53). La sensación corresponde a la de un plano horizontal ondulante que se levanta por encima de la cabeza de los visitantes, a doble altura, de forma muy similar a la cubierta del templo de San Cayetano (1958), en Medellín, diseñada por González Zuleta junto a la firma de arquitectos Vásquez & Cárdenas.

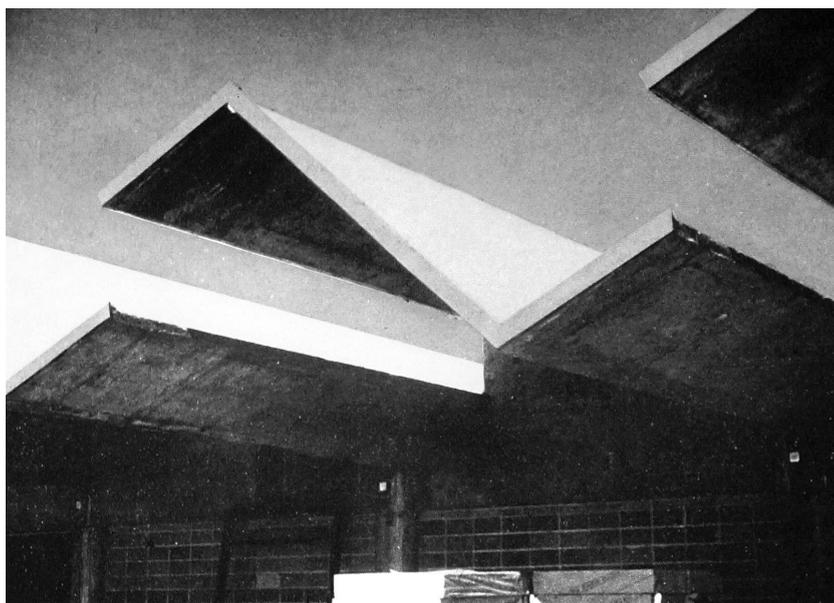


Figura 52. Perfil de cubierta en la sede de H.W. Moore Equipment, Denver (1953)
Fuente: Ketchum, 1955, 450.

Los ingenieros Francisco Villaquirán y Gino Faccio⁹⁶ construyeron el edificio de Cali y pocos años antes habían participado como interventores en la construcción de la Plaza de Toros en esa misma ciudad, con diseños estructurales de González Zuleta⁹⁷.

⁹⁶ Gino Faccio (1930-2004) fue un destacado ingeniero civil cuyo ejercicio profesional se desarrolló en Cali tanto de manera individual como a través de su firma Planes Ltda. Luego de cursar una maestría en Diseño Estructural en la Universidad de Columbia, en Nueva York, participó en varios proyectos de importancia local como la construcción de la Plaza de Toros, el Museo La Tertulia y el paso elevado de la Avenida 2 norte; fue interventor de las obras del aeropuerto de Palmaseca y varias obras viales en la ciudad.

⁹⁷ Es muy probable que la semejanza entre el proyecto del templo de San Cayetano, en Medellín y el club deportivo de Cali se pueda explicar a partir de la figura de González Zuleta:



Figura 53. Vista actual del interior del Club K-O, Cali
Fuente: los autores.

Casi una década después, Perea participaría junto a Candela, Domenico Parma y la firma caleña formada por Borrero & Zamorano en el concurso para la Unidad Deportiva Alberto Galindo de los VI Juegos Panamericanos de 1971 cuando finalmente ganaría la propuesta presentada por los arquitectos Libia Yusti⁹⁸ y Enrique Richardson⁹⁹⁻¹⁰⁰.

habiendo trabajado con Gino Faccio en la construcción de la Plaza de Toros de Cali, este último colaboró poco después con Jaime Perea en los trabajos de la cubierta del Club K-O.
98 De quien se hablará más adelante.

99 Pedro Enrique Richardson Saravia era arquitecto de origen venezolano (egresado de la Universidad Central de Venezuela en 1960), pero afincado en Cali durante varios años. Junto a Libia Yusti lideró el proyecto para el llamado Coliseo El Pueblo, con motivo de la celebración de los Juegos Panamericanos realizados en esta ciudad en 1971. El diseño, con cálculos estructurales de Guillermo González Zuleta, se caracteriza por dos cubiertas formadas por una red de cables que adoptan la forma de paraboloides hiperbólicos.

100La noticia se extrajo de la ficha laboral de la profesora Libia Yusti de Chatain (ganadora del concurso con la firma Richardson & Yusti) que forma parte del fondo Historia Laboral del Archivo Central de la Universidad del Valle. De la propuesta del grupo de Candela no se han encontrado planos, mientras que los edificios diseñados por Richardson & Yusti fueron publicados en *Proa*, 223 (1971).

EL LEGADO DE LA OBRA DE FÉLIX CANDELA EN COLOMBIA: AUGE Y OCASO DE LAS ESTRUCTURAS LAMINARES

A pesar de los pocos resultados y de los muchos fracasos de la aventura de Cubiertas Ala en Colombia, el vínculo entre Félix Candela y los arquitectos colombianos no terminó con la serie de proyectos diseñados en el Valle del Cauca y tampoco cesó la difusión de las estructuras laminares de doble curvatura que él ayudó a visibilizar en el contexto internacional.

En 1963 Candela actuó como consultor para Laboratorios Abocol de Santa Marta¹⁰¹ y en 1968 volvió al país para participar en el Congreso Panamericano de Arquitectos que se celebró en Bogotá, invitado por

¹⁰¹La firma Laboratorios Abocol contaba en 1963 con una instalación industrial en Cartagena de Indias diseñada por la firma Ibañez & Manner, con cálculos del ingeniero Enrique Kerpel, formado en la Universidad Nacional de Colombia. La estructura (1961) estaba conformada por veintiocho hiperboloides de planta cuadrada de 18 m de lado, uno de los cuales se desplomó sesenta días después de retirado el encofrado. Candela fue invitado como consultor a fin de determinar las causas del colapso y sugerir medidas correctivas, por lo que se desplazó al país en los primeros días de ese año.

Carlos Proenza Lanao. De su generosidad profesional quedan varias cartas en las que orientaba a sus colegas acerca de aspectos constructivos, como en la que explicaba al ingeniero Luis Paredes Manrique la manera de disponer las armaduras en estructuras de doble curvatura, “para evitar que cometa usted los mismos errores en que yo incurrí al ejecutar esta que fue una de mis primeras obras”¹⁰².

Aunque solo algunos de los proyectos que Candela concibiera para realizar en el país fueron finalmente construidos, su legado fue importante para los arquitectos e ingenieros colombianos, decididos a continuar explorando en el ámbito de la construcción de estructuras laminares de gran superficie en hormigón armado con novedosas formas geométricas.

Por ejemplo, coincidiendo con el término de la sociedad entre Candela y Perea se construyeron en 1963, en la población de Bugalagrande, muy cerca de Cali, cuatro estructuras del tipo paraguas hiperbólicos con el apoyo financiero de la fábrica Nestlé, para servir de cubierta a la sede de la estación de bomberos. El edificio se levantó haciendo uso de mano de obra voluntaria (figura 54) y se diseñó a partir de una planta rectangular sobre la que se erguía un sistema de pórticos independientes de hormigón. Desde el nivel del suelo arrancan las columnas que soportan los paraguas que cubren el área del segundo piso. Cada uno de ellos tiene planta cuadrada de 10 m de lado.

No se tiene certeza de los autores del diseño arquitectónico o estructural, aunque sí hay fotos que evidencian que uno de los paraguas tuvo que ser demolido y reconstruido a causa de las elevadas deformaciones en uno de sus bordes rectos. Los registros que se guardan del proceso constructivo revelan sí que la disposición de las armaduras se hizo de la misma manera como lo hacía Félix Candela en sus obras, por lo que no deja de ser una coincidencia que por esos mismos años se hubieran perdido en Cali las memorias de cálculo que el mexicano hiciera para el proyecto de Textiles El Cedro.

102Carta de Félix Candela a Luis Paredes Manrique, (1969). Avery Architectural and Fine Arts Library, Félix Candela Architectural Records and Papers, 1950-1984, Series II: Correspondence, Box 6, Folder 10. La carta no tiene fecha, pero alude al Congreso Panamericano de Arquitectos celebrado en Bogotá en 1968.

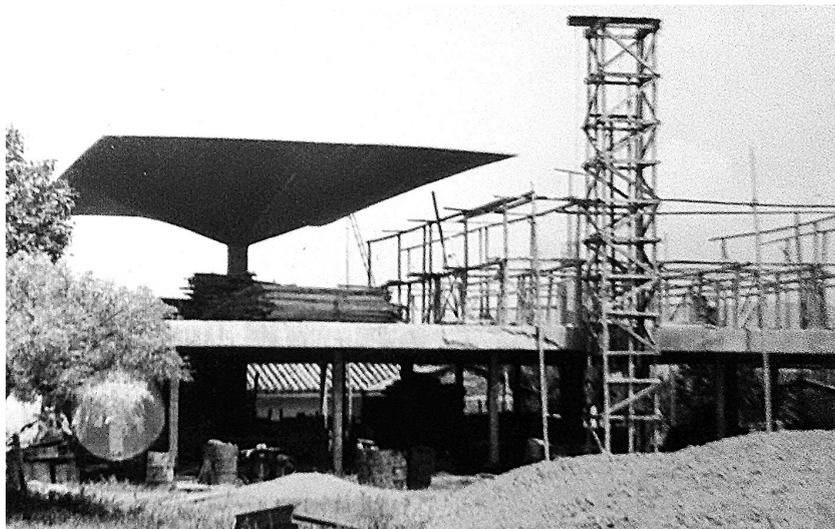


Figura 54. Primero de los paraguas hiperbólicos construidos en la Estación de Bomberos, Bugalagrande (circa, 1963)

Fuente: cortesía del Cuerpo de Bomberos de Bugalagrande.

De nuevo en Cali, la versatilidad de las estructuras tipo paraguas se evidenció en varios proyectos: también en 1963 se construyó la plaza de mercado de Siloé, diseñada por la arquitecta Elly Burkhardt¹⁰³ como resultado de su trabajo de fin de carrera (figura 55), “siguiendo la moda de Candela” (Burkhardt, 2018) y replicando el modelo usado con relativo éxito en varias ciudades de México en donde los paraguas hiperbólicos se usaban como una rápida y efectiva solución de cubierta en plazas de mercado. De manera casi simultánea (1963-65), el colombiano Rodrigo Tascón los usó también con acierto en la Escuela de Medicina de Santiago de Cuba (figura 56), cuyos cálculos estructurales fueron del ingeniero ecuatoriano Jorge Vinueza. Para entonces, Tascón no había terminado sus estudios de arquitectura en la Universidad del Valle (lo haría a su regreso a Colombia, en 1967) pese a lo cual, y atendiendo sus fuertes principios políticos y sociales¹⁰⁴, participó como «profesional colaborante» en una nación donde

¹⁰³Elly Burkhardt formó parte del grupo de las primeras mujeres en Colombia en titularse como arquitecta de la Universidad del Valle en 1959, junto a María Teresa Arizabaleta, Libia Yusti, Raquel Lozano, Ligia Collazos y Diana Mercuri.

¹⁰⁴Rodrigo Tascón compartió su experiencia cubana con otros colegas colombianos entre los que se reconoce a Rafael Sierra, Luis Espinosa, Nancy Giraldo y Hernando Reyes. Antes de su viaje a la isla, y siendo un destacado estudiante de arquitectura, había participado en el diseño de la central telefónica del barrio El Guabito, los edificios López, Micolta y Residencias Olano,

sus profesionales huían del modelo económico impuesto por la Revolución cubana.



Figura 55. Plaza de mercado de Siloé, Cali (1963)
Fuente: los autores.

De acuerdo con Tascón (2015), el uso que él hiciera de los paraguas hiperbólicos en Santiago tuvo la influencia del proyecto desarrollado en Cali por los arquitectos Jaime Perea y Manuel Escobar con la asesoría de Félix Candela para Textiles El Cedro, poco antes de su viaje, y el cual conoció de primera mano en virtud de su amistad con los dos primeros. Ya en Cuba, y ante las dificultades para disponer de materiales de construcción, optó por el uso de los paraguas gracias a su eficiencia: a partir

todos en Cali, además de ocupar un segundo puesto en el concurso para el diseño de la Caja Agraria de Santa Marta. Ya en Santiago de Cuba tuvo a su cargo el diseño de la Escuela de Minería del Cristo y un conjunto de viviendas en Guantánamo, el Edificio de Tecnología de la Universidad de Oriente y la Escuela de Medicina en Santiago, que no alcanzó a ver terminada. A su regreso a Cali obtuvo el título de Arquitecto “por obra diseñada y construida” mediante Resolución 122, adonde llegaría a participar como arquitecto en varias firmas constructoras antes de dedicarse al ejercicio liberal de la profesión y a la docencia en la Universidad del Valle.

de una columna única de 50 x 50 cm podía cubrir una superficie de 100 m² (los paraguas eran de planta cuadrada de 10 x 10 m) y tenían solo un juego de ocho formaletas. Por otra parte, sus ventajas climáticas eran relevantes en tanto facilitaban la ventilación cruzada en un clima cálido y húmedo.



Figura 56. Escuela de Medicina, Santiago de Cuba (1963)

Fuente: los autores.

Aun en 1968 los paraguas formados por paraboloides hiperbólicos popularizados por Candela seguían empleándose en varias partes de Colombia: el ingeniero Guillermo González Zuleta los calculó en estructuras

de esta naturaleza que los arquitectos Camacho & Guerrero diseñaron en la zona de acceso al puerto de Buenaventura (figura 57); y en ese mismo año las firmas Ingeniería y Construcciones Ltda.¹⁰⁵ y Espiral Ltda. construyeron varios de ellos en Medellín en la cubierta de la Fábrica de Licores de Antioquia, donde muchos años después, en 1989 se construyeron catorce paraguas más con el fin de ampliar el área cubierta de la planta industrial.



Figura 57. Acceso al puerto de Buenaventura (1968)

Fuente: los autores.

A diferencia de los paraguas hiperbólicos y probablemente a causa de la dificultad para su construcción (particularmente en lo relacionado con el diseño y elaboración de los encofrados) y el mal comportamiento climático en ciudades como Bogotá, el uso de cubiertas laminares de doble curvatura no fue muy extendido en Colombia. A las formas sinclásticas (con doble curvatura en el mismo sentido) que había desarrollado Gon-

¹⁰⁵En 1968 se desempeñaba como director del Departamento de Arquitectura de esa firma Augusto González Vásquez, formado en la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín y reconocido profesionalmente por ser el diseñador, entre otros, del edificio sede de las Empresas Públicas de Medellín (edificio Miguel de Aguinaga) en 1955-57. Sin embargo, no se puede afirmar que González Vásquez haya concebido la solución de cubierta para las bodegas de la Licorera, en los que de seguro participó como residente de obra el ingeniero Diego Fajardo, hermano del arquitecto Raúl Fajardo.

zález Zuleta entre 1947 y 1954¹⁰⁶, se sumaría el aeropuerto Olaya Herrera de Medellín (1957) y las cubiertas para la sede del SENA (1958-60), en Cali.

El primero fue producto de un trabajo en equipo conformado por los profesionales Elías Zapata¹⁰⁷, Apolinar Restrepo, Alfonso Vieira y Jaime Zapata, con cálculos estructurales de Ignacio Arango: aquí, el vestíbulo de llegada se resolvió mediante un conjunto de bóvedas semiesféricas (figura 58), dando forma a un edificio concebido prácticamente en contemporaneidad con el TWA Flight Center de Eero Saarinen en New York (1955-62) o el Terminal del aeropuerto de St. Louis de Minoru Yamasaki (1956) y que antecede claramente, por ejemplo, al proyecto de Isler para el Indoor Tennis Center en Heimberg, Alemania (1979).



Figura 58. Vestíbulo aeropuerto Olaya Herrera, Medellín (1957)

Fuente: los autores.

También del arquitecto Elías Zapata, aunque menos reconocido, es el proyecto para el Club Campestre de Bucaramanga (1964-67), resuelto a partir de una cubierta de doble curvatura dispuesta sobre el salón principal y construida enteramente en hormigón armado.

¹⁰⁶Estadio de béisbol de Cartagena de Indias (1947), Capilla de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín (1952), Teatro Cádiz (1953), Teatro de La Comedia (1954) y Mercado Rayo (1954), todos estos últimos en Bogotá y Estadio Pascual Guerrero en Cali (1954)

¹⁰⁷Arquitecto de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, Elías Zapata (1928-1968), se destacó en su campo profesional y en la escultura, la pintura y el vitalismo.

Por su parte, la sede del SENA, en el barrio Salomia de Cali, fue diseñada por la firma Borrero & Caldas¹⁰⁸ gracias a un concurso convocado por la institución en 1959 y en el que participó también Jaime Perea Suárez. En el proyecto colaboró el arquitecto Nolasco Sierra y en los cálculos estructurales el ingeniero Enrique Sacasas, y en él se distribuyen adecuadamente las diversas funciones que demandaba el programa mediante una serie de edificaciones de baja altura en donde la forma de las cubiertas contribuye a la jerarquización de las actividades: las áreas administrativas, en dos plantas, se cubren con un conjunto de bóvedas laminares de perfil cilíndrico, mientras los talleres se levantan en unidades modulares que se cubren con ligeras bóvedas de arista hechas en hormigón armado (treintaidós en total de 5 cm de espesor) sobre una planta cuadrada de 10 m de lado que permiten un eficiente sistema de ventilación a través de sus hastiales. Un salón de actos, usado en la actualidad como cafetería, se resuelve mediante una bóveda de iguales características, pero de mayores dimensiones (figura 59).



Figura 59. Bóveda por arista sobre salón de actos en el Sena, Cali (1959-62)
Fuente: los autores.

¹⁰⁸La firma estaba constituida por los arquitectos Harold Borrero Urrutia y Lyda Caldas de Borrero nacidos en Cali, pero formados profesionalmente en la Universidad Nacional de Colombia. Luego de cursar estudios de posgrado en la Universidad de Pennsylvania empezaron a ejercer liberalmente la profesión en su ciudad natal, actividad que mezclaron con la docencia en la Universidad del Valle. Colaborador ocasional de la firma era el ingeniero Vicente Caldas, egresado de la Universidad del Cauca y diseñador de numerosos proyectos estructurales en la región.

De manera casi simultánea con la construcción de las cubiertas del SENA, en Buga, muy próxima a Cali, se levantaba otra de naturaleza similar pero mucho mayor en sus dimensiones. En 1958 Diego Salcedo, aún estudiante de arquitectura de la Universidad Javeriana en Bogotá, diseñó para su ciudad natal una estructura de cubierta como solución al mercado satélite a partir de una bóveda de arista de perfil parabólico que cubría 1200 m² de superficie, con lo que se acercó a los logros formales que por esos mismos años alcanzaba en México Félix Candela en proyectos como la embotelladora Bacardí (1958-60) y la oficina de ventas en Guadalajara (1960), caracterizados todos ellos por la conquista del *borde libre*. Si las fechas no engañan, parece probable que este fuera el proyecto del cual Jaime Perea envió una foto a Candela, expresando el interés de las Empresas Municipales de Cali en este tipo de estructura y su mismo interés en familiarizarse con ella¹⁰⁹.

Las bóvedas de borde libre de Candela formadas por paraboloides hiperbólicos tienen como singularidad que el punto de intersección entre los paraboloides hiperbólicos es de menor altura que la boca del arco; sin embargo, en el caso de la Plaza Satélite de Buga se evidencia que la cota del punto de intersección de los paraboloides se produce a un nivel más alto, lo que genera la sensación de que ellos están invertidos¹¹⁰.

La luz de cada abertura alcanza los 35 m, el punto de intersección de los paraboloides se produce a 10 m de altura sobre el centro del espacio y la flecha de cada arco tiene 8 m de altura (figura 60). El edificio se inauguró en 1961 en la periferia de la ciudad, en donde se destacaba por su presencia escultórica en medio de un tejido urbano aún en desarrollo. La estructura sigue existiendo y funcionando como mercado, aunque se encuentre hoy rodeada en sus lados por cuatro galerías construidas en 2014. Ellas, a pesar de haber logrado un mayor orden en los alrededores, reemplazando los puestos de venta que en los años habían rodeado el cuadrilátero cubierto, han tapado los bordes y han hecho perder la permeabilidad del espacio y la imagen de esbeltez de la estructura.

¹⁰⁹Carta de JPS a FC, 4-11-1959.

¹¹⁰Esta misma situación se presentó en la alternativa E para el mercado El Porvenir en Cali, razón por la que Candela tuvo que modificar su propuesta para evitar malos entendidos con los promotores del proyecto.



Figura 60. Plaza de mercado Satélite, Buga (1958-61)
Fuente: cortesía de la familia Salcedo.



Figura 61. Vista actual del laboratorio de los Rayos C3smicos, M3xico (1950)
Fuente: los autores.



Figura 62. Interior del templo de San Cayetano, Medellín (1958)

Fuente: los autores.

De igual o mayor complejidad era la construcción de superficies anti-clásticas (con doble curvatura en sentidos opuestos), a la manera por ejemplo de la cubierta del laboratorio de los Rayos Cósmicos (figura 61) que en 1950 abrió las puertas a Candela para su reconocimiento a escala internacional.

Las primeras experiencias en Colombia con este tipo de estructuras fueron de pequeña escala y se encuentran en los tímidos intentos de González Zuleta en los proyectos para el templo de San Cayetano (figura 62) en Medellín (1958), la Catedral de Barranquilla (1958-59) y la cubierta para el edificio del Banco Cafetero (1959-62) en esta misma ciudad, a los

que se suma el edificio sede del Instituto de Asuntos Nucleares (1962), en Bogotá, del arquitecto Leonardo Ayala, con cálculos del ingeniero Humberto Carriazo (figura 63).



Figura 63. Instituto de Asuntos Nucleares, Bogotá (1962)

Fuente: los autores.

Mayor audacia espacial y estructural se advierte en la cubierta laminar de doble curvatura construida en Cali en 1959 por el arquitecto José Manuel Patiño, con cálculos estructurales de los ingenieros Gilberto Rodríguez y Jacobo Brecher¹¹¹ (figura 64), como solución de cubierta para una estación de servicio en una de las vías principales de la ciudad. La estructura, hoy demolida, hace recordar claramente la cubierta, ya mencionada, que diseñó Candela ese mismo año para la comunidad de San Vicente de Paúl.

¹¹¹ Jacobo Brecher Distenfeld nació en Italia en 1926, pero llegó tempranamente a Cali en donde cursó estudios de secundaria en el Colegio Santa Librada. Se formó como ingeniero civil en la Universidad del Cauca y antes de trabajar como profesional independiente sirvió como ingeniero residente en varios proyectos viales en el país.

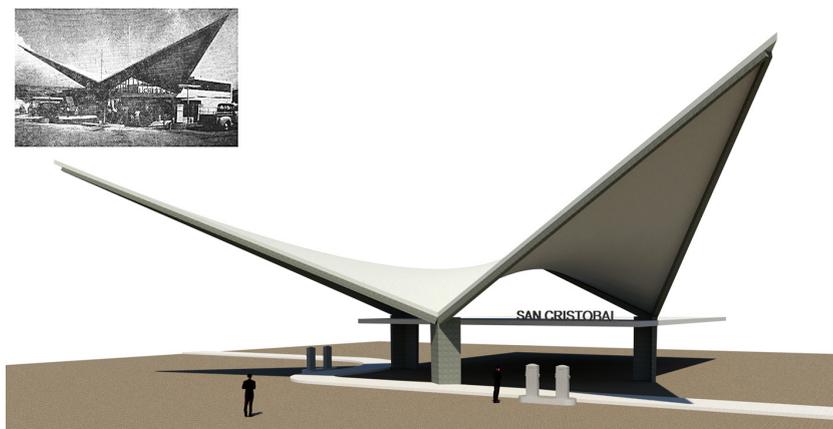


Figura 64. Estación de servicio Cristóbal Colón, Cali (1959)

Fuente: dibujo de Laura Henao a partir de fotografía publicada en *Relator*, 27 de octubre de 1959.

En Medellín, hacia 1960, aparece ya construido el edificio para la cafetería de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional, diseñado por el grupo de arquitectos conformado por Raúl Álvarez, Guillermo García, Darío González, Orlando Hurtado y Aníbal Ochoa¹¹², con cálculos estructurales del ingeniero Gabriel García; aquí cuatro paraboloides hiperbólicos de borde recto cubren una planta cuadrada de 15 m de lado que se apoyan sobre igual número de contrafuertes situados en el eje medio de cada fachada (figura 65). Y doce años más tarde, también en Medellín, se terminaría la construcción de la interesante cubierta del templo de La Consolata¹¹³ (iniciada en 1967), obra del arquitecto Apolinar Restrepo y quien años antes había participado en el diseño del aeropuerto Olaya Herrera junto al arquitecto Elías Zapata (figura 66).

¹¹² Todos ellos vinculados como docentes a la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, dentro de los que se destaca Orlando Hurtado, formado profesionalmente en Italia y pasante en el Instituto Eduardo Torroja en 1966, donde consolidó sus conocimientos en hormigón armado.

¹¹³ El proyecto fue concebido en 1967 por Apolinar Restrepo; sin embargo, la construcción tardó casi cinco años y estuvo a cargo del ingeniero Luis Jorge Aristizábal, que luego fue un importante miembro de la firma Conconcreto.

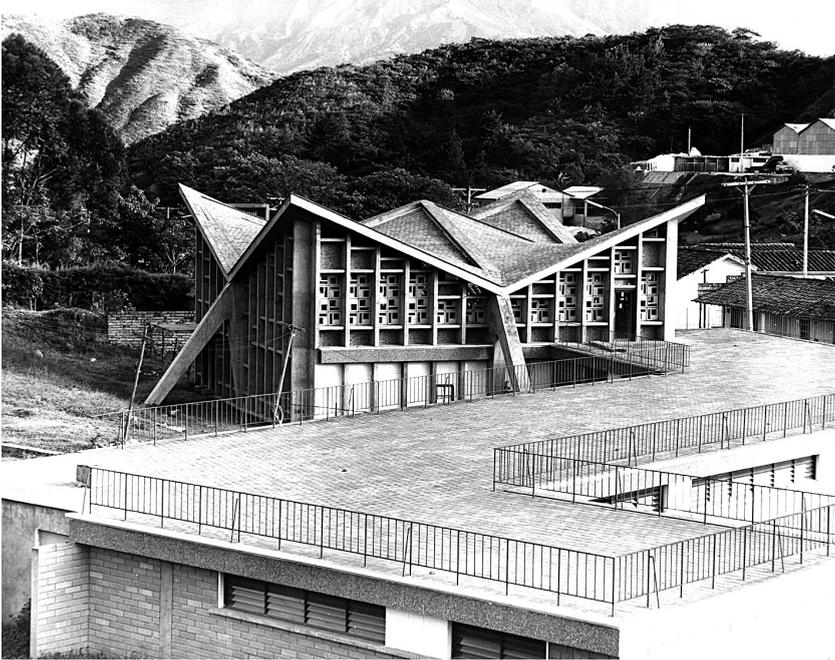


Figura 65. Cafetería de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Medellín (1960)

Fuente: fotografías de Gabriel Carvajal Pérez, 1964. Biblioteca Pública Piloto de Medellín, BPP-F-016-0266.

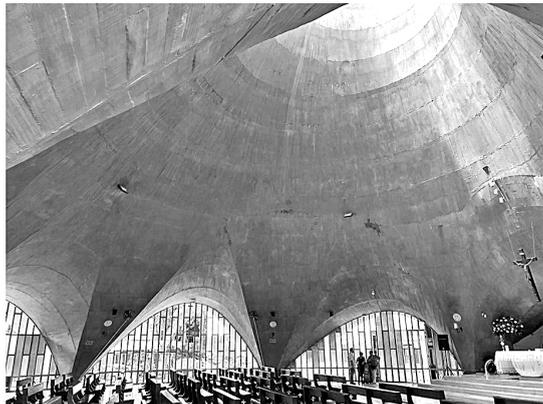


Figura 66. Templo de La Consolata, Medellín (1967-72)

Fuente: los autores.

La firma Arinco Ltda. propuso en 1959 una estructura parecida en su forma —una especie de gran chimenea parabólica— para un proyecto de mercado en Girardot. Este elemento, a los ojos de los proyectistas, habría tenido que favorecer la ventilación del edificio y la dispersión de calor, aprovechando exactamente el *efecto chimenea*. En cualquier caso, y con eso el proyecto se aleja del ejemplo de La Consolata, la idea estaba basada por completo en una estructura metálica (mercado en Girardot, 1959).

Por su parte, en Bucaramanga, a la cubierta con doble curvatura del Club Campestre diseñada por Elías Zapata, se sumó la que concibió el arquitecto Mario Pilonieta para la sede de Cosautos, una venta de automóviles (Rueda, 2005), conformada por cuatro paraboloides hiperbólicos dispuestos sobre una superficie de 400 m² (circa, 1965). Pilonieta, graduado de la Universidad Nacional de Colombia en 1958 ya había diseñado en el campus de la Universidad Industrial de Santander, en la misma ciudad, una sala de actos (1962) cubierta con una bóveda de perfil parabólico en hormigón armado la cual se apoya sobre el plano base por medio de cuatro puntos, liberando los bordes horizontales mediante columnas inclinadas y permitiendo la iluminación y ventilación del volumen interior.

A estos proyectos se suma en esa ciudad la iglesia de San José (circa, 1966) diseñada por el arquitecto santandereano Hugo Martínez, caracterizada también por una cubierta construida a partir de cuatro paraboloides hiperbólicos que, como en el caso del edificio de la Universidad Nacional en Medellín, se apoyan en igual número de apoyos dispuestos en el eje medio de los lados del cuadrado que sirve como planta (figura 67).



Figura 67. Templo de San José, Bucaramanga (circa, 1966)

Fuente: los autores.

En Barranquilla la huella de Candela se hará sentir en el proyecto para el templo de la Caridad del Cobre, del arquitecto Roberto Dugand (1962), donde paraboloides invertidos conforman el plano de cubierta sobre una planta rectangular (figura 68), formas que ya habían aparecido en algunas obras de las firmas Arcos Ltda. y Ayres Ltda. (véase capítulo 2).



Figura 68. Templo de la Caridad del Cobre, Barranquilla (1962)
Fuente: los autores.

Resulta paradójico que para cuando se logró tener un dominio tanto de los principios del cálculo estructural como de los procesos de construcción de las cubiertas laminares, desde los primeros años de la década de los sesenta, estas fueron relegándose a tímidas expresiones del repertorio formal de los ingenieros y arquitectos tanto en Colombia como en el contexto internacional. Las causas de este singular suceso se suelen explicar a partir de múltiples circunstancias que van desde el costo creciente de los materiales de construcción, la mano de obra y los encofrados, a las exigencias que se presentaban en relación con la iluminación del espacio interior y la dificultad para adaptarse a nuevos usos, entre otros.

Si bien es cierto que los perfiles de hierro estructural fueron escasos y caros durante la Segunda Guerra Mundial y en los años inmediatamente posteriores a ella, su precio fue disminuyendo progresivamente lo que ayudó a este material a posicionarse en el mercado de la construcción,

con ventajas similares a las del hormigón armado en cuanto a resistencia, peso propio e incombustibilidad. Sin embargo, las estructuras metálicas no demostraban la misma versatilidad para el logro de formas curvas, por lo que su uso tuvo que abrirse camino de manera lenta e independiente en otras formas arquitectónicas y estructurales.

Desde el punto de vista operativo, la construcción de membranas, en cerámica u hormigón armado, demandaba la presencia de varias especialidades entre los obreros contratados: carpinteros para la elaboración de los encofrados (lo que corresponde a una especialidad diferente a los carpinteros de acabados), armadores de las barras de refuerzo (lo que implica labores de corte, doblado y figurado), hormigoneadores (a cargo del vaciado y curado cuando el concreto era premezclado o en su defecto, partícipes de todo el proceso que se inicia con su preparación a pie de obra) y por último los detalladores (a cargo de subsanar errores presentes en las superficies luego del desencofrado).

En todos los casos se trataba de una mano de obra semiespecializada cuyo campo de acción se podía extender fácilmente a todo tipo de edificaciones en las que se usara el hormigón y que seguramente empezó a escasear al aumentar la demanda en la actividad edificadora, al menos en Colombia, tal como ocurrió a partir de 1950, gracias al fenómeno de urbanización que experimentó el país desde entonces.

También debe tenerse en cuenta el costo de los encofrados, que se debe considerar no solo en función de la complejidad de su forma sino también de sus posibilidades de reutilización dentro de la misma obra: cuando el diseño contempla cubiertas repetitivas o en serie, el valor de los moldes es fácilmente asimilable dentro del presupuesto global pero no ocurre lo mismo cuando él tiene un carácter excepcional y debe descartarse al término de cada fase de la construcción.

Así, aunque estos factores materiales pueden haber incidido en un encarecimiento del costo de la construcción de estructuras laminares, también debe tenerse en cuenta, como afirma Billington (1990), la actitud del diseñador con respecto a la construcción y de manera particular a la forma como él ha considerado, a lo largo del tiempo, el conjunto de las prácticas constructivas locales. Es un hecho más o menos aceptado la creciente desvinculación de saberes entre el proyecto y su ejecución, con raíces claramente ancladas en el proceso de formación universitaria y en una excesiva confianza en las posibilidades de la técnica, en su sentido más general.

Desde el punto de vista utilitario, las estructuras laminares manifestaban inconvenientes de orden práctico (Cassinello, Schlaich y Torroja, 2010):

por ejemplo, las formas curvas parecían incompatibles con el amoblamiento y con la existencia de muros divisorios rectos en el espacio interior o con la presencia de puertas y ventanas convencionales en las fachadas o con las redes de instalaciones (eléctricas principalmente) en un espacio que por lo general era oscuro porque el hormigón suele ser un material opaco.

Desde otro punto de vista se suele argumentar que el análisis mecánico de las estructuras laminares era complejo, más en un momento en que no se contaba con recursos computacionales, por lo que los calculistas debían desarrollar los procesos numéricos a mano (labor en ocasiones extensa y engorrosa), aunque en algunos casos recurrían a la construcción de modelos a escala que si bien no garantizaban datos exactos relacionados con el dimensionamiento real, sí permitían predecir estados tensionales, deformaciones y en general, el comportamiento estático de la estructura. De todas maneras, no se puede negar que, en muchos proyectos resueltos a partir de cáscaras de hormigón y plegaduras, primaba un alto sentido de intuición estructural que se verificaba mediante un análisis numérico más o menos rápido. Una situación que iría cambiando claramente a medida que aparecieron marcos normativos en torno al diseño estructural y a la construcción.

En Colombia, por ejemplo, si bien los ingenieros se acogieron durante muchos años a las normas dictadas por el American Concrete Institute y la American Society of Civil Engineers (difundidas en sus numerosas publicaciones), ellos solo empezaron a contar con códigos propios a partir de 1984 cuando el Ministerio de Obras Públicas expidió el Código Colombiano de Construcciones Sismorresistentes, centrado en la manera de enfrentar los efectos de la alta actividad sísmica del país.

Por último, se argumenta también que las estructuras laminares en hormigón o cerámica armada sencillamente pasaron de moda y fueron desplazadas por formas incluso más audaces que se podían construir mediante elementos textiles sometidos a tracción o estructuras neumáticas, más livianas, transparentes y baratas, a la manera de las propuestas ligeras de Frei Otto en Alemania.

CONCLUSIONES

De manera inmediata, a partir de este trabajo, se puede señalar que la presencia de la figura de Félix Candela resulta clara y potente en una buena parte de la producción arquitectónica colombiana de la segunda mitad del siglo xx, gracias a una serie de factores: por un lado, es fácilmente reconocible el interés que entre los profesionales locales despertaba la imagen de un colega latinoamericano que en pocos años había alcanzado un importante reconocimiento internacional (y de manera especial en los Estados Unidos) en virtud de una obra caracterizada por su originalidad y carácter innovador. Por otro, para los arquitectos colombianos era factible pensar que el contexto en el que Candela se desempeñaba no era entonces notablemente diferente al que se vivía en el país: una economía en expansión orientada a la industrialización de la producción, una mano de obra no especializada en el ramo de la construcción, una predominancia del concreto sobre el acero como material moderno de construcción, una formación académica que seguía patrones similares y unas condiciones climáticas y sísmicas con varios factores en común.

También se puede advertir un deseo entre los arquitectos colombianos de internacionalizar su profesión, bien a través de proyectos colaborativos con profesionales extranjeros como Candela, bien mediante la adopción de formas y técnicas que empezaban a hacerse notar en

los ámbitos latinoamericano e internacional, con México y Brasil vistos como punta de lanza de la producción arquitectónica regional¹¹⁴. Ese deseo por traspasar fronteras derivó sin duda en la creación de múltiples vínculos, tanto laborales como personales, y en la necesidad de conocer y aprender de los procesos técnicos que hacían posible la construcción de los edificios a partir de principios de economía y racionalidad.

Además, había entonces un espíritu de experimentación en torno a los procesos de ejecución y el análisis estructural, libres de normas y códigos, que facilitaba el ejercicio liberal de la profesión y la búsqueda de un lenguaje propio. A esto contribuían los viajes profesionales, los intercambios académicos y de manera especial las revistas especializadas, tanto locales como extranjeras. En este sentido, cabe destacar cómo el paso de Candela por Colombia¹¹⁵ —nada casual si se considera el papel del CINVA en construir y fortalecer lazos entre profesionales latinoamericanos¹¹⁶— marcó un momento fundamental en el campo de la construcción. Como lo demuestran las múltiples historias entrecruzadas que se han presentado en este libro, en el país el desarrollo de nuevos tipos de estructuras en concreto y de nuevas y más complejas morfologías se dio exactamente en el periodo de la visita de Candela y en el trabajo de arquitectos e ingenieros que habían entrado en contacto con él y establecido algún tipo de relación.

Lejos de buscar simplificaciones y nexos demasiado directos, parece en cualquier caso fundamental destacar cómo los cruces de las biografías profesionales de muchos actores y los tiempos sugieren que las formas innovadoras que hasta un cierto momento se vieron en el «papel», sin lograr ser construidas en «concreto», después del paso de Candela en Bogotá empezaron a ser efectivamente realizadas. Y en su mayoría, estas arquitecturas fueron obra de profesionales que se habían relacionado

114 Y tal producción gozaba de una cierta visibilidad no solamente en las revistas de arquitectura ya mencionadas, como *Architectural Record*, *L'Architecture d'Aujourd'hui* o *The Architectural Forum* (Esteban-Maluenda, 2021), sino en periódicos como el estadounidense *Journal of the American Concrete Institute* y *Concrete Quarterly* del británico Cement and Concrete Association. Allí, entre el final de los años cuarenta y los sesenta, se registra una fuerte presencia de proyectos procedentes antes de Brasil (n. 1, 1947; 4, 1948; 11, 1951; 18, 1953) y después de México (19, 1953; 33, 1957; 42, 1959), obviamente con especial énfasis en el trabajo de Candela.

115 Y así muchas más que también demostraron atrevidas y “funambulescas” soluciones estructurales, como por ejemplo algunos pabellones permanentes y efímeros en Corferias (Alayón, 2018).

116 Otro ejemplo lo constituye el nombre del arquitecto brasileño Rino Levi, invitado a Colombia en 1957 por el CINVA. Él viajó a Bogotá, donde dictó dos conferencias y revisó proyectos de los estudiantes del Centro, para luego viajar a Cali y Medellín (Arquitectura na Colombia, 1958).

con Candela: sea a través de capacitaciones en el CINVA, del establecimiento de contratos de colaboración o de visitas a su oficina en México. De hecho, desde este momento y por una década más, las estructuras laminares de geometría compleja gozaron de un periodo de auge y difusión en el territorio colombiano.

Y este auge, cabe destacarlo, aparece en perfecta sincronía, si no por adelantado, con lo que se registra en Norteamérica y Europa. Poco conocidos en Estados Unidos al principio de los años cincuenta, para el comienzo de la década siguiente los paraboloides hiperbólicos ya estaban de moda entre arquitectos e ingenieros, gracias a trabajos como la Arena Dorton (1952) en Raleigh, NC, de Matthew Nowicki o el May D. & F. Store de Ieoh Ming Pei y Anton Tedesko en Denver, la obra de Milo S. Ketchum en Colorado, sin olvidar, por supuesto, la labor de diseminación realizada por Candela y Catalano (Boothby, Parfitt y Ketchum, 2012; Sprague, 2013). Mientras tanto, no solamente Le Corbusier, junto con Iannis Xenakis, proponía una estructura en forma de paraboloides hiperbólicos para el Pabellón Philips en la Exposición Universal de Bruselas 1958, sino también en 1959 Candela viajaba a Londres invitado por la Cement and Concrete Association y construía, unos años más tarde (1963), las bodegas John Lewis en Stevenage (Mendoza, 2015). Y así se empezaba a notar, también en la Gran Bretaña, la creciente difusión de los paraboloides hiperbólicos (*Hyperbolic paraboloids gain a foothold in Britain, 1961*)¹¹⁷.

Desde otro punto de vista, un análisis de lo expuesto deja ver, en el periodo que aquí se estudia, interesantes procesos de transformación en el ejercicio de la profesión del arquitecto para quien “el encargo” no responde ya a los dictados de personas naturales sino más bien a otros de corte más corporativo que demandan del trabajo interdisciplinar y en ocasiones dilatados procesos de negociación en los que la economía de las soluciones técnicas parece jugar un papel preponderante. De igual manera, se advierte una mayor especialización de las funciones profesionales: el diseño, la construcción, la consultoría técnica y la intervención, empiezan a convertirse en labores más o menos independientes, aunque fuertemente relacionadas entre sí.

117 Una prueba aún más interesante la ofrece Google Books Ngram Viewer (<http://books.google.com/ngrams>), una herramienta de análisis bibliométrico que registra el uso de una palabra en recursos impresos desde 1500. Al digitar las palabras «hyperbolic paraboloid» se nota un rapidísimo crecimiento de las ocurrencias entre 1950 y 1961, año que registra un pico de casi ocho veces superior comparado con 1950. Interesante también es notar que, después de 1961, las ocurrencias vuelven a bajar con casi la misma rapidez.

Alejándose por un momento de la dimensión técnico-constructiva de la arquitectura, merece también la pena proponer algunas reflexiones de carácter crítico-historiográfico. Como probablemente el lector habrá notado, la mayoría de las obras estudiadas en el curso de este libro no aparecen en las principales «historias» de la arquitectura en Colombia. Inclusive, en muchos casos ni han sido objeto de particular atención en investigaciones monográficas. Las razones podrían ser variadas. Lo más fácil sería considerar estas obras de bajo valor estético y limitado interés para la construcción de aquel «canon» al cual apunta la historiografía de la arquitectura casi siempre, más o menos explícitamente. Aún más porque la mayoría de estos proyectos quizás pertenecen a tipologías demasiados «triviales»: cubiertas de bodegas, plantas industriales, mercados y supermercados, estaciones de servicio, aunque, por supuesto, no faltan iglesias y edificios escolares y universitarios. Sin embargo, hoy el objetivo de la investigación histórica, hasta en el campo de la arquitectura, se ha alejado mucho de tales prácticas y seguramente los autores de este libro nunca han aspirado a eso. Si además agregamos el hecho de que esta investigación se mueve principalmente en el campo de la historia de la construcción, ya se puede intuir la relevancia que asumen las obras y los actores protagonistas de este trabajo. Los cambios en las tecnologías y los procesos de transferencia y circulación del conocimiento, a la base de tales transformaciones, aparecen hoy temas que una historiografía disciplinar actualizada —sea de la arquitectura o de la construcción— no puede faltar de investigar.

Por otro lado, se podría decir que la falta de atención hacia estas arquitecturas tuvo otra razón. La geografía de las obras (véase el listado final para un cuadro sintético) es clara: relativamente poco fue realizado en Bogotá. La mayoría de las obras se localizan en capitales departamentales y hasta en ciudades secundarias. Dada la hegemonía que Bogotá ha asumido en la historiografía nacional de la arquitectura, raramente cuestionada durante décadas (Botti, 2021), no sorprende que obras, hechos, actores limitadamente conectados con este «centro» hayan sido hasta hoy olvidados. En este sentido, parece oportuno subrayar una vez más cómo las experiencias aquí objeto de estudio puedan demostrar la capacidad de las supuestas «periferias» nacionales y de sus actores de producir innovaciones en sus campos de acción. Y el caso de Candela y Perea no hace más que demostrarlo (Botti, 2019a).

Por último, volviendo a la palabra «legado» presente en el título de este libro, parece importante destacar que él mantiene también una dimensión física hoy en riesgo. Es decir, una vez entendido el valor

histórico de una serie de obras, se abre el gigantesco problema de su ¿posible? ¿necesaria? conservación. Claramente, tal discurso excede el alcance de este libro. De todas formas, no se puede dejar de nombrar cómo el tema del legado patrimonial puede en los próximos tiempos empezar a discutirse en los ámbitos pertinentes en relación con estas obras; la mayoría de las cuales, no hay que olvidarlo, sufren hoy una condición de fuerte deterioro, cuando no es que ya se han perdido. Una ilusión, entonces, sería considerar estas arquitecturas como posibles elementos capaces de producir nuevo valor y contribuir a la regeneración de áreas hoy en crisis. La plaza de mercado de Santa Elena en Cali, la obra con participación de Candela de mayor escala fuera de México, podría ser el objeto con el cual empezar para enseñar la vía.

*Lista de proyectos en los que se emplearon cubiertas laminares de
hormigón armado en Colombia (1947-1968)*

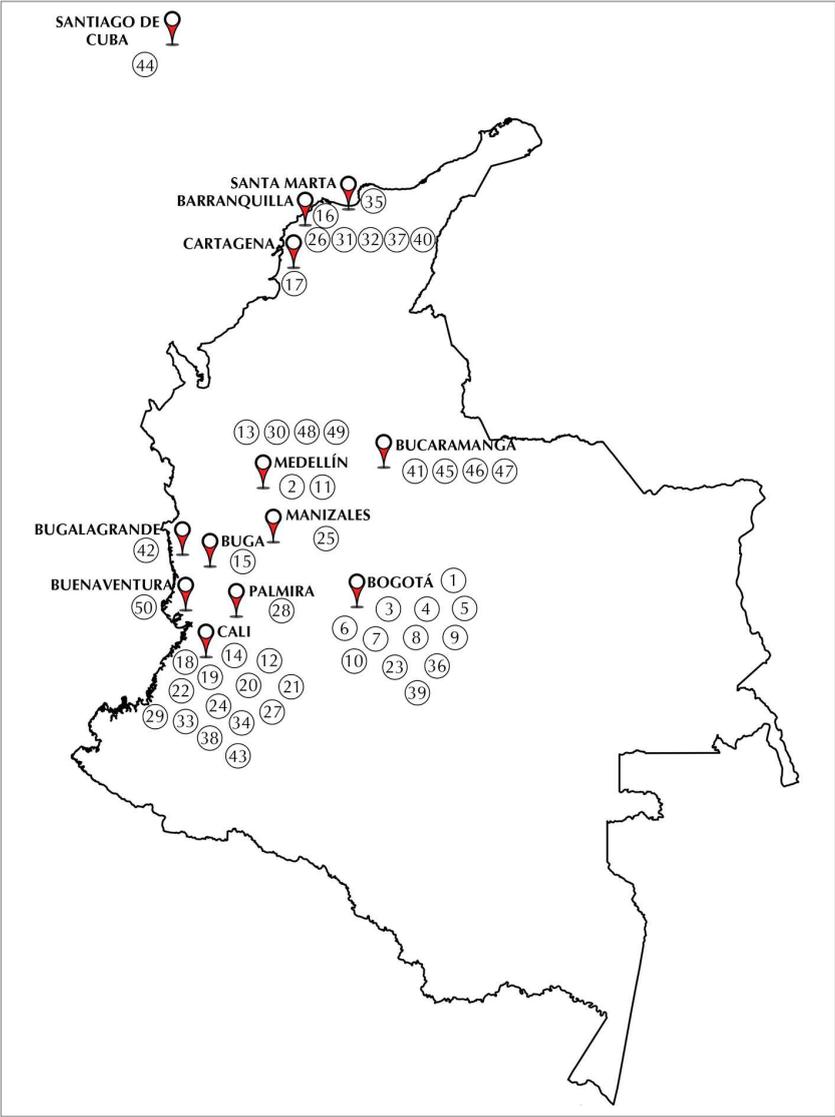


Figura 69. Mapa de proyectos en los que se emplearon cubiertas laminares de hormigón armado en Colombia (1947-1968)

Fuente: los autores.

1. 1950 – Casa Shaio, Bogotá.
Arquitectos: Bruno Violi y Pablo Lanzetta.
Ingeniero: Guillermo González Zuleta.
Tipología de cubierta: láminas cilíndricas cortas.
2. 1950 – Iglesia de Fátima, Medellín.
Arquitecto: Antonio Mesa Jaramillo.
Ingeniero: Guillermo González Zuleta.
Tipología de cubierta: bóveda parabólica aligerada
con casetones metálicos.
3. 1951-53 – Barrio Quiroga, Bogotá.
Arquitecto: Álvaro Ortega.
Ingeniero: Guillermo González Zuleta.
Tipología de cubierta: láminas cilíndricas cortas.
4. 1951-53 – Chicles Clark, Bogotá.
Arquitectos: Álvaro Ortega y Francisco Pizano.
Ingeniero: Eduardo Lleras.
Tipología de cubierta: láminas cilíndricas cortas.
5. 1952 – Hipódromo de Techo, Bogotá.
Arquitecto: Álvaro Hermida.
Ingeniero: Guillermo González Zuleta.
Tipología de cubierta: láminas cilíndricas largas.
6. 1953 – Sede del CINVA, Bogotá.
Arquitectos: Ritter & Mejía.
Ingeniero: Carlos Valencia.
Construcción a cargo de A. Manrique Martín e hijos Ltda.
Tipología de cubierta: bóveda elíptica.
7. 1955 – Fábrica de lanas, Bogotá.
Arquitecto: Álvaro Ortega.
Tipología de cubierta: bóvedas cilíndricas cortas.
8. 1955 – Restaurante en Choachí (no construido).
Arquitectos: Edgar Burbano y Ernesto Martínez.
Tipología de cubierta: cáscara esférica invertida.
9. 1955 – Colegio La Enseñanza, Bogotá.
Arquitecto: Eduardo Mejía. Ingeniero: Joaquín Spinel.
Tipología de cubierta: bóvedas cónicas.

10. 1955 - Iglesia en el barrio Quiroga, Bogotá (no construida).
Arquitecto: Felipe Rolnik.
Tipología de cubierta: paraboloides hiperbólicos de bordes rectos.
11. 1957 - Aeropuerto Olaya Herrera, Medellín.
Arquitectos: Elías Zapata, Apolinar Restrepo, Alfonso Vieira y Jaime Zapata. Ingeniero: Ignacio Arango.
Tipología de cubierta: láminas esféricas de doble curvatura.
12. 1958-60 - Sena, Cali.
Diseño arquitectónico a cargo de Borrero & Caldas.
Ingeniero: Enrique Sacasas.
Tipología de cubierta: bóvedas por arista.
13. 1958 - Templo de San Cayetano, Medellín.
Arquitectos: Vásquez & Cárdenas.
Ingeniero: Guillermo González Zuleta.
Tipología de cubierta: segmentos de paraboloides hiperbólicos de bordes rectos.
14. 1958 - Bodegas Almagrán, Cali.
Arquitecto: Alfonso Caycedo Herrera.
Ingeniero: Guillermo González Zuleta.
Construcción a cargo de Gaviria & Asociados.
Tipología de cubierta: paraguas hiperbólicos.
15. 1958-61 - Plaza de mercado Satélite, Buga.
Arquitecto: Diego Salcedo.
Diseño estructural a cargo de Borrero & Caldas.
Tipología de cubierta: bóveda por arista de perfil parabólico en hormigón armado.
16. 1958-59 - Catedral de Barranquilla.
Arquitecto: Angiolo Mazzoni.
Ingeniero: Guillermo González Zuleta.
Tipología de cubierta: segmentos de paraboloides hiperbólicos de bordes rectos.
17. 1958 - Club Naval, Cartagena.
Ingeniero: Antonio Lequerica (Civilco) y Rafael Cepeda Torres (asesoría de Guillermo González Zuleta).
Tipología de cubierta: paraboloides hiperbólicos en hormigón armado de bordes rectos.

18. 1958 – Bodegas para el INA, Cali (no construida).
Arquitecto: Jaime Perea.
Diseño estructural: Félix Candela.
Tipología de cubierta: bóvedas cilíndricas en diente de sierra.
19. 1958 – Almacén para la Caja Agraria, Cali (no construido).
Arquitecto: Jaime Perea.
Diseño estructural: Félix Candela.
Tipologías de cubiertas: paraguas hiperbólicos.
20. 1958-60 – Mercado El Porvenir, Cali (no construido).
Arquitecto: Jaime Perea.
Diseño estructural: Félix Candela.
Tipologías de cubiertas: paraboloides hiperbólicos de borde recto, bóvedas por arista, paraguas hiperbólicos.
21. 1959 – Estación de servicio, Cali.
Arquitecto: José Manuel Patiño.
Ingenieros: Jacobo Brecher y Gilberto Rodríguez.
Tipología de cubierta: paraboloides hiperbólicos de bordes rectos.
22. 1959 – Iglesia de Fátima, Cali.
Arquitectos: Manuel de Vengoechea y José de Recasens.
Tipología de cubierta: bóveda de perfil parabólico.
23. 1959 – Capilla de Nuestra Señora del Pilar, Bogotá.
Arquitecto: Humberto Chica Pinzón.
Ingeniero: Joaquín Spinel.
Construcción a cargo de Sigma Ltda.
Tipología de cubierta: paraboloides hiperbólicos de bordes rectos.
24. 1959 – Capilla en Cali (no construida)
Arquitectos: Manuel Escobar y Jaime Perea.
Diseño estructural: Félix Candela.
Tipología de cubierta: paraboloides hiperbólicos invertidos.
25. 1959 – Capilla de La Visitación, Manizales.
Arquitecto: Gonzalo Botero Jaramillo.
Ingeniero: Carlos Mejía Valenzuela.
Tipología de cubierta: bóveda ojival formada por dos láminas delgadas de hormigón.
26. 1959-62 – Banco Cafetero, Barranquilla.
Arquitectos: Noguera, Santander & Cía.
Ingeniero: Guillermo González Zuleta.

- Construcción: Cornelissen Salzedo & Cía.
Tipología de cubierta: paraboloides hiperbólicos de bordes curvos.
27. 1959-60 – Fábrica de textiles El Cedro, Cali.
Arquitectos: Manuel Escobar y Jaime Perea.
Diseño estructural: Félix Candela.
Tipología de cubierta: paraguas hiperbólicos.
 28. 1959-60 – Club Campestre, Palmira.
Arquitecto: Enrique Guzmán.
Diseño estructural: Guillermo León Cifuentes.
Tipología de cubierta: paraguas hiperbólicos.
 29. 1960 – Mercado Cristóbal Colón, Cali.
Arquitecto: Jaime Perea.
Diseño estructural: Félix Candela.
Tipología de cubierta: paraboloides hiperbólicos de borde recto.
 30. 1960 – Cafetería de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional, Medellín.
Arquitectos: Raúl Álvarez, Guillermo García, Darío González, Orlando Hurtado y Aníbal Ochoa.
Ingeniero: Gabriel García.
Tipologías de cubiertas: paraboloides hiperbólicos de borde recto.
 31. 1960 – Capilla de Las Flores, Barranquilla.
Diseño y construcción a cargo de Gonzalo Gómez Orduz.
Tipología de cubierta: paraboloides hiperbólicos de borde recto.
 32. 1960 (circa) – Fábrica Linters de Fagrove, Barranquilla.
Diseñada por Ayres Ltda.
Tipología de cubierta: paraboloides hiperbólicos de borde recto.
 33. 1961 – Supermercado Belmonte, Cali.
Arquitecto: Jaime Perea.
Diseño estructural: Félix Candela.
Tipología de cubierta: paraboloides hiperbólicos invertidos.
 34. 1961 – Papelería Danaranjo, Cali.
Arquitecto: Manuel Escobar.
Tipología de cubierta: paraguas hiperbólicos.
 35. 1961 – Abocol, Santa Marta.
Diseño a cargo de la firma Ibañez & Manner.
Ingeniero: Enrique Kerpel.
Tipología de cubierta: paraguas hiperbólicos.

36. 1961 – Pabellón de Cartón Colombia para la Exposición Internacional de Bogotá.
Arquitecto: Jaime Perea.
Tipología de cubierta: láminas de hormigón tronco-cónicas.
37. 1961 – Sinagoga Bet-El, Barranquilla.
Diseño y construcción Ayres Ltda., Arcos Ltda. y Pancer Hermanos.
Tipología de cubierta: paraboloides hiperbólicos de borde recto.
38. 1961-63 – Club K-O, Cali.
Arquitecto: Jaime Perea
Construcción a cargo de Francisco Villaquirán y Gino Faccio.
Tipología de cubierta: segmentos de paraboloides hiperbólicos de bordes rectos.
39. 1962 – Instituto de Asuntos Nucleares, Bogotá.
Arquitecto: Leonardo Ayala.
Ingeniero: Humberto Carriazo.
Tipología de cubierta: segmentos de paraboloides hiperbólicos de bordes rectos.
40. 1962 – Iglesia de la Caridad del Cobre, Barranquilla.
Diseño de Roberto Dugand.
Tipología de cubierta: paraboloides hiperbólicos de borde recto.
41. 1962 – Auditorio Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
Arquitecto: Mario Pilonieta.
Tipología de cubierta: bóveda de perfil parabólico.
42. 1963 (circa) – Estación de Bomberos, Bugalagrande.
Arquitecto: sin identificar.
Tipología de cubierta: paraguas hiperbólicos.
43. 1963 – Plaza de mercado de Siloé, Cali.
Arquitectas: Elly Burkhardt y Libia Yusti.
Tipología de cubierta: paraguas hiperbólicos.
44. 1963-65- Escuela de Medicina de Santiago de Cuba.
Arquitecto: Rodrigo Tascón. Ingeniero: Jorge Vinuesa.
Tipología de cubierta: paraguas hiperbólicos.
45. 1964-67 – Club Campestre de Bucaramanga.
Arquitecto: Elías Zapata.
Tipología de cubierta: cáscara de hormigón de doble curvatura.

46. 1965 (*circa*) - Cosautos, Bucaramanga.
Arquitecto: Mario Pilonieta.
Tipología de cubierta: paraboloides hiperbólicos de borde recto.
47. 1966 (*circa*) - Iglesia de San José, Bucaramanga.
Arquitecto: Hugo Martínez.
Tipología de cubierta: paraboloides hiperbólicos de borde recto.
48. 1967-72 - Iglesia La Consolata, Medellín.
Arquitecto: Apolinar Restrepo.
Tipología de cubierta: cáscara de hormigón de forma libre.
49. 1968 - Fábrica de Licores de Antioquia, Medellín.
Diseño y construcción a cargo de Ingeniería y Construcciones Ltda.
y Espiral Ltda.
Tipología de cubierta: paraguas hiperbólicos.
50. 1968 - Acceso a Puertos de Colombia, Buenaventura.
Arquitectos: Camacho & Guerrero.
Ingeniero: Guillermo González Zuleta.
Tipología de cubierta: paraguas hiperbólicos.

REFERENCIAS

- Alacevich M. (2008). *Political Economy of the World Bank. The Early Years*. Stanford: Stanford University Press, The World Bank.
- Alayón González, J. J. (2018). Arquitecturas funambulescas. Construcción, promoción y difusión de estructuras modernas en los inicios de Corferias. En: J. Galindo, H. Vargas y C. Villate (eds.): *Primer Coloquio Colombiano de Historia de la Construcción*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia y Universidad de los Andes, s. p.
- Alvariño, M. y Reig, M. (1961). *Sombrillas prefabricadas en asbesto-cemento (Consideraciones para la elección y estudio de un tipo estructural)*. Trabajo de investigación CINVA. Bogotá, abril de 1961. Archivo Central e Histórico de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá: Fondo CINVA, Caja 49.
- Arango, S. (1989). *Historia de la arquitectura en Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional.
- Arquitectura na Colombia (1958). *Acrópole*, 234, pp. 224-225.
- Billington, D. (1990). *Thin Shell Concrete Structures* (2ª ed.). Nueva York: McGraw-Hill.
- Boothby, T. E., Parfitt, M. K. y Ketchum, M. (2012). Milo S. Ketchum and Thin-Shell Concrete Structures in Colorado. *APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology*, 43(1), pp. 39-46.

- Botti, G. (2017). Geographies for Another History: Mapping the International Education of Architects from Colombia (1930-1970). *Architectural Histories*, 5(1), DOI: 10.5334/ah.230
- Botti, G. (2019a). Aprendizaje a distancia: introduciendo los cascarones de concreto de Félix Candela en Cali. *Dearq*, 25; pp. 62-73. DOI: 10.18389/dearq25.2019.06
- Botti, G. (2019b). Influences, identity and historiography in Colombia: the reception of Brazilian modernism (1940s-1960s). *The Journal of Architecture* 24(6), pp. 731-755. DOI: 10.1080/13602365.2019.1684971
- Botti, G. (2021). *Architettura e città in Colombia, 1920-1970. Tra modernità e ricerca identitaria*. Milano: Franco Angeli.
- Botti, G. y Liernur, J. F. (2021). De la excelencia al olvido. Sobre la emergencia y la desaparición de dos décadas de arquitectura en Colombia. *Dearq* (29), pp. 20-27.
- Bourdieu, Pierre (1992). *Les règles de l'art: genèse et structure du champ littéraire*. Paris: Seuil.
- Bulnes Álvarez, M. L. (2007). Arquitectos exiliados en Colombia. En: H. V. Garrido y F. Álvarez Prozorovich (eds.): *Arquitecturas desplazadas. Arquitecturas del exilio español*. Madrid: Ministerio de la Vivienda, pp. 88-111.
- Candela, F. (1950). Cubierta prismática de hormigón armado en la ciudad de México. *Revista Nacional de Arquitectura*, 99, pp. 126-132.
- Candela, F. (1954). Discussion - Warped Surfaces: Hyperbolic Paraboloids. En: *Proceedings of a Conference on Thin Concrete Shells at MIT*. Cambridge: MIT, pp. 91-98.
- Candela, F. (1955). Structural Applications of Hyperbolic Paraboloid Shells. *Journal of the American Concrete Institute*, 26(5), pp. 397-415.
- Candela, F. (1960). General Formulas for membrane Stresses in Hyperbolic Paraboloid Shells. *Journal of the American Concrete Institute*, 32(4), pp. 433-441.
- Candela, F. (1963). The hyperbolic paraboloid. En: C. Faber: *Candela. The Shell Builder*. Nueva York: Reinhold Publishing, pp. 225-234.
- Cassinello, P., Schlaich, M. y Torroja, J. A. (2010). Félix Candela. In *memoriam (1910-1997)*. From thin concrete shells to the 21st century's lightweight structures. *Informes de la construcción*, 62(519), pp. 5-26.
- Colección Centro Interamericano de Vivienda. (1956). *Desarrollo de un tipo urbano de vivienda económica*. Trabajo de investigación CINVA. Bogotá, 1956. Archivo Central e Histórico de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá: Fondo CINVA, Caja 64.

- Currie, L. (1957). Inter-American Housing Center. Bogotá, Colombia. *Architectural Record*, 122(3), pp. 193-200.
- Dameri, A. y Mellano, P. (eds.) (2020). *Vicente Nasi. Un architetto italiano in Colombia, fra eclettismo e modernità*. Torino, Politecnico di Torino.
- Del Cueto, J. I. (2013). *Guía Candela*. México: Arquine.
- El País. (1957, 14 de noviembre). *Cerca de un millón costará el mercado de El Porvenir*, p. 3.
- Escovar, A. y Cárdenas, M. D. (2006). Hitos y protagonistas. En: B. Arciniegas et al. (eds.): *La construcción del concreto en Colombia. Apropiación, expresión, proyección*. Bogotá: Asocreto, pp. 44-132.
- Escobar, A. (2015). *Encountering Development. The Making and Unmaking of the Third World*. Princeton: Princeton Architectural Press.
- Escobar, E. (2016). *Iglesia del Sagrado Corazón de Jesús. Convento de La Visitación*. Trabajo de la asignatura Historia de la Construcción. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Inédito.
- Esteban-Maluenda, A. (2021). La mirada distante. *Estudios del hábitat*, 19(1), e092. DOI: 10.24215/24226483e092
- Evans, Robin. *The projective cast. Architecture and its three geometries*. Massachusetts: MIT Press, 2000, p. 312.
- Faber, C. (1963). *Candela, The Shell Builder*. Nueva York: Reinhold Edition.
- Galindo, J. (2018). Láminas cilíndricas en la arquitectura colombiana del siglo XX. *Revista de Arquitectura*, 20(2), pp. 36-50.
- Galindo, J. (2020). *Estructuras laminares en la arquitectura colombiana (1945-1970)*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Galindo, J., Escobar, D. y Salazar, C. (2018). El legado de Félix Candela en Colombia a través de seis proyectos inéditos. *Arquiteturarevista*, 14(1), pp. 17-28.
- Galindo, J., Salazar, C. y Henao, L. (2018). Cubiertas laminares en cerámica armada: los aportes del ingeniero Guillermo González Zuleta (Colombia, 1947-1962). *Informes de la Construcción*, 70(551). DOI: 10.3989/ic.60713
- Galindo, J., Vargas, H. y Villate, C. (eds.) (2018). *Primer Coloquio Colombiano de Historia de la Construcción*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia y Universidad de los Andes.
- García, R. (2013). Dos décadas de estructuras plegadas de hormigón. Inicio y ocaso de un movimiento. *Informes de la construcción*, 529(65), pp. 27-39.
- Garlock, M. y Billington, D. (2008). *Félix Candela, Engineer, Builder, Structural Artist*. Nueva Jersey: Yale University Press.

- Goossens, M. (2013). Embracing Progress: Young Architects and the Transfer of Knowledge from the United States to Colombia (1930-1950). Ponencia presentada en la conferencia *Architectural Elective Affinities: Correspondences, Transfers, Inter/Multidisciplinarity* (São Paulo, 20-23 de marzo de 2013).
- Gorelik, A. (2017). Pan-American routes: a continental planning journey between reformism and the cultural Cold War. *Planning Perspectives*, 32(1), pp. 47-66.
- Hitchcock, H. R. (1955). *Latin American Architecture since 1945*. Nueva York: The Museum of Modern Art.
- Hyperbolic paraboloids gain a foothold in Britain (1961). *Concrete Quarterly*, 49, pp. 11-13.
- Huerta, S. (2009). Historia de la construcción: la fundación de una disciplina. En: S. Huerta, R. Marín, R. Soler y A. Zaragoza (eds.): *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, pp. XIII-XIX.
- Iglesia para el barrio Quiroga (1955). *Proa*, 87, pp. 13-15.
- Ketchum, M. (1955). Design and Construction of a Folded Plate Roof Structure. *Journal Proceedings*, 1(51), pp. 449-456.
- Liernur, J. F. (2015). Architectures for Progress: Latin America, 1955-1980. En: B. Bergdoll et al. (eds.): *Latin America in Construction. Architecture 1955-1980*. Nueva York: The Museum of Modern Art, pp. 68-89.
- Martínez, C. (1951). El binomio arquitecto-ingeniero. *Proa*, 50, p. 8.
- Martínez, C. (1956). Félix Candela en Bogotá. *El arquitecto*, 19, pp. 2-13.
- Medina, G. (2003). Félix Candela en Colombia: el mercado de Santa Helena, Cali. *Bitácora Arquitectura*, 9, pp. 20-24.
- Mendoza, M. (2015). Felix Candela's First European Project: The John Lewis Warehouse, Stevenage New Town. *Architectural Research Quarterly*, 19(2), pp. 149-160. DOI: 10.1017/S1359135515000251
- Menéndez, E. y Enteiche, A. (1965). *La guadua y los bambúes como materiales de construcción*. Trabajo de investigación CINVA. Bogotá, 1956. Archivo Central e Histórico de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá: Fondo CINVA, Caja 21.
- Mercado en Girardot. Arquitectos: Arinco Ltda. (1959). *Revista A*, 16, p. 9.
- Modernísimo edificio en la sucursal del Banco Cafetero de Barranquilla. *Mejoras*, 257: portada.
- Moreira, M. y Billington, D. (2008). *Felix Candela. Engineer, Builder, Structural Artist*. Londres: Yale University Press.

- Niño Murcia, C. (1991). *Arquitectura y Estado: contexto y significado de las construcciones del Ministerio de Obras Públicas, Colombia, 1905-1960*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Palacios, M. (1995). *Entre la legitimidad y la violencia. Colombia 1875-1994*. Bogotá: Norma.
- Peña Rodríguez, M. L. (2010). *El programa CINVA y la acción comunal: construyendo ciudad a través de la participación comunitaria*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Poveda, Á., Galindo, J. y Paredes, J. (2018). Bóvedas membrana en cerámica armada: el caso del estadio pascual Guerrero, en Cali. En: J. Galindo, H. Vargas y C. Villate (eds.): *Primer Coloquio Colombiano de Historia de la Construcción*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia y Universidad de los Andes, s. p.
- Rother, H. (1984). *Arquitecto Leopoldo Rother. Vida y obra*. Bogotá: Escala.
- Rueda, L. (2005). *En cuerpo y alma: casas bumanguesas 1778-1966*. Bucaramanga: Editorial UNAB.
- Samper, E. (2000). *Arquitectura moderna en Colombia: época de oro*. Bogotá: Diego Samper.
- Savorra, M. y Fabbrocino, G. (2013). Félix Candela between philosophy and engineering: the meaning of shape. En: P. Cruz (ed.): *Structures and Architecture: Concepts, Applications and Challenges*. Londres: Francis and Taylor, pp. 253-260.
- Scalvini, M. L. y Sandri, M. G. (1984). *L'immagine storiografica dell'architettura contemporanea da Platz a Giedion*. Roma: Officina Edizioni.
- Serrano, G. (1948). *Arquitectura Moderna en el Brasil*. *Proa*, 11, pp. 7-21.
- Sierra A., J. F. y Vallejo M., M. (1961). *Análisis del informe sobre paraboloides hiperbólicos en fibro-cemento, preparado en el CINVA, y estudio de soluciones constructivas para su erección (escala natural)*. Trabajo de investigación del curso Técnicas avanzadas de construcción, CINVA. Bogotá, 27-9-1961. Archivo Central e Histórico de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Fondo CINVA, Caja 49.
- Sociedad Colombiana de Arquitectos. Junta Directiva, Acta No. 191, 16 de mayo de 1956.
- Sprague, T. S. (2013). "Beauty, Versatility, Practicality": the Rise of Hyperbolic Paraboloids in post-war America (1950-1962). *Construction History*, 28(1), pp. 165-184.
- Téllez, G. (1979). La arquitectura y el urbanismo en la época actual 1935-1979. En: A. Jaramillo Uribe (ed.): *Manual de historia de Colombia*, vol. III. Bogotá, Instituto Colombiano de Cultura, pp. 341-412.

- Tirado Mejía, Á. (1998). *Colombia en la OEA*. Bogotá: Banco de la República-El Áncora.
- Vargas Caicedo, H. (2006). De la tapia pisada a la piedra líquida. El reto tecnológico de la construcción en concreto en Colombia. En: B. Arcos Arciniegas y D. Burbano González (eds.): *La construcción del concreto en Colombia. Apropiación, expresión, proyección*. Bogotá: Asocreto, pp. 1-43.
- Varini, C. (1998). *Bruno Violi: arquitecturas y lirismo matérico*. Bogotá: Instituto Italiano di Cultura.
- Varini, C. (2000). *Domenico Parma: retrato científico*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- Vicente, H. (2007). *Arquitecturas desplazadas. Arquitecturas del exilio español*. Madrid: Ministerio de Vivienda.

Fuentes primarias

Archivos

- Archivo Central de la Universidad del Valle, Cali. Fondo Historia Laboral.
Archivo de Bogotá, Bogotá. Fondo Guillermo González Zuleta.
Biblioteca Pública Piloto, Medellín, Archivo fotográfico. Fondo Gabriel Carvajal Pérez.
Archivo Central e Histórico de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Fondo CINVA.
Avery Architectural and Fine Arts Library de la Columbia University, New York, Félix Candela Architectural Records and Papers, 1950-1984, Box and drawings.
Sociedad Colombiana de Arquitectos, Bogotá, Actas de la Junta Directiva

Hemerografía – Revistas colombianas

- El Arquitecto* (Bogotá)
Ingeniería y Arquitectura (Bogotá)
Mejoras (Barranquilla)
Proa (Bogotá)
Revista A (Bogotá)

Hemerografía - Prensa diaria colombiana

- El País* (Cali)
El Tiempo (Bogotá)
Relator (Cali)

Fuentes orales

- Burkhardt, E. (2018). Entrevista personal con Jorge Galindo.
Tascón, R. (2015). Entrevista personal con Jorge Galindo.
Vargas Rubiano, H. (2006). Testimonio personal sobre la visita de Félix Candela a Bogotá en conversación con Hernando Vargas Caicedo.

AUTORES

Giaime Botti

Profesor asistente en la University of Nottingham Ningbo China. Doctor en Arquitectura del Politecnico di Torino, magíster en Arquitectura del Politecnico di Milano y en Historia y Teoría de la Arquitectura de la London Metropolitan University. Ha sido profesor asistente en la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá. Sus investigaciones se centran en la historia de la arquitectura del siglo xx en Colombia y América Latina y en la China contemporánea. Es autor de varios artículos en revistas colombianas e internacionales y ha publicado recientemente el libro *Tra modernità e ricerca identitaria. Architettura e città in Colombia, 1920-1970* (Milano: Franco Angeli, 2021).

Jorge Galindo-Díaz

Arquitecto (Universidad del Valle, 1991) y doctor en Arquitectura (UPC, 1996). Profesor titular adscrito a la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Es investigador en el campo de la Historia de la Construcción. Ha participado en congresos y dictado conferencias en varios países. Es autor de veintisiete artículos publicados en revistas nacionales e internacionales. Dentro de sus publicaciones más recientes se cuentan dos libros, resultado de trabajos de investigación: *Puentes de arco de ladrillo en la región del alto Cauca* y *Estructuras laminares en la arquitectura colombiana del siglo xx*.

ÍNDICE ONOMÁSTICO

A

Acosta, Roberto 39
Álvarez, Raúl 95, 110
Alvariño, Miguel 35
Arango, Ignacio 89, 108
Arcos Ltda. 39, 44, 98, 111
Arinco Ltda. 97
Aristizábal, Luis Jorge 95
Arizabaleta, María Teresa 85
Ayala, Leonardo 94, 111
Ayres Ltda. 39, 44, 98, 110, 111

B

Borrero & Caldas 78, 90, 108
Borrero, Harold 90
Botero, Gonzalo 41, 109
Brecher, Jacobo 94, 109
Burkhardt, Elly 85, 111

C

Caldas, Lyda 90
Caldas, Vicente 90
Camacho & Guerrero 88, 112
Candela, Félix 13-15, 17-19, 30-31,
35, 37-38, 40-41, 51-52,
55-57, 61-62, 64-66, 68-70,
72, 74-75, 77, 80, 83-84, 86,
91, 101, 109-110
Carriazo, Humberto 94, 111
Castro Borrero & Caycedo Herrera
63
Catalano, Eduardo 44, 103
Caycedo, Alfonso 53, 63, 108
Cepeda, Rafael 41, 108
Chica, Humberto 46, 109
Cifuentes, Guillermo León 77, 110
Civilco 41, 108
Collazos, Ligia 85
Colombiana de Construcciones 53

Concreto 95

Cornelissen Salzedo & Cía. 39, 110

Cuéllar, Serrano, Gómez & Cía. 22,
28

Currie, Leonard 31, 36

D

De Roux, Guillermo 36

Delpiano, José 32

Dugand, Roberto 98, 111

E

Empresas Técnicas Ltda. 54

Enteiche, Augusto 35, 36

Escobar, Manuel 56, 59, 61, 63, 86,
109, 110

Espinosa, Luis 85

Espiral Ltda. 88, 112

Esteban de la Mora, Santiago 26

Estrada, Pedro 77

F

Faccio, Gino 81-82, 111

Fajardo, Diego 88

Fajardo, Raúl 88

G

Gaitán, Jorge 23, 26, 53

García, Alejandro 29

García, Gabriel 95, 110

García, Guillermo 95, 110

Gaviria & Asociados 53, 108

Giraldo, Nancy 85

Gómez, Gonzalo 39, 110

González Zuleta, Guillermo 23-24,
32, 40-42, 53, 63-64, 81-82
87, 93, 107-109, 112

González, Augusto 88

González, Darío 95, 110

González, Elberto 37-39

Gropius, Walter 28, 44

Guzmán, Enrique 77, 110

H

Hermida, Álvaro 26, 107

Hernández, Carlos 35, 42

Holguín, Alfonso 56

Hurtado, Orlando 95, 110

I

Ibañez & Manner 83, 110

Ingeniería y Construcciones Ltda.
88, 112

Isler, Heinz 13, 89

K

Kerpel, Enrique 83, 110

Ketchum, Milo S. 80, 81, 103

L

Lago & Sáenz 80

Lanzetta, Pablo 28, 107

Larrosa, Manuel 71

Le Corbusier 103

Lequerica, Antonio 41, 108

Levi, Rino 102

Llano & Donney's 71

Lleras, Eduardo 107

Lozano, Edgar 42

Lozano, Raquel 85

M

Manrique Martín e hijos Ltda. 107

Mantilla, Víctor 35

Martínez, Carlos 22

Martínez, Ernesto 46, 107

Martínez, Hugo 97, 112

Mazzoni, Angiolo 108

McCausland, Roberto 39

Mejía, Carlos 109
 Mejía, Eduardo 36, 107
 Menéndez, Eduardo 35
 Mercuri, Diana 85
 Mesa, Antonio 26, 107
 Mora, Luis Eduardo 26
 Moya, Juvenal 22, 29
 Muvdi, Julio 37-38, 49

N

Nasi, Vicente 26
 Niemeyer, Oscar 14, 29
 Noguera, Santander & Cía. 39, 109
 Nowicki, Matthew 103

O

Ochoa, Aníbal 95, 110
 Ortega, Álvaro 23, 24, 28, 29, 32, 107
 Otto, Frei 100

P

Pancer Hermanos 39, 111
 Paredes, Luis 84
 Parma, Domenico 26, 28, 74, 82,
 Parra, José Antonio 24
 Patiño, José Manuel 94, 109
 Pei, Ieoh Ming 103
 Perea, Jaime 15, 19, 40-43, 49,
 53-54, 56, 58-64, 68-70 73,
 76-80 82, 84, 86, 90-91, 104
 109-111
 Pilonieta, Mario 97, 111-112
 Pizano, Francisco 29, 107
 Planes Ltda. 81
 Proenza, Carlos 84

R

Ramírez, Raúl
 Recasens, José de 109
 Reig, Martín 35
 Restrepo, Apolinar 89, 95, 108, 112

Reyes, Hernando 85
 Ribas, Ricardo 26
 Richardson & Yusti 82
 Richardson, Enrique 82
 Ritter & Mejía 36, 107
 Ritter, Herbert 36
 Rodríguez, Alfredo 26
 Rodríguez, Gilberto 94, 109
 Rojas, Gustavo 68
 Rolnik, Felipe 44, 108
 Rosell, Guillermo 71
 Rother, Leopoldo 24, 26

S

Saarinen, Eero 14, 89,
 Sacasas, Enrique 90, 108
 Salcedo, Diego 91, 108
 Sanudo, Celestino 36
 Serrano, Gabriel 29, 41
 Shaio, Víctor 26
 Sierra, Juan Francisco 35
 Sierra, Nolasco 90
 Sierra, Rafael 85
 Sigma Ltda. 46, 109
 Solano, Gabriel 23, 24, 28, 30
 Spinel & Cía. 46
 Spinel, Joaquín 107, 109
 Starke, Otto 33
 Suárez, Rafael 32

T

Tascón, Rodrigo 85, 111
 Tedesko, Anton 103
 Tejero, Germán 26
 Torroja, Eduardo 13, 26, 95

V

Vacuum Concrete de Colombia 28
 Valencia, Carlos 107
 Vallejo, Mario 35
 Vallejo, Salvador 71

Vargas, Hernando 32, 119
Vásquez & Cárdenas 81, 108
Vengoechea, Manuel de 109
Vieira, Alfonso 89, 108
Villaquirán, Francisco 81, 111
Villaquirán, Hugo 71
Vinuesa, Jorge 85, 111
Violi, Bruno 26, 30, 107

W

Williams, Amancio 14

X

Xenakis, Iannis 103

Y

Yamasaki, Minoru 89
Yusti, Libia 82, 85, 111

Z

Zamorano, Alfredo 42, 82
Zapata, Elías 89, 95, 97, 108, 111
Zapata, Jaime 89, 108

Construcción, estructuras y transmisión de conocimientos en la arquitectura del siglo xx

Láminas de hormigón armado del arquitecto
Félix Candela en Colombia

Publicado por la
Editorial Universidad Nacional de Colombia.
El libro fue digitalizado en formato Epub
por Máquina Editorial en julio de 2022.
Bogotá, D. C., Colombia.

Esta obra recoge y amplía una serie de estudios que de manera individual y fragmentada han desarrollado sus autores en los últimos años, y aquí adoptan un cuerpo homogéneo cuyo discurso apunta en múltiples direcciones.

El enfoque monográfico sugerido por el título no busca llamar a engaños: se trata de profundizar en la investigación sobre el trabajo del arquitecto Félix Candela en Colombia —que se desarrolló en un arco temporal bien limitado— y que sirve como pretexto para hacer una revisión de dos décadas extremadamente fructíferas en la producción arquitectónica colombiana, comprendidas entre 1948 y 1968. De este modo, el estudio mantiene un enfoque específico en la historia de la construcción, entendida como área de investigación paralela y complementaria a la historia de la arquitectura, y se ocupa de cómo y cuándo se construyeron las obras, con especial énfasis en sus aspectos operativos. Este enfoque privilegia, por tanto, las dimensiones técnica y material de la producción arquitectónica, sin que esto implique olvidar las esferas de lo estético, lo formal y lo conceptual.



edito
UNAL