

TERCERA ÉPOCA, NÚM. 42, ENERO-ABRIL DE 2018

Boletín de
**MONUMENTOS
HISTÓRICOS**
42



Historia de la construcción II





CULTURA
SECRETARÍA DE CULTURA



BOLETÍN DE MONUMENTOS HISTÓRICOS
Tercera época, núm. 42 | enero-abril de 2018

SECRETARÍA DE CULTURA

ALEJANDRA FRAUSTO GUERRERO
Secretaria

INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA

DIEGO PRIETO HERNÁNDEZ
Director General

AÍDA CASTILLEJA GONZÁLEZ
Secretaria Técnica

PEDRO VELÁZQUEZ BELTRÁN
Secretario Administrativo

VALERIA VALERO PIÉ
Coordinadora Nacional de Monumentos Históricos

ADRIANA KONZEVIK CABIB
Coordinadora Nacional de Difusión

SALVADOR CAMARENA ROSALES
Director de Apoyo Técnico, CNMH

JULIETA GARCÍA GARCÍA
Subdirectora de Investigación, CNMH

ALEJANDRA GARCÍA HERNÁNDEZ
Encargada del despacho de la Dirección de Publicaciones, CND

BENIGNO CASAS
Subdirector de Publicaciones Periódicas, CND

PORTADA: Corte arquitectónico del templo de San Lorenzo Mártir. Levantamiento en escáner láser 3D, realizado en el Laboratorio de Imagen y Análisis Dimensional (LIAD) de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos (CNMH-INAH). Trabajo elaborado en 2015.

CONTRAPORTADA: Fachada de la casa del arquitecto Antonio Rivas Mercado. Fotografía de Teresa Rodríguez Méndez, 2017.

CONSEJO EDITORIAL

Julieta García García, INAH
Nuria Salazar Simarro, INAH
Concepción Amerlinck de Corsi, INAH
Leopoldo Rodríguez Morales, INAH
Luis Alberto Martos López, INAH
Guillermo Boils Morales, UNAM
Jorge Zavala Carrillo, INAH
Luis Fernando Guerrero Baca, UAM
Gustavo Becerril Montero, INAH
José Omar Moncada Maya, UNAM

CONSEJO DE ASESORES

Eduardo Báez Macías, UNAM
Clara Bargellini Cioni, UNAM
Amaya Larrucea Gárritz, UNAM
Rogelio Ruíz Gomar, UNAM
Constantino Reyes Valerio (†)
Lourdes Aburto Osnaya, UESGE
Guillermo Tovar y de Teresa (†)
Rafael Fierro Gossman, UI
Pablo Chico Ponce de León, UAY
Carlos Navarrete Cáceres, UNAM
Luis Arnal Simón, UNAM
Antonio Rubial García, UNAM
Olga Orive Bellinger, UNAM

COORDINACIÓN EDITORIAL

Ana Eugenia Reyes y Cabañas
Leopoldo Rodríguez Morales

Benigno Casas | *Producción editorial*
Arcelia Rayón | *Cuidado de la edición*
Raccorta | *Formación y cubierta*

Queda prohibida la reproducción parcial o total, directa o indirecta del contenido de la presente obra, por cualquier medio o procedimiento, sin contar previamente con la autorización de los editores, en términos de la Ley Federal del Derecho de Autor, y en su caso, de los tratados internacionales aplicables. La persona que infrinja esta disposición se hará acreedora a las sanciones legales correspondientes.

La reproducción, uso y aprovechamiento por cualquier medio, de las imágenes pertenecientes al patrimonio cultural de la nación mexicana, contenidas en esta obra, está limitada conforme a la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, y a la Ley Federal del Derecho de Autor. Su reproducción debe ser autorizada previamente por el INAH y por el titular del derecho de autor.

ISSN: 0188-4638

D.R. © INAH, Córdoba 45, Col. Roma,
C.P. 06700, México, D.F.

Primera época: 1978-1982 (núms. 1 al 8)
Nueva época: 1989-1991 (núms. 9 al 15)
Tercera época: 2004-

Boletín de Monumentos Históricos, tercera época, núm. 42, enero-abril de 2018, es una publicación editada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia, Secretaría de Cultura. Editor responsable: Benigno Casas de la Torre. Reservas de Derechos al uso exclusivo: 04-2008-012114371500-102, ISSN: 0188-4638, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido: 16123, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Domicilio de la publicación: Hamburgo 135, Mezzanine, Col. Juárez, C.P. 06600, Alcaldía Cuauhtémoc, Ciudad de México. Imprenta: Taller de impresión del INAH, Av. Tláhuac 3428, Culhuacán, C.P. 09840, Alcaldía Iztapalapa, Ciudad de México. Distribuidor: Coordinación Nacional de Difusión del INAH, Hamburgo 135, Mezzanine, Col. Juárez, C.P. 06600, Alcaldía Cuauhtémoc, Ciudad de México. Este número se terminó de imprimir el 29 de marzo de 2019 con un tiraje de 1 500 ejemplares. Revista indexada en CLASE y Latindex.

boletin-cnmh.inah.gob.mx/web/boletin.php

<https://revistas.inah.gob.mx/index.php/boletinmonumentos>

<http://difusion.inah.gob.mx/images/revistas/MonumentosHistoricos/42/Html/index.html>



Índice

3 Editorial

ARTÍCULOS

- 5 Los intentos por una arquitectura antisísmica en Santiago de Guatemala en el siglo XVIII | ALBERTO GARÍN / SILVIO ESCOLANO / LOREN LEMUS
- 20 Los cambios y permanencias en las actividades del proceso estereotómico de los artífices de la piedra en la ciudad de San Luis Potosí, a partir de la lectura de una imagen del siglo XVI | ROCIO IVETT OROS GUEL
- 44 La noria de San Roque en Tepeyahualco, Puebla: un ejemplo singular de la arquitectura hidráulica | LAURA RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ / ALEJANDRO ENRIQUE BENÍTEZ BARRANCO / MARÍA DEL CARMEN FERNÁNDEZ DE LARA AGUILAR
- 62 Sistemas de aislamiento hídrico y térmico en el virreinato de la Nueva España | TARSICIO PASTRANA SALCEDO
- 84 Las bóvedas de tezontle en la Ciudad de México: siglos XVII y XVIII. El caso del templo de San Lorenzo Mártir | LEOPOLDO RODRÍGUEZ MORALES
- 107 El ingeniero y el práctico en la improvisación técnica: el Paso del Norte entre 1880 y 1910 | ALEJANDRO GONZÁLEZ MILEA
- 124 El puente Maximiliano del ferrocarril mexicano. Diseños preliminares para el puente de Metlac | DIRK BÜHLER

- 144 Una casa de finales del siglo XIX: la casa del arquitecto
Antonio Rivas Mercado | TERESA RODRÍGUEZ MÉNDEZ
- 157 La arquitectura de madera en el Porfiriato yucateco | RUBÉN ANTONIO VEGA
GONZÁLEZ/ROBERTO REYES PÉREZ
- 179 Evolución de los sistemas estructurales y constructivos para edificaciones
de altura en la Ciudad de México | PERLA SANTA ANA LOZADA/LUCIA SANTA ANA LOZADA
- 198 Transformaciones y permanencias constructivas y microclimáticas
en iglesias y capillas virreinales en Yucatán | MANUEL ARTURO ROMÁN KAUSCH/
RAÚL ERNESTO CANTO CETINA/ARLEES YSRAEL DÍAZ SALAZAR
- 220 De la productividad al fracaso de la prefabricación industrial.
Francia después de la Segunda Guerra Mundial | ALEYDA RESÉNDIZ VÁZQUEZ
- 231 La erupción del volcán Chichonal en 1982. La pérdida del patrimonio
religioso edificado en la región zoque chiapaneca. De la destrucción
a una nueva experiencia de reconstrucción | VIRGINIA GUZMÁN MONROY



Editorial

Este número temático del *Boletín de Monumentos Históricos*, titulado “Historia de la construcción”, se encuentra integrado por artículos elaborados por investigadores de diversas instituciones educativas, quienes presentaron sus textos para el Segundo Coloquio Mexicano de Historia de la Construcción, celebrado en la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), en la ciudad de Mérida, del 26 al 28 de octubre de 2016. El coloquio fue organizado por el Seminario Historia de la Construcción, en el que participan investigadores del Instituto Nacional de Antropología e Historia, de la Universidad Nacional Autónoma de México y de la Universidad Iberoamericana, al cual asistieron investigadores de varias universidades del país, como la propia UADY, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. También participaron investigadores de otros países, como Alemania, España y Guatemala. La temática general fue la siguiente:

1. La formación de los constructores y sus vínculos disciplinares o gremiales.
2. Historia social: mano de obra, organización del trabajo y participación social de los constructores.
3. Normas técnicas y urbanas vinculadas con la construcción y los constructores.
4. Materiales y sistemas constructivos en diversos tiempos históricos.
5. Diseño y documentación gráfica: la comunicación de los aspectos técnicos de la construcción.

Los 13 artículos de este número corresponden a temas específicos del evento:

- a) Edificación en el virreinato de Nueva España
 - “Los intentos por una arquitectura antisísmica en Santiago de Guatemala en el siglo XVIII”, de Alberto Garín, Silvio Escolano y Loren Lemus.

- “Los cambios y permanencias en las actividades del proceso estereotómico de los artifices de la piedra en la ciudad de San Luis Potosí, a partir de la lectura de una imagen del siglo xvi”, de Rocio Ivett Oros Guel.
 - “Sistemas de aislamiento hídrico y térmico en el virreinato de la Nueva España”, de Tarsicio Pastrana Salcedo.
- b) “Construcción novohispana”
- “La noria de San Roque en Tepeyahualco, Puebla: un ejemplo singular de la arquitectura hidráulica”, de Laura Rodríguez Fernández, Alejandro Enrique Benítez Barranco y María del Carmen Fernández de Lara Aguilar.
 - “Las bóvedas de tezontle en la Ciudad de México: siglos xvii y xviii. El caso del templo de San Lorenzo Mártir”, de Leopoldo Rodríguez Morales.
- c) “Construcción decimonónica”
- “El ingeniero y el práctico en la improvisación técnica: el Paso del Norte entre 1880 y 1910”, de Alejandro González Milea.
 - “El puente Maximiliano del ferrocarril mexicano. Diseños preliminares para el puente de Metlac”, de Dirk Bühler.
 - “La arquitectura de madera en el Porfiriato yucateco”, de Rubén Antonio Vega González y Roberto Reyes Pérez.
- d) “Constructores del siglo xix”
- “Una casa de finales del siglo xix: la casa del arquitecto Antonio Rivas Mercado”, de Teresa Rodríguez Méndez.
- e) “Auge de la construcción moderna”
- “Transformaciones y permanencias constructivas y microclimáticas en iglesias y capillas virreinales en Yucatán”, de Manuel Arturo Román Kalisch, Raúl Ernesto Canto Cetina y Arlees Ysrael Díaz Salazar.
- f) “Técnicas y materiales en el siglo xx”
- “Evolución de los sistemas estructurales y constructivos para edificaciones de altura en la Ciudad de México”, de Perla Santa Ana Lozada y Lucia Santa Ana Lozada.
 - “De la productividad al fracaso de la prefabricación industrial. Francia después de la Segunda Guerra Mundial”, de Aleyda Reséndiz Vázquez.
 - “La erupción del volcán Chichonal en 1982. La pérdida del patrimonio religioso edificado en la región zoque chiapaneca. De la destrucción a una nueva experiencia de reconstrucción”, de Virginia Guzmán Monroy.

Debemos mencionar que de este segundo coloquio ya se publicaron tres artículos en números previos del *Boletín de Monumentos Históricos*: “Papias Anguiano. Correrías de un pintor vuelto arquitecto”, de Enrique Tovar Esquivel (núm. 37); “La construcción de los mercados públicos de estructura metálica en la Ciudad de México durante el Porfiriato”, de Roberta Vassallo (núm. 38), y “Proyecto de reparación en la capilla del Sagrario anexa a la Colegiata de Guadalupe, 1878-1879”, de Marcela Saldaña Solís (núm. 41).

Para la conformación de este número colaboraron, en el inicio del proceso editorial, Marcela Saldaña Solís, investigadora de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos del INAH, y Manuel Arturo Román Kalisch, de la Facultad de Arquitectura de la UADY.

LEOPOLDO RODRÍGUEZ MORALES

Los intentos por una arquitectura antisísmica en Santiago de Guatemala en el siglo XVIII

Fecha de recepción: 31 de julio de 2018.

Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2018.

La arquitectura colonial guatemalteca sufrió los embates constantes de los terremotos hasta que, en la primera mitad del siglo XVIII, el arquitecto Diego de Porres planteó una serie de soluciones para mitigar el efecto de sismos en los edificios. En este artículo analizamos tales soluciones y los resultados antisísmicos alcanzados.

Palabras clave: arquitectura colonial antiguena, soluciones antisísmicas.

Guatemalan colonial architecture suffered the constant attacks of earthquakes until the first half of the eighteenth century, when architect Diego de Porres proposed a series of solutions to mitigate the effects of such earthquakes on buildings. In this article we analyze these solutions and the anti-seismic results achieved.

Keywords: colonial architecture of Antigua Guatemala, anti-seismic solutions.

La sismicidad de la Antigua

La ciudad de la Antigua Guatemala —Santiago de Guatemala para la época colonial— se encuentra asentada en el valle de Panchoy, en el Altiplano guatemalteco, una región caracterizada por la continua actividad volcánica y sísmica derivada de su ubicación entre tres placas tectónicas: la de Cocos, la del Caribe y la de Norteamérica. Si bien no tenemos registros precisos de los terremotos que asolaron la zona durante el periodo precolombino, sabemos de casi 150 sismos durante la época colonial y más de 100 desde la Independencia hasta nuestros días.¹

Aquí no analizaremos el origen y desarrollo de un sismo; no obstante, sí debemos recordar que, cuando éste se produce y llega a la superficie de la Tierra, se generan dos tipos de ondas: las P, que provocan el desplazamiento en horizontal de la corteza terrestre y el consiguiente bamboleo de los edificios, tras las cuales pueden llegar las S, que hacen ondular la superficie, lo cual puede provocar un movimiento en vertical de los inmuebles.²

* Universidad Francisco Marroquín, Guatemala.

** Arquitecto estructuralista.

*** Curadora de la Casa Popenoe en la Antigua Guatemala.

¹ Marcelino González Cano y José Chacón Díaz, *Sismos en Guatemala, 1524-1942*, Guatemala, Universidad San Carlos, 1998.

² Para explicar cómo se produce un terremoto y las consecuencias en los inmuebles, seguimos a Jorge Medina, *El problema sísmico y la arquitectura sismorresistente. Síntesis de la credencial de mérito para ascender a profesor agregado titulado*, Mérida (Venezuela), Facultad de Arquitectura y Diseño-Universidad de los Andes, 2005.

Obviamente, los sismos más peligrosos son aquellos que generan ambos tipos de ondas —P y S—, más destructores cuanto mayor sea la onda sísmica. Junto a los daños que pueden provocar los desplazamientos en horizontal o en vertical frutos de esas ondas, habría que añadir los generados por una falla general del terreno que produzca el hundimiento de una parte de la superficie terrestre. En la historia sísmica de la Antigua, este último fenómeno no ha tenido una incidencia especial.

Las ondas sísmicas de tipo P se transmiten de manera similar al sonido, al generar esfuerzos, compresiones y tracciones en el terreno. Por efecto de estas ondas, los edificios se mueven o bambolean con cierto desfase, de modo que sus masas se desplazan en sentido contrario a las mismas; si son muy rígidos ofrecen mayor resistencia —mayor oposición— a tales esfuerzos horizontales; por el contrario, si son más dúctiles se deforman más y ofrecen menor resistencia. En el caso de la Antigua se optó por la primera solución: incapaces de hacer una arquitectura flexible, se buscó la manera de aumentar la resistencia de los inmuebles.

En el caso de las ondas sísmicas de tipo S, las estructuras más afectadas eran las cubiertas, pues al desplazarse en vertical los soportes de los tejados, éstos quedaban descabalgados y caían. Aquí veremos que ése fue uno de los principales problemas en los sismos más destructivos vividos por la Antigua, en especial los de 1717 y 1773, y también mencionaremos la solución que los arquitectos locales propusieron para evitar esos desprendimientos de las cubiertas.

Impresiones historiográficas sobre la arquitectura sísmica

En 1951, Pal Kelemen popularizó el término de “barroco sísmico” (*earthquake baroque*) para referirse a las soluciones arquitectónicas desarrolladas contra los

sismos en el reino de Guatemala y, en especial, en la Antigua. El término ha tenido gran éxito entre los historiadores del arte, si bien los argumentos antisísmicos de Kelemen resultan algo parcos. Este autor señalaba como soluciones clave el grosor de las fábricas, la altura de los edificios, la forma de los arcos —aunque no explicó la relación entre esa forma y su resistencia a los temblores—, la delgadez de las bóvedas y la apertura de pocos vanos en los muros.

Fuera de la Antigua, también puso como ejemplo la iglesia de Panajachel, a orillas del lago Atitlán, con su fachada plana, muy horizontal y sin contrafuertes ni torres gruesas en los extremos³ —es decir, lejos del modelo antisísmico que veremos a continuación—, aunque pocas páginas después consideró que San Francisco es otro buen ejemplo de edificio antisísmico, en ese caso porque la fachada contó con dos gruesas torres.⁴

Llama la atención que, por el contrario, Kelemen no haya estudiado las soluciones de los edificios de Diego de Porres, con sus gruesas columnas y sus bóvedas rebajadas, que es uno de los elementos clave en la resistencia de los edificios; es más, no hizo ninguna referencia a edificios fundamentales como la Escuela de Cristo o Capuchinas, quizá porque no seguían el parámetro requerido por los historiadores del arte tradicionales para considerarlos como edificios del arte colonial, con sus muros estucados y ricamente decorados (figura 1).

Con todo, hay un dato a retener del análisis de Kelemen: los arquitectos de la época colonial aprendieron a combatir los terremotos a golpe de sufrirlos a lo largo del tiempo.⁵ Los conceptos de horizontalidad, grosor de las fábricas y escasa altura de los muros se convirtieron en la forma habitual de definir la arquitectura antisísmica guatemalteca colonial

³ Pal Kelemen, *Baroque and Rococo in Latin America*, Nueva York, The MacMillan Company, 1951, p. 126.

⁴ *Ibidem*, p. 133.

⁵ *Ibidem*, p. 126.



Figura 1. Fachada de Capuchinas a finales del siglo XIX. Fotografía del Archivo del Centro de Investigaciones Regionales de Mesoamérica (CIRMA).

en sucesivos ensayos.⁶ Es cierto que esas características ayudan, pero no constituyeron la gran contribución contra los terremotos que aportaría la arquitectura colonial de Santiago de Guatemala en el siglo xvii y, sobre todo, en el xviii.

Así, con su “barroco antisísmico” Kelemen forjó un concepto relativamente acertado, sin analizar las razones auténticas de esa búsqueda de antisismicidad. Sería importante analizar también la primera parte del término kelemeniano de “barroco”, dado que ni cronológica ni estilísticamente los edificios antisísmicos tienen ese aspecto genérico que éste les quiso dar. Sin embargo, se trata de un tema que sobrepasa los objetivos del presente artículo.

La cultura antisísmica

Si bien es cierto que los primeros tratados de arquitectura que presentan soluciones antisísmicas datan del siglo xviii, desde muchos siglos antes las sociedades tradicionales ya habían experimentado fórmulas constructivas para defender los inmuebles de los sismos, ya fuera mediante el refuerzo de las fábricas —apoyándose en la resistencia y la rigidez—, o mediante el empleo de materiales ligeros —apostando por la flexibilidad—.⁷ No obstante, en todos los casos estamos ante soluciones empíricas que suponían que un grupo de personas sufriera un terremoto de importancia, buscara una alternativa

constructiva para soportar el siguiente sismo y sufriera un nuevo terremoto de calibre para validar la alternativa desarrollada.⁸ Es decir, un territorio sísmico, por el hecho de serlo, no implica que sus habitantes tengan la capacidad de encontrar rápidamente soluciones estructurales válidas.

En el caso del Reino de Guatemala, durante los dos primeros siglos de ocupación española se unieron dos factores que imposibilitaron esa cultura antisísmica. Por un lado, los recién llegados decidieron imponer de forma casi inmediata sus soluciones espaciales y constructivas sobre el territorio conquistado. Con esto se cambiaron en gran medida las formas arquitectónicas mesoamericanas. Frente a las viviendas de materiales flexibles precolombinas —madera y otros materiales vegetales— se impusieron las casas de materiales rígidos —ladrillo, mampuesto y mortero—. Incluso en la arquitectura de prestigio hubo un cambio entre las soluciones precolombinas y las coloniales: las soluciones mayoritariamente exteriores —plataformas, pirámides escalonadas con escaso número de espacios interiores— fueron sustituidas por grandes espacios cubiertos —iglesias, conventos y sedes de gobierno.

Por otro lado, los indígenas prácticamente fueron excluidos de la dirección de las obras de prestigio, con lo que se perdió buena parte del saber hacer local. Esa dirección recayó, en esencia, en maestros españoles y, desde la segunda mitad del siglo xvii, en mulatos y mestizos, cuya adaptación al terreno, profesionalización —y consiguiente transmisión de saberes— se dilató por casi siglo y medio desde la conquista europea de Centroamérica. Por lo tanto, para establecerse la cultura antisísmica definida por Ferrigni, los habitantes de la Guatemala colonial no sólo hubieron de sufrir numerosos sismos, sino que tales sismos atacaron las soluciones arquitectónicas traídas de Castilla; los constructores debieron cons-

⁸ *Ibidem*, p. 207.

⁶ Antonio Bonet, “Las iglesias barrocas de Guatemala”, *Anuario de Estudios Iberoamericanos*, vol. xxii, 1965, pp. 705-765; Santiago Sebastián López, “El arte del siglo xvii. Guatemala y Centroamérica, Colombia, Venezuela y Ecuador”, *Summa Artis*, núm. xxviii, 1985, p. 561; Demetrio Ramos Pérez (dir.), *Historia general de España y América. América en el siglo xvii: evolución de los reinos indios*, Madrid, Rialp, 1990, p. 177.

⁷ Ferruccio Ferrigni, “10. The Local Seismic Culture”, en *Rischio Sismico e Patrimonio Culturale. Ancient Buildings and Earthquakes. Reducing the Vulnerability of Historical Built-up Environment by Recovering the Local Seismic Culture: Principles, Methods, Potentialities*, Ravello, Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali, 2005, pp. 199 y ss.

tatar los males sufridos, plantear alternativas y tener la ocasión de ver el resultado de sus propuestas ya fuera ellos mismos o sus discípulos.

Al repasar el amplio listado de maestros de obras y arquitectos que Sidney Markman⁹ presentó en su trabajo sobre la Antigua Guatemala —y conscientes de los errores y lagunas que hay en el mismo—, constatamos que durante el siglo xvi los pocos nombres citados son, en esencia, maestros de obras religiosos europeos llegados a América para construir los cenobios de las órdenes recién radicadas, carentes por lo tanto de una experiencia antisísmica.

La situación cambió en el siglo xvii. Por una parte ya encontramos a maestros locales, además del comienzo de ciertas dinastías de arquitectos, lo cual garantizaba de alguna forma una transmisión de saberes. La más antigua sería la de los Autillo —con Martín Autillo—, hacia 1636, y después la de un Ramón Autillo hacia 1675. Sin embargo, la más destacada fue la iniciada por José de Porres, encargado de la reconstrucción de la Catedral a partir de 1669, quien ya ostentaba el título de “maestro de obras” de la ciudad de Santiago de Guatemala. Su hijo, Diego de Porres, dominaría la arquitectura guatemalteca durante la primera mitad del siglo xviii y sería el referente de la mayor parte de los arquitectos de la segunda mitad del xviii, desde sus propios hijos hasta Juan de Dios Estrada, quien lo sucedería como arquitecto mayor de Santiago; José Ramírez, artífice de la Universidad de San Carlos, y el ingeniero militar español Luis Díez Navarro.

Además, la saga de los Porres vivió una serie de acontecimientos telúricos significativos. Siguiendo el listado de Marcelino González Cano, los temblores que más afectaron a Santiago de Guatemala en

tre los siglos xvii y xviii ocurrieron en 1607, con el derrumbe de varias casas y la muerte de varios habitantes de la ciudad; en 1683, cuando hubo una gran destrucción en la capital de Guatemala; en 1689, cuando se derrumbaron varias casas y hubo algunas víctimas; en 1702, con fuertes daños en algunos edificios; en 1717, cuando el terremoto de San Miguel destruyó buena parte de la ciudad; en 1751, cuando el terremoto de San Casimiro provocó algunos derrumbes, incluido el de una cúpula de la Catedral, aunque no llegó a tener el efecto devastador del de 1717, y, por último, los terremotos de Santa Marta de 1773, que provocaron el traslado de la capital del reino de Santiago a la Nueva Guatemala.¹⁰

Esta lista no muestra todos los sismos que vivió Guatemala en esos dos siglos; tan sólo aquellos cuyos estragos enseñarían a los arquitectos el camino a seguir para proteger mejor sus edificios frente a la agresión de los terremotos. Como arquitecto mayor de Santiago, José de Porres vivió al menos los temblores de 1683, 1689 y 1702. Estos tres temblores también pudo vivirlos su hijo Diego de Porres, aunque, por haber nacido en 1677, quizá sólo empezó a tomar conciencia de los problemas estructurales de los mismos con el de 1702.

Sin duda, el terremoto que marcaría a Diego fue el de 1717. Como analizaremos a continuación, después de esa fecha éste empezó a experimentar una serie de soluciones estructurales que evitaran la ruina de los edificios. Es cierto que no llegó a ver la capacidad de tales soluciones para resistir los temblores, pues el siguiente gran terremoto, en 1751, ocurrió diez años después de su muerte. Como sea, sus discípulos supieron obtener una lección oportuna en cuanto a que la mayoría de las propuestas de Porres eran bastante acertadas.

⁹ Sidney David Markman, *Colonial Architecture of Antigua Guatemala*, Filadelfia, The American Philosophical Society, 1980, pp. 56 y ss.

¹⁰ M. González Cano y J. Chaclán Díaz, *op. cit.*, pp. 13 y ss.

Las propuestas antisísmicas de Diego de Porres

Como acabamos de señalar, Diego de Porres nació en 1677,¹¹ hijo del también arquitecto José de Porres, arquitecto mayor de la ciudad, con quien se formó. Posiblemente Diego haya participado en las obras de la iglesia de Jesuitas que su padre dirigió y terminó en 1698. José de Porres murió en 1703 y Diego fue nombrado arquitecto mayor para reemplazarlo. A partir de ese momento su trabajo como constructor fue abundante. Entre sus principales obras podemos señalar la iglesia de La Recolección, comenzada por José de Porres pero terminada por él en 1717; la iglesia de Concepción de Ciudad Vieja, entre 1718 y 1732, y, de nuevo en la Antigua, el Oratorio de San Felipe Neri (la Escuela de Cristo), realizada entre 1720 y 1730; el convento de Santa Clara, entre 1730 y 1734; el de Capuchinas, entre 1731 y 1736; la Casa de la Moneda, iniciada en 1734 y terminada tras la muerte de Diego, en 1748, así como algunas reparaciones en Santa Teresa y la Catedral, y la construcción de la Fuente de las Sirenas de la Plaza Mayor, entre 1736 y 1738.

La mayor parte de sus obras se realizaron tras el terremoto de 1717, con lo que no podemos estar seguros de cuáles eran sus posibles soluciones estructurales antisísmicas antes de ese terremoto, si bien nos atrevemos a pensar que sus propuestas arquitectónicas contra los sismos debieron estar influidas tanto por su experiencia personal hasta 1717 como, sobre todo, por los grandes terremotos de ese año. Tenemos varios documentos de las inspecciones que realizó tras los sismos de 1717 y las soluciones que proponía para reparar los edificios. En su propuesta para reparar el hospital de San Alejo dentro del hospital San Juan de Dios, planteó la necesidad de

poner estribos y tirantes a los arcos, así como apuntalar las vigas de las armaduras que quedaban sobre las bóvedas¹² y, en definitiva, rigidizar lo más posible la estructura.

Esta obsesión por la rigidez puede verse muy bien en el informe que elaboró en 1720, donde, al hablar de la reconstrucción de los edificios, comentaba cómo una buena parte de los mismos había sido reedificada con mayor fortaleza de la que tuvieron.¹³ Hay que señalar que esa rigidización no se concentraba en exclusiva en las soluciones estructurales, sino que partía de los materiales. Así, en un informe previo de 1717, siempre sobre el terremoto de ese año, Diego de Porres comentaba que “el haber en unas casas más ruina que en otras es por razón de ser unas de tierra y otras de calicanto, el cual aunque no ha dejado de padecer pero no con el extremo de las de tierra [...]”¹⁴

La crítica al adobe como material de escasa resistencia ante los sismos se ha mantenido hasta el siglo xx, en especial tras las grandes destrucciones provocadas por el terremoto de 1976, atribuidas en gran medida al hecho de que muchas casas, sobre todo la vivienda popular construida tras el terremoto de 1917, eran de adobe.¹⁵ Sin embargo, al parecer el problema no es tanto el material, sino la forma de aparejarlo.¹⁶ Con todo, para Diego de Porres el adobe sí representaba un contratiempo, y por eso en un infor-

¹² Archivo General de Centroamérica (AGCA), A1, leg. 52, exp. 1288, “Terremotos de 29 de septiembre de 1717”, 1725, *apud* M. González Cano y J. Chaclán Díaz, *op. cit.*, p. 78.

¹³ Archivo General de Indias (AGI), Audiencia de Guatemala, leg. 309, “Informe de Diego de Porres sobre el estado de la reconstrucción de la ciudad de Guatemala en 1720”, 28 de noviembre de 1720, *apud* L. Luján Muñoz, *op. cit.*, pp. 239 y ss.

¹⁴ AGI, Audiencia de Guatemala, leg. 307, “Declaración del Maestro Mayor sobre el estado de los edificios de la ciudad”, 21 de octubre de 1717, *apud ibidem*, p. 231.

¹⁵ Observaciones verbales del arquitecto Carlos Ayala de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

¹⁶ Observaciones verbales del arquitecto Manrique Sáenz, también de la Universidad de San Carlos de Guatemala, quien ha puesto en práctica una arquitectura de adobe antisísmica, comenzando por su propia vivienda doméstica en Huehuetenango.

¹¹ Para la vida de Diego de Porres, seguimos a Luis Luján Muñoz, *El arquitecto mayor Diego de Porres, 1677-1741*, Guatemala, Editorial Universitaria, 1982.

me de 1720 mencionó cómo la reconstrucción de la ermita de Los Dolores del Manchén se realizó al sustituir el viejo edificio de adobe por uno de calicanto.¹⁷

Tales soluciones de rigidizar los edificios podían implicar la aparición de todo tipo de tirantes, estribos o contrafuertes. En los tratados que se manejaban en la arquitectura española del siglo XVIII, en las referencias a la arquitectura religiosa se buscaba evitar un protagonismo excesivo de las estructuras, al hacer que los espacios sagrados funcionaran a su vez como refuerzo de la fábrica;¹⁸ en esencia, que los muros de las capillas laterales fueran los contrafuertes de la nave principal, aunque para la mayor parte de los feligreses siguieran siendo sólo los muros de las capillas.

En el caso de Diego de Porres, el único tratado que parece haber conocido y manejado fue uno de los libros del arquitecto boloñés Serlio: el libro IV, publicado por primera vez en Venecia en 1537, o quizá tan sólo algunos grabados del mismo. Recordemos que el libro IV de Serlio había sido traducido al español por Francisco de Villalpando en 1552, con numerosas reediciones posteriores. El libro de Villalpando no fue una mera traducción, sino que el editor se ocupó tanto de explicar las equivalencias de los términos italianos al lenguaje constructivo castellano como de aclarar algunos aspectos de la obra del boloñés.¹⁹

Si Diego de Porres conoció parte de la obra de Serlio, no puede ser ésta la fuente de influencia para la arquitectura antisísmica, en esencia porque Serlio no mostró ningún interés especial por la resistencia estructural de sus edificios. Para él, la ar-

quitectura era una composición formal donde las proporciones entre los diferentes elementos primaban sobre la resistencia de la construcción, más allá de que su empeño por integrar las columnas con sus órdenes, contra los muros, hiciera que estas columnas funcionaran como contrafuertes.²⁰

Por lo tanto, fue la experiencia y la obsesión de hacer edificios que resistieran los sismos las que conducirían a Porres a lanzar sus propuestas. Si repasamos las memorias posteriores al terremoto de 1717 que hizo Diego de Porres y que acabamos de citar,²¹ el resultado de los terremotos fueron tres tipos de anomalías en la construcción.

- El menos destructivo era el desprendimiento de parte de las cubiertas, pero manteniendo el resto de la fábrica en pie.
- A continuación tenemos la caída completa de las cubiertas y el agrietamiento de los muros.
- El efecto más destructivo fue el que provocó la ruina total de los edificios.

| 11

Como ya se señaló, para los tres tipos de problemas Porres optó por rigidizar la estructura, en esencia mediante tres grandes medidas:

- Utilizar sistemáticamente arcos y bóvedas rebajados.
- Engrosar la fábrica más allá de las proporciones clásicas.
- Reemplazar los edificios de adobe por construcciones en calicanto, tal como hizo en la ermita de Nuestra Señora de los Dolores del Manchén.

¹⁷ Véase la nota 13, p. 243.

¹⁸ Francisco José León Tello y María Virginia Sanz y Sanz, *Estética y teoría de la arquitectura en los tratados españoles del siglo XVIII*, Madrid, csc, 1994, p. 1117.

¹⁹ Juan Anguita Tuñón, "Sebastiano Serlio. Representación y proyecto en el libro IV (Venecia, 1537). Una revisión de la edición castellana de Francisco de Villalpando (Toledo, 1552)", tesis de doctorado, Sevilla, Universidad de Sevilla, 1997, p. 103.

²⁰ Miguel Ángel Cobrerros Vime, "La concepción estática de la obra de fábrica en los edificios civiles del Renacimiento", tesis de doctorado en arquitectura, Sevilla, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, 1995, p. 133.

²¹ Véanse las notas 13 y 17.

Todo lo anterior se llevó a cabo buscando como resultado final no sólo aumentar la resistencia del edificio frente al sismo, sino también que la estructura trabajara en conjunto, de modo que la resistencia ofrecida fuera de la obra en su totalidad y no sólo de algunas partes reforzadas. Si analizamos el cuadro de Antonio Ramírez de 1678 acerca de la construcción de la Catedral de la Antigua en tiempos de José de Porres, veremos que buena parte de las cubiertas son bóvedas vaídas.²²

En otro informe de 1717 levantado por Diego de Porres sobre las consecuencias del terremoto en la Catedral, éste cuenta cómo se vino abajo la gran cúpula semiesférica decorada —a la que llama cimborrio—, mas no las bóvedas de las naves laterales: las vaídas.²³ Posiblemente fue ahí donde Porres tomó conciencia del valor de las cubiertas abovedadas rebajadas.

Recordemos que en los arcos y bóvedas no rebajados o peraltados, la fuerza de las cargas es eminentemente vertical y los arcos admiten mal los esfuerzos horizontales —cortantes en los apoyos—, como las ondas P de las que hablábamos al principio, que son las más habituales en los sismos. En cambio, en los arcos y bóvedas rebajados, el componente horizontal del esfuerzo en los apoyos es mayor y los esfuerzos horizontales derivados del terremoto se trasladan mejor a los muros, a los contrafuertes o a cualquier otro elemento de carga vertical. Es decir, en los arcos y bóvedas rebajados, los salmeres —las dovelas de los arranques— están preparados para transmitir

sus esfuerzos horizontales por su disposición inclinada, mientras que en los arcos y bóvedas no rebajados o peraltados, los salmeres se encuentran aparejados para recibir casi en exclusiva los esfuerzos verticales. Además, al generar una solución de arcos o bóvedas rebajados sucesivos, los componentes horizontales se neutralizaban. Es decir, el empuje de cada arco se compensaba con el siguiente, y así hasta el último, que requería un contrafuerte final bastante grueso. De ahí que esos elementos soportantes finales —muros, columnas, contrafuertes— debían ser especialmente anchos.

Pensemos en el pórtico y la galería superior del Ayuntamiento de la Antigua (figura 2), que Diego de Porres comenzó en 1739 y que se concluyó en 1743, tras la muerte del arquitecto.²⁴ El pórtico está configurado por arcos ligeramente rebajados apoyados sobre columnas gruesas. Los arcos proyectados hacia el interior del pórtico conforman bóvedas vaídas. Los arcos de los extremos, además de descargar sobre la columna gruesa, se apoyan en unos pilares anchos que prácticamente duplican el tamaño del soporte vertical, como parte de la necesidad de compensar los esfuerzos de los arcos y bóvedas adyacentes.

Con el objetivo de garantizar la resistencia del conjunto entero, Diego de Porres no se conformó con utilizar series de bóvedas rebajadas que descargaran al final en un contrafuerte grueso, sino que engrosó todos los soportes verticales, generando esas columnas de gran diámetro que tanto sorprenden a los estudiosos del arte clásico por su falta de respeto a las proporciones vitruvianas. Él manejaba bien esas proporciones, como se constata en las fachadas de los templos que levantó —Santa Clara, Capuchinas, Escuela de Cristo...—, donde la relación entre columnas

²² Alberto Garín, Osmín de la Maza y Enrique Castaño, "The Construction of the Cathedral of la Antigua Guatemala in the 17th Century from the Pictorial Documents", *Vitruvio. International Journal of Architectural Technology and Sustainability*, núm. 2, diciembre de 2017, pp. 55-65, recuperado de: <<https://polipapers.upv.es/index.php/vitruvio/article/view/8794>>.

²³ AGI, Audiencia de Guatemala, leg. 307, "Declaraciones de Diego de Porres sobre el estado de los edificios públicos y religiosos de Santiago de Guatemala como consecuencia de los terremotos de 1717", 2 de octubre de 1717, *apud* L. Luján Muñoz, *op. cit.*, p. 218.

²⁴ Manuel Rubio Sánchez, *Historia del edificio del Ayuntamiento de la ciudad de Antigua Guatemala*, Guatemala, Academia de Geografía e Historia, 1983, p. 29.



Figura 2. Fachada principal del Ayuntamiento de la Antigua Guatemala. Fotografía de José Martínez.

y entablamentos, pero también entre basa, fuste y capitel, parece bien acordada.

Es más, a la hora de engrosar sus fábricas y en especial sus columnas o pilares, hubo dos principios de la arquitectura clásica que mantuvo: la uniformidad y la regularidad. Aunque sea con un diámetro inhabitual, allí sigue habiendo una relación de proporción entre los diferentes elementos que conforman la fábrica: una uniformidad. Y esa relación se hace constante en todo el conjunto: se regulariza. De esta forma, el propio Porres utilizó este nuevo sistema de proporciones en las diferentes construcciones o reconstrucciones que desarrolló, como se comprueba en los claustros de Santa Clara (figura 3), Capuchinas, la Escuela de Cristo o Santa Teresa.

Una vez asumidas las columnas gruesas como una solución estructural y formal válida, serían aplicadas por otros arquitectos de la segunda mitad del siglo XVIII, tal como ocurrió con José Ramírez en el claustro de la Universidad o con Luis Díez Navarro en el pórtico de Capitanes Generales.²⁵

Otras soluciones estructurales antisísmicas del siglo XVIII

A partir de esta propuesta de Diego de Porres, no sólo las columnas se vieron ensanchadas, sino la fá-

²⁵ Alberto Garín, "L'ingénieur militaire Luis Díez Navarro (1691-1780). De la vieille Europe à la Nouvelle Guatemala", en *Les Européens: ces architectes qui ont conçu l'Europe (1450-1950)*, Paris, Université de Paris-Sorbonne, 2017.



Figura 3. Claustro del convento de Santa Clara. Fotografía de Archivo Qué Pasa.

brica en general. Un ejemplo curioso es la iglesia del convento del Carmen (figura 4). Reedificada a partir de 1728 por tres maestros de obras indígenas de Jicotenango, Juan López, Manuel García y Timoteo Núñez,²⁶ la fachada presenta una solución de engrosamiento muy original. Por encima del muro de cierre de la nave se colocó una fachada a modo de telón, compuesta por un primer nivel con ocho columnas dóricas, cuatro a cada lado de la puerta principal, sobre el que se desarrolla un segundo nivel con otras ocho columnas jónicas, de nuevo cuatro a cada lado de la ventana de coro. Por delante de esos dos grupos de columnas se desarrollan otras ocho,

²⁶ Verle L. Annis, *La arquitectura de la Antigua Guatemala, 1543-1773*, Guatemala, Universidad San Carlos, 1968, p. 216.

cuatro por nivel, agrupadas dos a dos a cada lado de los vanos, a modo de contrafuertes.

La sensación plástica es muy atractiva, con una fachada fuertemente articulada. El resultado es un muro con dos gigantescos contrafuertes que generan una fábrica de más de cuatro metros de ancho. En cualquier caso, como en los edificios de Porres, hay un búsqueda de equilibrio y armonía entre los elementos más allá del respeto canónico a las proporciones vitruvianas.

Esta solución sería utilizada en otras obras antiguas, como el beaterio de Santa Rosa de Lima o la ermita de la Santa Cruz, construidas en las mismas fechas que el Carmen y donde las parejas de columnas situadas a cada lado de los vanos están tan pegadas que los nichos entre ellas sólo dejan sitio para



Figura 4. Fachada de la iglesia del Carmen hacia 1895. Fotografía del Archivo CIRMA.

estatuas muy pequeñas.²⁷ Como parte de este fenómeno de rigidización, el arquitecto Verle Annis señaló, en su obra sobre la arquitectura colonial de la Antigua Guatemala, que a la iglesia de San Francisco se le añadieron una serie de contrafuertes durante el siglo XVIII con el objetivo de reforzar los muros. Tales contrafuertes no estaban aparejados con la fábrica original, sino sólo superpuestos, por lo que durante el terremoto de 1773 actuaron como arietes, derrumbando la iglesia.²⁸

Annis pudo ver la iglesia de San Francisco antes de su reconstrucción contemporánea. Nosotros no observamos ya los contrafuertes como él los conoció, de modo que nos quedamos con su referencia. Con todo, hacemos notar que la Catedral también cuenta con un contrafuerte del siglo XVIII, superpuesto contra la esquina suroriental del edificio, esta última del siglo XVII,²⁹ que no tuvo ese efecto nocivo sobre el edificio.

Junto al engrosamiento de la fábrica, las columnas exentas para las obras de Diego de Porres, las columnas contrafuertes para otros maestros o los contrafuertes tradicionales para reforzar otros edificios, también hay que tomar en cuenta en la arquitectura antisísmica del siglo XVIII la forma de construir las torres campanarios. Aquí es importante señalar dos aspectos clave: el primero, que la mayor parte de los conventos femeninos en Guatemala y en todo el mundo católico no suelen tener campanario a la calle o, cuando mucho, una pequeña espadaña. Así ocurrió en los cinco templos de los cinco conventos de monjas de la Antigua —la Concepción, Santa Catalina, Santa Teresa, Santa Clara y Capuchinas—,

²⁷ *Ibidem*, p. 212.

²⁸ *Ibidem*, p. 84.

²⁹ Alberto Garín, uno de los autores de este artículo, formó parte del equipo de restauradores de la catedral, entre 2016 y 2017, dirigido por el arquitecto Osmín de la Maza. Las observaciones aquí señaladas, así como las que indicaremos a continuación sobre los campanarios desaparecidos de la Catedral, han sido realizadas durante el proceso de restauración aún en vigor.

los cuales nunca tuvieron torre campanario. Un segundo dato a tomarse en cuenta es que hay otros templos que perdieron las torres tras el terremoto de 1773 o en las décadas posteriores, tanto por los sismos como por la falta de mantenimiento; serían los casos de la Catedral (figura 5), que llegó a contar con tres torres campanarios, Santo Domingo y el Carmen.

Esto ocasiona que en el momento actual sólo se conserven algunas de las torres campanarios que pudieron levantarse en la Antigua en los siglos XVII y XVIII, y que la visión general de la ciudad sea la de una urbe dominada por la horizontalidad. Bien es cierto que buena parte de los campanarios conservados no son especialmente elevados y, de nuevo, el terremoto de 1717 parece haber sido el punto de inflexión entre las torres campanarios exentas y relativamente elevadas y las torres campanarios incorporadas en los cajones de las iglesias. Del primer grupo conservaríamos el campanario de San Francisco, una torre maciza que servía como contrafuerte de la fachada principal y que hubo de ser edificada durante las obras de la segunda mitad del XVII por parte de José de Porres.³⁰ El cuerpo de campanas actual es ya un añadido de mediados del siglo XVIII, con lo que la torre original pudo ser más elevada, con dos cuerpos superpuestos por encima de las bóvedas de la nave y no el único actual, en una solución similar a la que conocemos para la Catedral³¹ y que también se ha señalado para Santo Domingo.³²

³⁰ V. L. Annis, *op. cit.*, p. 81.

³¹ Alberto Garín y Zoila Rodríguez, "Las construcciones tardocoloniales del ángulo Noreste del palacio de los Capitanes Generales de la Antigua Guatemala", *xxviii Simposio de Investigaciones Arqueológicas de Guatemala, 15 de julio de 2014*, Guatemala, Asociación Tikal, 2015, p. 604.

³² Zoila Rodríguez, Damaris Menéndez y Octavio Axpuc, "Las capillas de morenos y naturales del templo de Santo Domingo en Santiago de Guatemala", *xx Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2006*, Guatemala, Asociación Tikal, 2007, p. 1515.

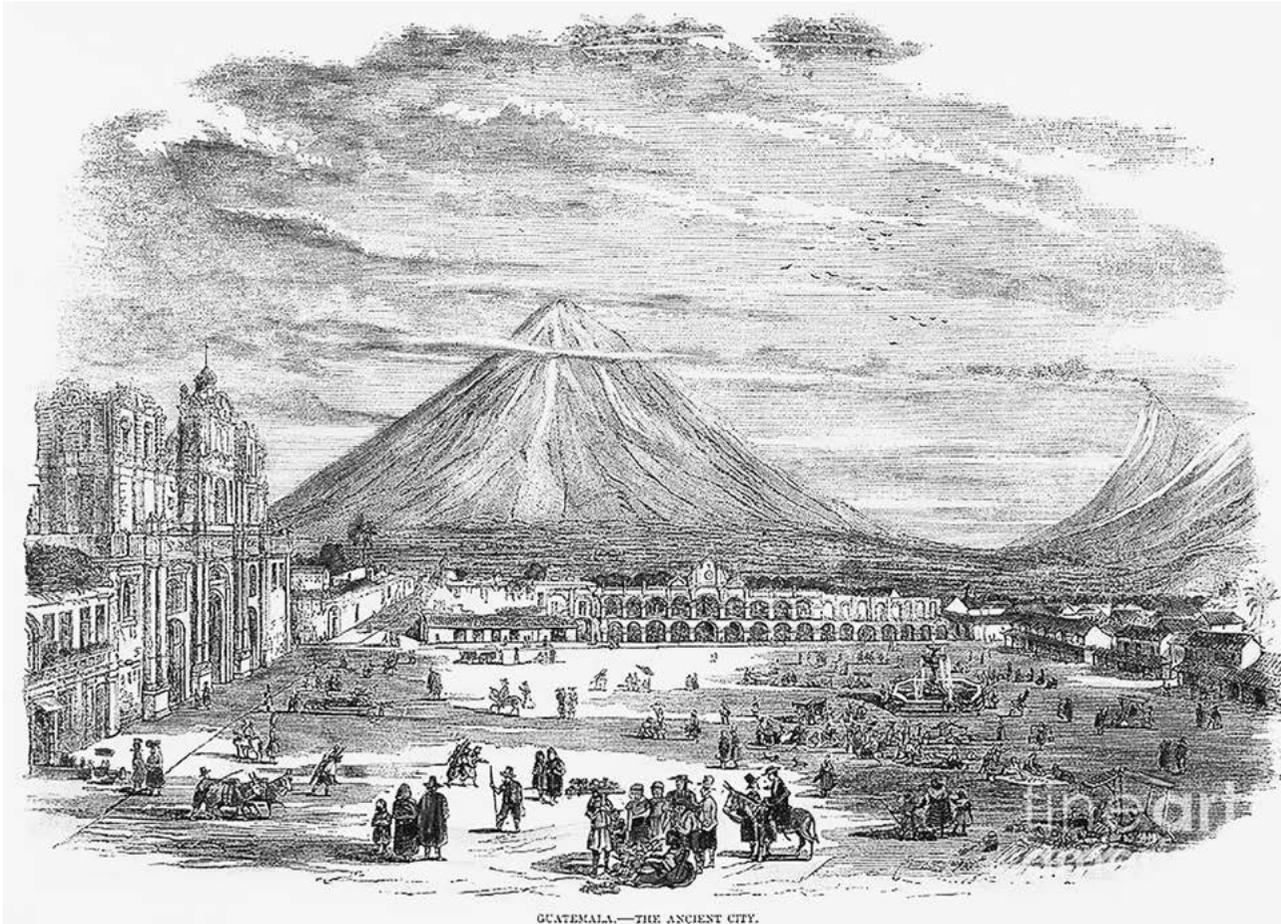


Figura 5. Grabado de la Plaza Mayor de la Antigua de 1856, donde se observan aún las dos torres de la fachada principal de la Catedral. Fotografía de The Granger Collection.

En el segundo grupo conservamos los campanarios de la Escuela de Cristo (figura 6), obra de Diego de Porres, que son un remate por encima de las cubiertas de las naves laterales. Esta solución también se empleó en el último templo reedificado en la Antigua, el de La Merced, obra de Juan Dios Estrada llevada a cabo entre 1749 y 1767, donde el cuerpo de campanas sobresale ligeramente por encima de la cubierta de la nave principal.

La evolución resulta evidente hacia una progresiva reducción de la altura de los campanarios. Hemos de pensar que los tres campanarios de la Catedral, el más antiguo del siglo XVI, y los de la fachada principal de la segunda mitad del XVII, equivalían a tres

cuartas partes de la altura de la nave principal de la Catedral.

Los campanarios de la catedral de Jaén, en España, sólo sobresalen dos tercios sobre la cubierta de la nave principal. Es decir, aunque los campanarios de Jaén son más altos (50 m), sobresalían menos de la fábrica de la catedral que los de la Antigua, los cuales, levantando sólo 24 metros, destacaban más sobre el conjunto edilicio. En La Merced, por el contrario, los campanarios ya sólo se levantarían un tercio por encima de la cubierta de la nave mayor.

La prudencia constructiva llevó a evitar los espigones sobresaliendo en vertical de la obra y susceptibles de caerse en un terremoto. No queremos



Figura 6. Fachada principal de la Escuela de Cristo. Fotografía de Lico 43.

cerrar este listado de otras propuestas antisísmicas sin mencionar un proyecto planteado por Luis Díez Navarro para reconstruir el llamado cimborrio de la Catedral en madera y yeso, siguiendo el modelo muy conocido de las cúpulas encamonadas madrileñas de los siglos xvii y xviii.

Conclusiones

La Antigua Guatemala, como el resto de la república guatemalteca, se encuentra enclavada en una importante región sísmica. Sin embargo, tras la conquista española de la zona, los arquitectos coloniales tardaron más de un siglo en adquirir una cultura

constructiva antisísmica. Es posible que ya en la segunda mitad del siglo xvii se hubiera adquirido la costumbre de hacer fábricas muy gruesas como una fórmula para aumentar la resistencia de los edificios frente a los terremotos.

Sin embargo, los principales aportes se realizaron tras el terremoto de 1717, destacando la figura del arquitecto Diego de Porres, quien claramente no sólo apostó por engrosar los muros, sino sobre todo por construir con bóvedas vaídas y arcos rebajados, así como por utilizar columnas exentas muy gruesas, rompiendo la proporción vitruviana y generando una proporción propia. Junto a los aportes de Porres, hay que señalar otros como la creación

de las fachadas contrafuertes o la reducción en la altura de los campanarios. Llegados aquí, hemos de preguntarnos si estamos ante al barroco antisísmico definido por Pal Kelemen.

Como hemos visto, Kelemen no analizó el valor de las bóvedas y arcos rebajados ni de las columnas gruesas en esa búsqueda de una arquitectura contra terremotos, a pesar de ser las soluciones más significativas —y perennes—. Lo cierto es que los arquitectos se obsesionaron por lograr una construcción antisísmica que al mismo tiempo respetara ciertos parámetros de la arquitectura clásica; unos parámetros clásicos que pueden estar desde las fachadas muy sobrias en piedra de Diego de Porres hasta las facha-

das muy recargadas de ataurique de otros arquitectos contemporáneos de Porres.

A la larga, el ataurique generaba unos recubrimientos decorativos muy vistosos, a la vez que muy ligeros y fácilmente reemplazables en caso de ser estropeados por un terremoto. Es decir, otra solución antisísmica donde se combinó el gusto por un ornato desmedido con un material que funciona bien con los terremotos. Por lo tanto, en el siglo XVIII se asentó en Guatemala una cultura constructiva antisísmica que buscó conjugar la resistencia de los edificios con el uso de un lenguaje clásico —barroco o no—, una cultura en la que desempeñó un papel fundamental el arquitecto Diego de Porres.



Los cambios y permanencias en las actividades del proceso estereotómico de los artífices de la piedra en la ciudad de San Luis Potosí, a partir de la lectura de una imagen del siglo XVI

Fecha de recepción: 31 de julio de 2018.

Fecha de aceptación: 25 de septiembre 2018.

En la capital de San Luis Potosí, diferentes grupos humanos han obtenido de las canteras de la periferia sur y poniente de la ciudad una fuente de supervivencia, al dominarla por medio de las energías disponibles y conforme al grado de conocimientos y tecnología alcanzados en un momento determinado. En este artículo se estudia una ilustración de fray Bernardino de Sahagún, “El trabajo en una cantera” (1575-1577), a modo de recurso fundamental en la lectura de la tecnología constructiva histórica. También se incluye la revisión de las distintas formas de representación de los procesos y actividades de los canteros o artífices del trabajo de la piedra a través del tiempo, los cuales fueron comparados *in situ*, y cómo se realizan en la actualidad en la ciudad de San Luis Potosí.

Palabras clave: actividades, piedra, cantero, estereotomía, ciudad de San Luis Potosí.

In the capital of the state of San Luis Potosí, different human groups have obtained a source of survival from the quarries on the southern and western periphery of the city. They dominated it through energies available and in accord with the degree of knowledge and technology achieved at a given moment. This study examines an illustration from 1575-1577—“Work in a quarry”—from Fray Bernardino de Sahagún’s work as a fundamental resource in reading historical constructive technology. It also includes a survey of the different forms of representing the processes and activities of stonemasons or craftsmen in stonework through time; which were compared *in situ* (quarry), and how they are currently worked in the city of San Luis Potosí.

Keywords: activities, stone, stonemason, stereotomy, San Luis Potosí city.

20 | **C**on la piedra, el ser humano inició su largo camino de tecnología aplicada en la construcción, pues en primer lugar, le sirvió de protección. Con ésta fabricó sus primeras herramientas y armas, y construyó sus primeros refugios. Con este material fue erigiendo su historia y, por lo tanto, le significaría continuidad y trascendencia. La percusión, talla y grabado en la piedra se relaciona con los orígenes de la humanidad; expresa la necesidad del ser humano de explicar y representar el acto de la creación para su propia existencia. En la capital del estado de San Luis Potosí, diferentes grupos humanos han obtenido de las canteras de la periferia sureste y suroeste de la ciudad una fuente de supervivencia, dominándola por medio de las energías de que han dispuesto, de acuerdo con el grado de conocimientos y tecnología alcanzados en un momento determinado, permitiendo nuevas transformaciones del medio natural y de la sociedad.¹

* Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PIDA-PNFC), Conacyt. El tema de este artículo forma parte de los capítulos II y III de su tesis de doctorado (2017).

¹ Román Piña Chan, *Quetzalcóatl: serpiente emplumada*, México, FCE, 1976. El autor refiere la manipulación del material que el hábitat le ofrece.

Estos conocimientos fundamentales sobre el corte de la piedra se entienden como parte de la “estereotomía”, la cual ha sido referida como una recopilación de métodos para la geometría práctica.² Etimológicamente, el término *stereo* es utilizado para un sólido de tres dimensiones, y la palabra *tomos* significa corte o sección, lo cual conduce al estudio de corte o sección de un cuerpo geométrico.³ Sin embargo, existen otras definiciones, como la ciencia de cortes de piedras aplicada a resolver la volumetría completa de un edificio, desde los elementos arquitectónicos más complejos hasta la definición detallada de las partes con que éstos se construyen.

En México, la estereotomía comprende el trabajo, el diseño, la lógica constructiva y sus resultados —función estructural—, lógicamente preparados en relación con sus componentes.⁴ El estudio estereotómico presenta ciertas actividades destinadas al arte de cortar y ensamblar piedras para determinar una estructura pétreo. ¿Qué implica el conocimiento de estas actividades? ¿Por quiénes son ejecutadas a través del tiempo en la ciudad de San Luis Potosí?

Este trabajo, de corte tecnológico-histórico, analiza y evalúa, mediante la descomposición de la imagen “El trabajo en una cantera” de fray Bernardino de Sahagún, nuevas lecturas que permitan identificar los cambios y permanencias en las diversas actividades que conforman el proceso estereotómico de los artífices de la piedra de la ciudad de San Luis Potosí.

El conocimiento especializado de un oficio⁵ y sus ejecutantes forman parte de la historia de la tecno-

logía constructiva de una nación, y este conjunto de saberes conforman el patrimonio intangible de una sociedad. Por lo tanto, la imagen se confronta con otras disciplinas, como la geología, la geometría, la psicología, la pedagogía y la etnografía. A su vez se compara con las actividades propias del oficio que hoy en día ejecutan los artífices de la piedra en la periferia sureste y oeste de la ciudad de San Luis Potosí. Igualmente se confronta con otras imágenes, documentos históricos, libros y tratados especializados.

Desarrollo de la temática.

Procedimiento de investigación

Se plantea el manejo de un “sincretismo en la investigación”, buscando un estudio que lleve a una memoria constructiva,⁶ al presentar la descomposición de la imagen⁷ como un primer recurso de análisis para que, al contrastarla con otras disciplinas y en su comparación con las actividades realizadas en la actualidad por los canteros, se obtenga una visión y estructura amplia, así como novedosa, a fin de localizar los cambios y permanencias de las actividades de los artífices de la piedra en la ciudad de San Luis Potosí. Asimismo, cómo estas actividades forman parte del inicio del estudio estereotómico de la piedra. El análisis responde las siguientes preguntas intrínsecas:

1. Descripción y origen de la imagen.
2. El autor-editor, la preparación, el método y su finalidad.⁸

² La palabra nace a través de las epístolas entre Desargues y Curbelle. Enrique Rabasa Díaz, *De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XI*, Madrid, Akal, 2000, p. 234.

³ Por lo tanto, es referido a un estudio geométrico. *Ibidem*, p. 239.

⁴ Luis Alberto Torres Garibay, *Seminario de Tecnología Histórica de la Arquitectura*, Morelia, UMSNH, 2016.

⁵ “La historia quiere aprender de los hombres [...] El conocimiento del pasado está en constante progreso, que se transforma y se perfecciona sin cesar”, Marc Bloch, *Introducción a la historia*, México, FCE, 1952, pp. 24-25, 49.

⁶ “[...] utiliza, además, metodologías más cualitativas, cambiándose la aspiración de universalidad por regionalización y su memoria constructiva”, María Eugenia Ortigosa Morillo, Marina González de Kaufman y Nixón Molina, “La apropiabilidad de la tecnología tradicional para viviendas de bajo costo en Maracaibo, Venezuela”, *Espacio Abierto*, vol. 11, núm. 3, julio-septiembre de 2002, p. 499.

⁷ Apoyada en la deconstrucción de Harley. Bryan Harley, *La nueva naturaleza de los mapas*, México, FCE, 2005.

⁸ Izarosara Borges Rahy, “Una construcción de un mapa –imagen— presupone una acción selectiva”, *Cartografía e iconología de Salvador del siglo XVII*, Brasil, UFBA, 2003, pp. 75-96.

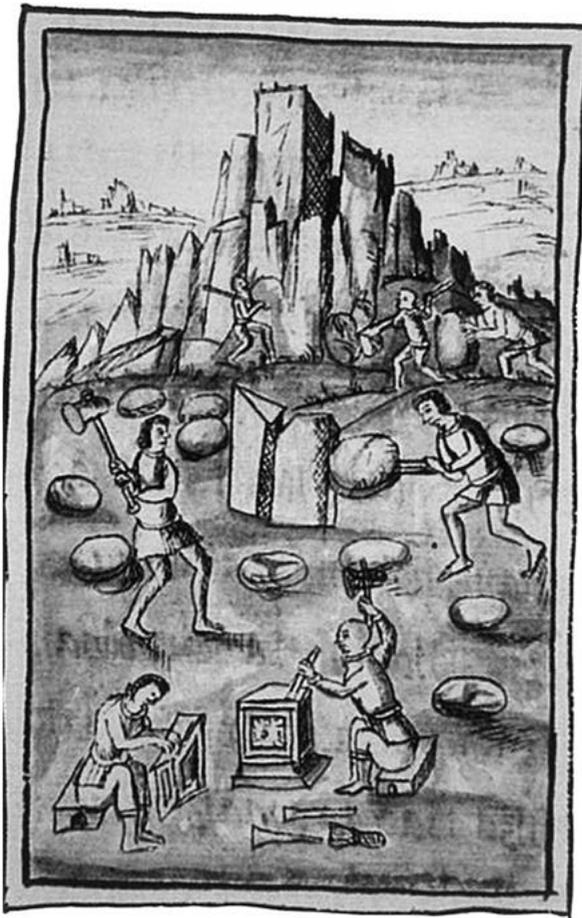


Figura 1. Fray Bernardino de Sahagún, "El trabajo en una cantera", en *Códice Florentino*, 1575-1577. Fuente: Biblioteca Medicea Laurenziana, Florencia.

3. Imágenes similares antecesoras en relación con la imagen seleccionada.⁹
4. Los ejecutores: los artífices de la piedra.
5. Contrastar con los documentos de la época: tratadistas.
6. La imagen en contraposición con lo contemporáneo, entrevistas *in situ* con canteros y su contraste con otras disciplinas: geología, historiografía de la tecnología constructiva histórica, etnografía, etc.

⁹ Se plasma la estructura y el tipo de conocimiento del autor: Priscilla Connolly, "¿El mapa es la ciudad?", *Boletín del Instituto de Geografía*, núm. 66, 2008.

7. Ausencias de la imagen.
8. Lectura secuencial de imágenes descompuestas: proceso estereotómico.

1. Descripción y origen de la imagen

La imagen que dio inicio a la búsqueda por el proceso estereotómico de los artífices de la piedra en el tiempo es la ilustración conocida como "El trabajo en una cantera", cuya autoría, en el sentido de la edición, organización del texto y acomodo de los elementos gráficos, se atribuye a fray Bernardino de Sahagún, datada entre 1575 y 1577 (figura 1).¹⁰

2. El autor-editor,¹¹ la preparación, el método y su finalidad

Fray Bernardino nació entre 1498 y 1500, con el nombre de Bernardino de Ribera, en el pueblo leonés de Sahagún. Ingresó a la Orden de San Francisco en 1520 y en 1524 se ordenó como sacerdote. En 1529 llegó a la Nueva España.¹² Asistió a la Universidad de Salamanca en 1512, donde inició cursos de filosofía, teología, gramática, retórica y lenguas clásicas.¹³ El proceso de compilación de la información¹⁴

¹⁰ Llamada *Historia general de las cosas de la Nueva España*, a las versiones preparatorias se les conoce como *Códices matritenses* (1558-1569) y, finalmente, *Códice Florentino* (1575-1577). Xavier Noguez, "Códice Florentino", *Arqueología Mexicana*, 1993, recuperado de: <<http://www.arqueomex.com/S2N3nCODICE115.html>>, consultada el 27 de abril de 2016.

¹¹ "Traducen una intención del autor-editor de transmitir un mensaje." I. Borges Rahy, *op. cit.*, pp. 75-96.

¹² X. Noguez, *op. cit.*

¹³ Preocupación por la enseñanza de la doctrina cristiana. Promueven la sistematización de la escuela, cultivando la filosofía y la teología. Jean Flors, *La espiritualidad monástica durante la Edad Media*, Barcelona, Flors, 1969, pp. 905-913.

¹⁴ Se trata del difrasismo "in xóchitl, in cuicatl", expresado por una flor y una vírgula de la palabra, que significa recitar poesía o un texto literario, cantar y, en este caso, leer un códice o mapa. Berenice Alcántara Rojas, *La obra de fray Bernardino de Sahagún*, México, UNAM, 2008, recuperado de: <unam.academica.edu/BereniceAlcantara>.



Figura 2. Trabajo constructivo en la edificación de un castillo, el cual se inicia con el trabajo de la cantera. Fuente: Erlande Brandenburg, 1995.

se realizó mediante la colaboración de indígenas trilingües para entrevistar a los ancianos nahuas, a fin de plasmar tal conocimiento con el apoyo de los tlacuilos.¹⁵

Al contar con las entrevistas traducidas, dirigió, organizó y editó los textos con el apoyo de alumnos, quienes lo ayudaron a elaborar las versiones previas (*Códice Matritense*) y el documento de *Historia general de las cosas de la Nueva España*.

La finalidad de las imágenes responde a las re-latorías visuales de su trabajo de investigación de campo, que pretendía rescatar y preservar el conocimiento mexica.¹⁶ La sección del documento

¹⁵ Los tlacuilos fueron artistas indígenas que se dedicaban a la pintura mural y de códices antes de la conquista, los cuales realizaron diversas obras en los primeros conventos del siglo XVI. Usaban papel amate o *amatl*, piel de venado, tela de algodón tejida en telar de cintura y papel de maguey. *Idem*.

¹⁶ Consultado en *Vanguardia* el 29 de julio de 2016. En 2012, el Conaculta anunció que los *Códices matritenses* y el *Códice Florentino* estarían disponibles en la Biblioteca Digital Mexicana.

se refiere a los “vicios y las virtudes” de los trabajadores constructivos:¹⁷

El cantero tiene fuerzas y es recio, ligero y diestro en labrar y aderezar cualquier piedra. El buen cantero es buen oficial, entendido y hábil en labrar la piedra, en desbastar, esquinar y hender con la cuña, hacer arcos, esculpir y labrar la piedra artificiosamente; también es su oficio trazar una casa, hacer buenos cimientos y poner esquinas y hacer portadas y ventanas bien hechas, y poner tabiques en su lugar.

3. Imágenes similares antecesoras en relación con la imagen seleccionada¹⁸

Se analizaron aquellas imágenes que pudieron servir de inspiración e influencia para el autor, tanto en los dibujos como al editar el conocimiento y las entrevistas realizadas en campo. Las imágenes antecesoras muestran, de manera similar, las diferentes actividades en el trabajo de la piedra para las obras de arquitectura civil (castillo) en la Baja Edad Media.¹⁹

En la figura 2 se muestra la extracción —un pre-dimensionamiento de la roca—; en primer plano destaca, a la izquierda, un individuo con gorro y con una escuadra, lo cual indica que es maestro

¹⁷ Fray Bernardino de Sahagún proporciona una serie de relatos donde describe las características de trabajadores en la construcción. Elena de Gerlero, “Diferentes aspectos de la construcción ilustrados en el *Códice Florentino*”, en Magali Ballesteros y Carmen Corona (comps.), *La construcción en el arte*, México, Talleres Gráficos de la CNIC, 1987, pp. 76-77.

¹⁸ Entre las inscripciones más antiguas sobre las actividades de los artesanos de la piedra se encuentran la tumba TT100, localizada en la Necrópolis de Tebas, así como la capilla funeraria del visir Rejmira. Guidici e Romei, *La scultura dall'antichità a oggi*, Milán, Giorgio Mondadori, 1995, p. 10.

¹⁹ Trabajos pictóricos de la escuela de Flandes. Esta imagen pudo ser un referente e influencia para el trabajo de Sahagún, tanto en el tema como en la composición. Alain Erlande Brandenburg, *The Cathedral Builders of the Middle Ages*, Londres, Thames & Hudson, 1995, recuperado de: < <http://sp1.fotolog.com/photo/33/17/106/.jpg> >, consultada en mayo de 2016.

tracista, además de conocer de geometría y matemáticas para efectuar el trazo. El otro individuo bate el mortero en la parte intermedia. Se muestra a otro trabajador transportando en dos cubetas de madera distintos materiales. En la obra se identifica al maestro organizador o arquitecto que traza e identifica un dibujo sobre un pedestal o banco; más arriba se ubica un trabajador que coloca las piezas en un tamaño inferior al antes mencionado. Tales actividades se repiten en la imagen propuesta por Sahagún.

4. Los ejecutores: los artífices de la piedra

Los artífices de la piedra son aquellas personas que trabajaron la piedra a lo largo del tiempo en la actual área geográfica perteneciente a la ciudad de San Luis Potosí y que, de acuerdo con las actividades estereotómicas que dominaban, transmitían a los miembros de su grupo familiar. Según este cúmulo y práctica de conocimientos, se les asignó un nombre dentro de su organización, y éste definía la posición socio-espacial dentro del taller de cantería.

El individuo chichimeca de la sierra de San Miguelito fue el primer artífice de la piedra, al elaborar piezas “percutidas” con pedernal en Aridoamérica;²⁰ posteriormente, a finales del siglo XVI se identifica el término “cantero explorador” para aquel individuo peninsular explorador²¹ que sabe identificar el

yacimiento o cantera²² para extraer la piedra, y asimismo sabe transportar la piedra y defenderse en los caminos.

En cambio, en el siglo XVII el término “picapedrero”²³ se identifica para los ayudantes en la extracción o corte de la piedra; el “cantero” es aquel trabajador con el nivel de maestro conocedor de la talla de piedra o cantería,²⁴ experto en el proceso de la talla de la piedra, quien era el organizador de la obra y el profesional que organizó el sincretismo constructivo en la ciudad de San Luis Potosí.

Para finales del siglo XVIII y principios del XIX, al maestro cantero que alcanzaba una posición socioeconómica relevante se le asignó el término de “arquitecto”,²⁵ debido a que fue el principal fabricante de edificios de piedra; paralelamente el gremio se diversificó, lográndose encontrar talleres dedicados exclusivamente a la extracción y a la talla de productos como losillas o piedra de cuña.

Esta posición cambiaría durante el siglo XIX, cuando se anularon los derechos de los gremios y el experto maestro de saberes ancestrales trabajó para los diseños de los academicistas, para más tarde especializarse en exclusiva en lápidas o losas de piedra, entrenándose así como “lapidario”,²⁶ un tér-

²⁰ “[...] la piedra servía para percutir el bloque original. Así era desbastado paulatinamente, removiendo capa por capa, hasta bosquejar la forma original.” Con las piedras lascas cortaron ramas y retiraron la corteza de las mismas para la primera construcción habitacional de tipo choza. Oscar Salinas Flores, *Tecnología y diseño en el México prehispánico*, México, UNAM, 1995, pp. 8-9.

²¹ La solicitud de registro de la primera cantera fue hecha el 28 de noviembre de 1595 por Benito Antúnez de Miranda, maestro de cantería; localizada a dos leguas del asentamiento español en camino a la Ciudad de México. AHESLP, AMSLP, Gobierno administrativo, vol. 001, t. 15, f. 2.

²² “Cantera. Sitio de donde se saca piedra, greda u otra sustancia análoga para obras varias”, en *Diccionario de la lengua española*, recuperado de: < <http://dle.rae.es/?id=7C9PGap> > .

²³ Miguel Ángel realizó una serie de apuntes para la extracción, con instrucciones para los picapedreros o ayudantes en la extracción. Este apunte data de 1525. Guidici e Romei, *op. cit.*, p. 42.

²⁴ Aquellos elementos arquitectónicos terminados y en función labrados en piedra. Pascual Madoz, *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar*, Madrid, Saggasti Madoz, 2008 [1830], digitalizado por UCM.

²⁵ En los recibos de trabajos en cantería: “Por 78 p.s pagado al Mtro. Arquitecto por la hechura de los dos coraterales como consta en su recibo no. 5”. AHESLP, Alcaldía mayor, 1806.

²⁶ En cambio, durante los siglos XVII y XVIII el lapidario era en su mayoría tallador de elementos funerarios, en primer lugar en piedra; a mediados del siglo XIX se convirtió en un especialista en esta rama de la piedra, y en el siglo XX se evidenció su especialidad por la técnica de pasta de granito.

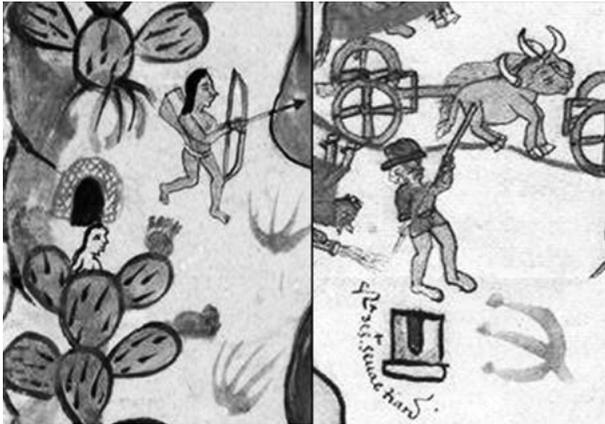


Figura 3. Dos fragmentos del documento gráfico "Relación geográfica de las villas de San Miguel y San Felipe de los Chichimecas". De izquierda a derecha se observa a un individuo chichimeca experto en la percusión de la piedra para elaborar herramientas con las que podía edificar su choza. A la derecha se ve al individuo explorador peninsular que localizó la primera cantera en el entonces pueblo de San Luis. Fuente: Real Academia de Historia, Madrid, manuscrito sobre papel dibujado a plumilla en tinta de bugalla e iluminado a la aguada, 1577 y 1580, 82 x 61 cm.

mino que proliferó en los testamentos. Al cantero que se especializó en técnicas escultóricas en la talla en mármol y tobas volcánicas a finales del siglo XIX en San Luis Potosí se le llamó "escultor".²⁷

En el primer tercio del siglo XX el cantero se adecuó a las exigencias plásticas de "la búsqueda de la identidad mexicana"; entonces se le identificó como un "tallador de molduras", neoprehispánico y neovi-reinal. En la segunda mitad del siglo XX se convirtió en "laminador" de piedra, y a finales del XX y principios del XXI se subcontrató para sobrevivir como "azu-lejero" o "colocador de piedra" para revestir muros.

El término "artesano" refiere a la artesanía;²⁸ si bien implica un objeto elaborado hecho a mano y con

²⁷ El término "escultor" se vuelve relevante e implica conocimientos en minas y geología, plásticos-estéticos, matemáticos y geométricos; promovido por la Academia de San Carlos a finales del siglo XVIII y desarrollado a lo largo del siglo XIX en México. Así como la influencia del taller de los hermanos Biagi en San Luis Potosí.

²⁸ "[...] La naturaleza especial de los productos artesanales se basa en sus características distintivas, que pueden ser utilitarias, estéticas, artísticas, creativas, vinculadas a la cultura, decorativas, funcionales, tradicionales, simbólicas y significativas religiosas y socialmente." UNESCO/CCI, Manila, 1997.

las técnicas tradicionales, en el comienzo de su oficio no nació como artesano, sino que se convirtió en éste para su subsistencia en el siglo XXI (figura 3).

La diferencia en la definición de estos ejecutantes con otros autores²⁹ es que ellos no contemplaban en el desempeño de sus actividades a la estereotomía, ni su proceso. Es decir, no se sumergían en las actividades geométrico-matemáticas de extracción, corte, trazo, talla, ensamblaje, colocación y terminado de la misma; tampoco a la logística constructiva que era parte del repertorio de conocimientos de este artífice.

Incluso no refieren a la habitabilidad, al acto de vivir, habitar y construir. Esta habitabilidad es cultural, porque en cada comunidad es diferente este proceso de transferencia; es decir, es diferente el hábitat, el habitar y los hábitos comunes, etc. Las soluciones son similares; intervienen la creatividad y la imaginación de un pueblo en diferente temporalidad.

Pero también lo es de manera constructiva-estereotómica, ya que a la vez que el individuo crece, va adquiriendo conocimientos estereotómicos de esa misma habitabilidad: selección y búsqueda de determinada piedra en su hábitat, juegos con herramientas, piedras, etc.; asimismo, la convivencia en el taller va construyendo su conocimiento estereotómico.

5. Contrastar con documentos especializados de la época: tratadistas

Es importante contrastar estos conocimientos con los escritos especializados sobre el trabajo de la cantería. Para las fechas en que se realizó la imagen estudiada (1575 y 1577), se presentan los siguientes

²⁹ Cfr: Martha Fernández, "El albañil, el arquitecto y el alarife", *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, núm. 55, 1986; Benjamín Ibarra Sevilla, "El arte de la cantería mixteca, destreza tecnológica de los indígenas del s. XVI", *ESARQ* (blog), 2014; José Antonio Terán Bonilla, *Los gremios de albañiles en España y Nueva España*, México, UNAM, 1988.

autores que pudieron ejercer una influencia en su obra, o bien en los procesos que el fraile observaba:

- Marco Vitruvio Pollion, *De Architectura Libri decem*, 1486.³⁰
- Leon Battista Alberti, *De re aedificatoria*, 1452.³¹
- Sebastian Serlio Boloñés, *Los libros de arquitectura*, 1537-1551.³²
- Iacomo Barozzio da Vignola, *Regola delli cinque ordini d'architettura*, 1562.
- Andrea Palladio, *I quattro libri dell'architettura*, 1570.³³

Algunos de ellos se realizaron en una temporalidad paralela a la imagen estudiada.

Existen otros documentos elaborados por los mismos canteros europeos. Sin embargo, éstos no se dieron a conocer en México hasta finales del siglo XIX, y se les conoció como la geometría constructiva.³⁴ De estos últimos podemos saber el grado de conocimientos geométricos y matemáticos que poseían para trazar, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- Villard de Honnecourt, 1225-1235.
- Hernán Ruiz, el Joven, *El libro de arquitectura*, 1558-1560.

³⁰ Es decir, Vitruvio le concede mayor importancia a la etapa de extracción del material.

³¹ La aritmética y la geometría; son las ciencias más indispensables para el arquitecto. Suárez Quevedo, UCM, 2009, recuperado de: < <https://biblioteca.ucm.es/foa/peca/num9/0901.htm> >, consultada el 2 de mayo de 2016.

³² Sobresale como el primer tratado de arquitectura que plantea los cinco órdenes.

³³ Otorgándole una importancia a la composición clásica en su conjunto. Andrea Palladio, *Los cuatro libros de la arquitectura*, Madrid, Akal, 2008, pp. 3-8.

³⁴ "Esta geometría primaria expuesta en base a la experiencia en los talleres de cantería medieval, se le llamaría geometría constructiva". José Calvo López, *La literatura de la cantería: una visión sintética. El arte de la piedra: teoría y práctica de la cantería*, Madrid, CEU (Cuadernos de Investigación, 1), 2009, pp. 100-102.

- Ginés Martínez de Aranda, *Los cerramientos y trazas de montea*, siglo XVI.

De *Regola delli cinque ordini d'architettura*, por Vignola,³⁵ destaca la edición de 1764. El libro sirvió como base para muchos artífices de la piedra para edificar obras clásicas de los siglos XVIII y XIX.

En San Luis Potosí, las cuatro localidades de extracción y tallado de la piedra hablan del "Viñola" como un documento referencial de donde sacaron la imagen de los órdenes clásicos aquellos canteros que dijeron conocerlo e identificaron los elementos de una columna y órdenes clásicos.

El propósito didáctico de este tratado es posible identificarlo a través de las detalladas láminas que presenta, en las cuales se ilustra una sección del elemento tipo "corte arquitectónico", así como la planta de cada elemento desde su basa, pedestal, columna, entablamento, etc., como si él mismo lo fuera a realizar.

De este modo, el documento queda como una serie de plantillas listas para su trazo y posterior talla, ya que establece, por medio de los perfiles³⁶ o secciones, el nivel de profundidad a desbatar de la piedra preparada para un determinado elemento arquitectónico.

Al hacer un recuento de los tratadistas, así como de diversos documentos que versan sobre la cantería, se observa la falta del tratamiento o explicación gráfica de algún documento, plano o traza dentro de la imagen estudiada de Sahagún.

³⁵ Nace en Vignola en 1507 y muere en Roma en 1573. Discípulo de Miguel Ángel, al que sucedió en las obras de la Basílica de San Pedro. Sus obras arquitectónicas son la Iglesia del Gesù, Villa Julia y el Palacio Farnesio de Caprarola. Iacomo Baressi da Vignola, *Regla de las cinco órdenes de arquitectura*, Madrid, Extramuros, 2009 (ed. facsimilar de la de 1764, Madrid, Real Academia de Bellas Artes de San Fernando).

³⁶ Referido a la sección del elemento arquitectónico o "corte arquitectónico".

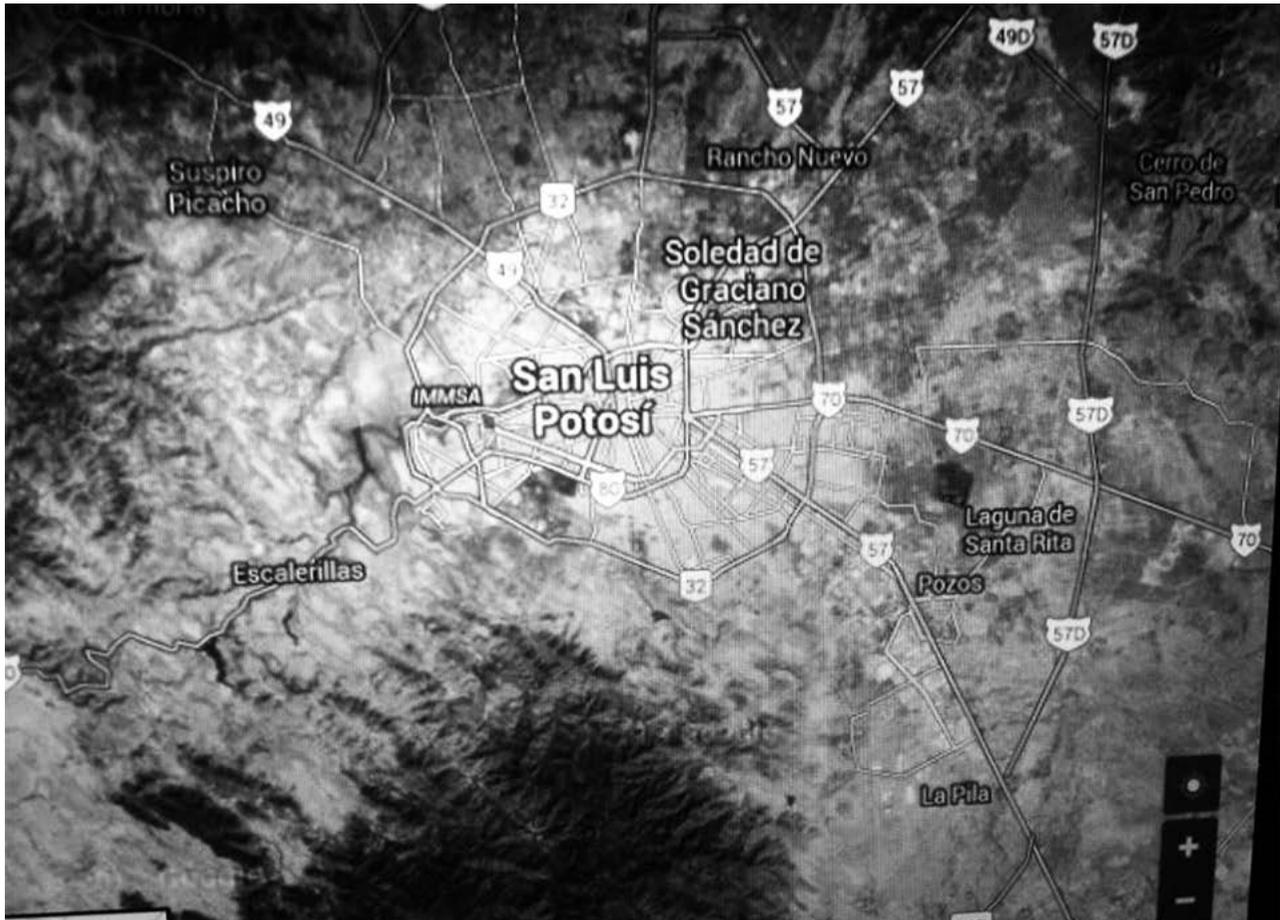


Figura 4. Imagen satelital de los lugares de extracción de la piedra, desde el extremo sureste (El Arroyo-La Pila) y sur (Cañada del Lobo) hasta el suroeste (Escalerillas) de la ciudad de San Luis Potosí. Se trata de sitios con cañadas y fosas tectónicas (Labarthe, Tristán y Aranda, 1982). Fuente: Google Earth, consultada el 9 de mayo de 2016.

6. La imagen en contraposición con lo contemporáneo, entrevistas *in situ* con canteros y su contraste con otras disciplinas: geología, historiografía de la tecnología constructiva histórica, etnografía, etc.

Este paso de la investigación resultó definitivo para contrastar los cambios y permanencias en cada una de las actividades desarrolladas por los canteros.³⁷ El pri-

³⁷ “[...] la tarea de la etnografía a realizar, no fue de una mera observación, ni la descripción simple; sino de la descripción de los significados de la acción humana realizada de tal modo que pueda ser explicada e inteligible”. Se inició el proceso de entrevistas en la periferia de la ciudad, donde se localizan los talleres

mer tercio superior que compone la imagen describe la cantera. Este término hoy en día es usado por los geólogos³⁸ como un “lugar de extracción” de una determinada roca dimensionable. Al analizar la imagen, observamos un conjunto de altas rocas octogonales que explican la lejanía con los poblados, lo que se pudo comprobar con imágenes satelitales (figura 4).

de cantería. Clifford Geertz, *The Interpretation of Cultures*, Nueva York, Basic Books, 1973, pp. 25-27.

³⁸ Entrevista con el ingeniero geólogo Antonio Olvera Campos, director del área técnica de Minería de la Sedesol, San Luis Potosí, 2015. El término “cantera” lo utilizan los geólogos como un lugar de extracción de una roca determinada.



Figura 5. "Cortador" sujetando una barra para fisurar o diaclasar la piedra para hacer un barreno, en el cual será injertada la pólvora o la cal que ayudará al desprendimiento final de la piedra. Cantera La Cueva, al sur de la ciudad de San Luis Potosí. Fotografía de Rocio Ivet Oros Guel, mayo de 2015.

Primera actividad: la extracción o corte de piedra

En la imagen estudiada, observada de arriba abajo, se identifica, en primer plano, el yacimiento de la piedra, también llamado "corte". Se observan tres "cortadores de piedra", dos de los cuales presentan las herramientas descritas como "barras", las cuales ayudan hacer el "apalancamiento" y provocar grietas en la roca. El tercer trabajador retira la piedra redondeada, por lo que ésta rueda y cae del yacimiento.³⁹

³⁹ *Idem.* Se reconoció que la ignimbrita o toba volcánica más dura se localiza en la cantera perteneciente a la comunidad del Arroyo.

Hoy en día, para extraer la piedra se debe realizar un hueco o barreno, el cual se practica en las barras hasta lograr una profundidad de un metro. Al tener el barreno a 80 cm de profundidad, se coloca medio kilogramo de pólvora por cada tonelada de piedra a extraer. También se recurre a dejar tablas de madera —a manera de cuñas— humedecidas para lograr separar la piedra. Cuando se fractura una roca, ésta "se diaclasa" (figura 5).⁴⁰

⁴⁰ En entrevista con el ingeniero geólogo Antonio Pérez se supo que el término "diaclasamiento" se puede aplicar a las cenizas volcánicas o ignimbrita. Cuando se fractura una roca, se dice que "se diaclasa"; es decir, a la acción de fracturar y desprenderse en fragmentos se le llama "diaclasamiento". *Cf.*: Real Acade-



Figura 6. "Oleadas piroclásticas" a las que los picapedreros les designan "paninos"; forman la base de la ignimbrita o toba volcánica, de origen ígneo. Fuente: H. Labarthe y Jiménez, 1992, p. 31.

Otro procedimiento para realizar la extracción consistía en colocar cal en piedra,⁴¹ pero antes era importante conocer el hilo de la cantera para cortarla, ya que se debe "partirla al hilo".⁴² Se hacen todos los "cuñeros" alrededor, se coloca en los huecos la

cal y arriba los cinceles dirigidos hacia la cal; se les coloca agua a cada una de las perforaciones.

La cal se va quemando y continúa el proceso toda la noche; al día siguiente se desprende la piedra de una forma "pareja y limpia" (figura 6).

En el análisis del tercio superior de "El trabajo en una cantera" (figura 1, *supra*) se observa, en el extremo derecho, a un individuo haciendo "rodar" la piedra; es decir, se le tiene que predimensionar o realizar en ella su primera transformación. El tercer trabajador retira la piedra redondeada, por lo que ésta rueda y cae del yacimiento.

La primera transformación de la piedra extraída de la cantera se lleva a cabo para "rodarla" o tras-

mia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2016, recuperado de: <http://www.rac.es/0/0_1.php>.

⁴¹ Cfr: la entrevista con el escultor y profesor Juan Manuel Hernández Fraga. Este método fue corroborado con la información de otro cortador, el maestro Víctor Arredondo Castillo, originario de Pozuelos.

⁴² Término utilizado por los extractores o cortadores de San Luis Potosí, también conocido como parte de la "oleada piroclástica o panino". Corroborado en entrevista con el profesor Juan Manuel Hernández Fraga.

ladrarla al lugar del mismo yacimiento, donde será “transportada” al taller de cantería o al sitio de colocación (figura 7).

Segunda actividad: la preparación de la piedra

En la parte central de la imagen se ilustra cómo los trabajadores la van cuadrando, pues las piedras tienen irregularidades. Allí se ve a un trabajador utilizando una maceta esférica, las cuales eran de doleritas y las herramientas utilizadas para la extracción, pero que cuando se desgastaban eran utilizadas para alisar y labrar las caras de los bloques.⁴³ En la actualidad, en los talleres de la periferia de la ciudad de San Luis Potosí no se emplea esta herramienta, la cual ha sido suplida por la “bocacha” o “marro de boca”, con una apariencia a la de un “hacha”.

Finalmente, en el tercio inferior de la imagen estudiada se observa cómo el individuo de la extrema izquierda “bornea” la piedra con la escuadra; ésta es una actividad de preparación, la cual es realizada por ayudantes o aprendices, además de que el individuo se encuentra sentado, a manera de recibir instrucción. Continuando con el proceso estereotómico, se procede a cortar la piedra mediante la acción de “cuñear” la piedra; se realiza un corte o división de la piedra mediante los “cuñeros” (figura 8), como se conoce a los cinceles o cuñas alineados entre 10 y 15 cm entre cada uno de ellos: al momento de imprimir fuerza sobre éstos, la fracturarán de manera lineal.

Para terminar las actividades de la preparación de la piedra se encuentra la acción de “bornear la piedra” o “destorcerla”; es decir, se emparejan los niveles mediante el uso exclusivo de la escuadra, sin utilizar el nivel de burbuja o de albañil (figura

⁴³ “Utilizaron las rocas más duras (diabasas) para extraer y para trabajar su piedra (granito, caliza y arenisca).” Alonso Ruiz B., *Canteros castellanos en India, siglo XVI*, Madrid, Instituto Juan de Herrera, 2011, pp. 79-80.

9), con la finalidad de obtener un bloque cúbico.⁴⁴ En otras regiones del país, el proceso de retirar las partes salientes, conocido como “cuadrarla o borrarla”, es designado como “dar el paramento”, y al retiro o desbaste se le llama “desgruesar”.⁴⁵

Tercera actividad: la talla de la piedra

Para terminar el análisis de la imagen “El trabajo en una cantera” de fray Bernardino de Sahagún, el individuo en el extremo derecho inferior está tallando una base de la columna mediante el uso de cincel y marro. Esto indica una actividad de talla que implica un conocimiento especializado y con experiencia, así como el conocimiento de la traza geométrica que determina la talla del elemento pétreo y su ensamblaje; por lo tanto, este personaje concentra la experiencia de un maestro en cantería —presenta una cabellera rubia o bien sin cabello, lo cual refiere a un maestro cantero peninsular⁴⁶ o bien a la experiencia del mismo.

Además, se trata del personaje en la imagen que presenta más herramienta, lo cual denota sus amplios conocimientos en el oficio, de manera similar a los talleres de cantería en San Luis Potosí; esto es, por un sentido práctico. Otra forma de identificarlo es debido a su posición dentro del esquema compositivo —en primer plano en el extremo derecho—, lo cual indica una jerarquía, tal como se observa en los actuales talleres de cantería en San Luis Potosí,

⁴⁴ Utilizando las escuadras en vez del nivel de mano o de “albañil”. Entrevista con el maestro Saúl Bravo.

⁴⁵ Pablo Muñoz Rodríguez, *Piedra a piedra*, Guadalajara, UdeG, 1983, pp. 90-92.

⁴⁶ “Uno de los más reconocidos maestros en cantería. Trabajó en la Ciudad México desde 1530 hasta 1562, enseñó el arte de la cantería a los indígenas”. Su descendencia, preparada en el oficio, se cree que fue llevada por fray Diego de la Magdalena en 1592 para enseñar diferentes oficios a la población chichimeca de San Luis Potosí. Juan Miguel Serrera, “Diego Díaz de Lisboa, cantero y arquitecto del virrey Mendoza”, *Laboratorio de Arte*, núm. 5, 1992.

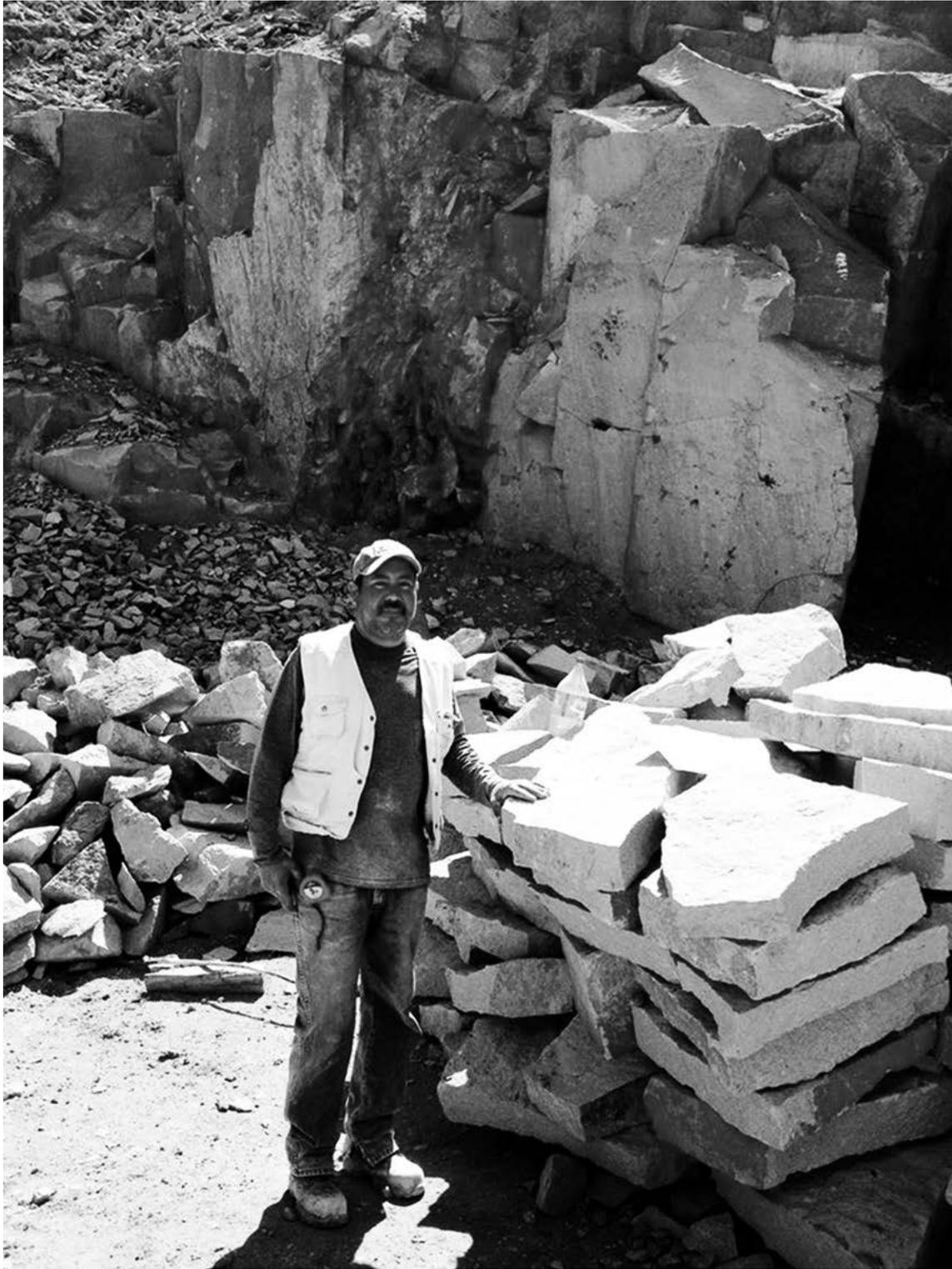


Figura 7. "Cortador" trabajando la primera transformación o predimensionamiento de la piedra. Cantera El Arroyo, sureste de la ciudad de San Luis Potosí. Fotografía de Rocío Ivett Oros Guel, marzo de 2016



Figura 8. La actividad de “cuñear la piedra” implica colocar cuñas o cinceles con una separación de 10 cm y golpear cada uno de ellos, separando los bloques de una manera lineal. Fotografía de Rocio Ivet Oros Guel, 15 de abril de 2015.

donde el líder maestro y patriarca se coloca especialmente frente al taller o en una posición donde sea observado por los demás miembros, de modo que adquieran su conocimiento.

La talla de la piedra en la periferia de la ciudad de San Luis Potosí se realiza a manera de estratos o

desniveles. Los canteros de Escalerillas, comunidad al suroeste de la ciudad de San Luis Potosí, no aplican el término “por robos”;⁴⁷ es decir, “no se roba nada,

⁴⁷ El método de corte que en España se le denominó “por robos” y que Palacios denominaría “por baibel!”. En San Luis Potosí, Mé-



Figura 9. Actividad de "bornear la piedra" ayudándose de escuadras y reglas para lograr un bloque cúbico. Fotografía de Rocio Ivvett Oros Guel.

porque con nada se quedan"; en cambio, a la actividad que utilizan para tallar se le designa como "reti-

xico, el término "corte" se refiere a la extracción de la piedra, y el término "tallar" es utilizado para el desbaste o dar forma a la piedra. José Palacios Gonzalo, *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento español*, Madrid, Munilla-Leira, 2003, p. 20.

ro o talla por estratos o niveles" (figura 10).⁴⁸ La traza y la talla correcta determina una estructura sólida a

⁴⁸ "[...] los dos métodos de corte para Derand reciben los nombres de 'panneaux' (paneles) y 'equarrissement' (cuadratura)". Es decir, por paneles. *Idem*.



Figura 10. En el proceso de la "talla" se empieza a desbastar o retirar el material de acuerdo con estratos o niveles, empezando a definir con el nivel más profundo. Este procedimiento se observó en Escalerillas, San Luis Potosí. Fotografía de Rocío Ivett Oros Guel.

consecuencia de las características del material constituyente de la estructura, ya que la piedra debe presentar una precisión en sus uniones y un ensamblaje exacto en todo el elemento (figura 11).⁴⁹

Se identificaron herramientas muy sencillas, que a su vez aparecen en la imagen analizada: cincel,

⁴⁹ "Debido a las características de la piedra, no admite tolerancias por la exactitud del encaje y al derroche de energías que hubiera supuesto un mínimo desorden en las piezas". Juan Cabrera Aceves, *Templos novohispanos de Valladolid*, Morelia, Patrimonio Humanidad, 2011, p. 77.

marro e incluso la piedra. Se trata de herramientas elementales utilizadas y probadas por diversas generaciones constructivas, y que es frecuente observar en los actuales talleres de cantería debido a su fácil manejo, además de que resultan primordiales para la ejecución de la cantería y del conocimiento estereotómico.⁵⁰

⁵⁰ "Una regla de trabajo es que las herramientas más simples registran duraciones muy grandes, y que las herramientas complicadas presentan episodios breves de invenciones." George Kubler, *La arquitectura mexicana del siglo XVI*, México, FCE, 1982 [1948].



Figura 11. Herramientas utilizadas por los canteros de San Luis Potosí, similares a las presentadas en la imagen estudiada de Sahagún; entre ellas se identificaron, de izquierda a derecha: bocón o máquina, dos cinceles, dos escoplos y dos gradinas o “perros”. Fotografía de Rocío Ivett Oros Guel, abril de 2015.

7. Ausencias de la imagen

“Lo esencial es invisible a los ojos”:⁵¹ es importante hacer la lectura de lo que no está, de lo que se dejó a un lado, cuyo verdadero valor no es evidente. En esta ima-

⁵¹ Antoine de Saint-Exupéry, *El principito*, 1943, capítulo xx, recuperado de: < <http://www.agirregabiria.net/g/sylvainaitor/principito.pdf> >.

gen Sahagún no registró la actividad medular del oficio del cantero. La traza es definitoria para la talla de la piedra, así como para su terminación y, finalmente, para el ensamblaje de la pieza (figura 12).

La estereotomía también implica las posibilidades tecnológicas del manejo y transporte de la piedra utilizada en la construcción. Sahagún plantea esta actividad en otras imágenes ubicadas en el mismo

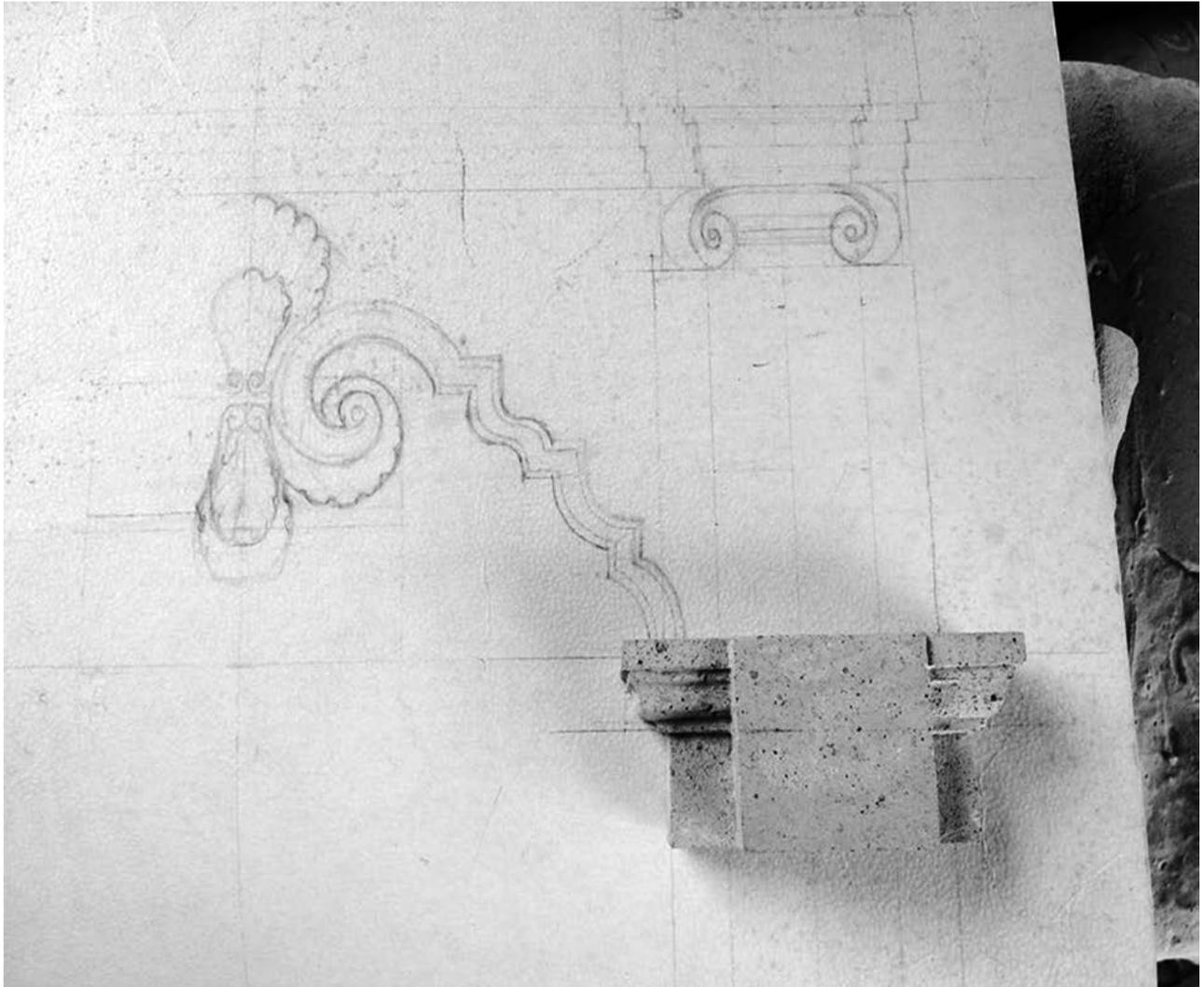


Figura 12. El trazo geométrico contempla la habilidad matemática de esculpir en la piedra la imagen diseñada o solicitada. Incluye un conocimiento clásico de las proporciones. Fotografía de Rocío Iveti Oros Guel, octubre de 2015.

códice.⁵² Incluso explica la transmisión del conocimiento del maestro aprendiz, o bien del padre al hijo, en el *Códice matritense*.

Otra de las actividades no localizadas en la imagen de Sahagún fue la del ensamblaje —la cual también es determinada por el trazo geométrico-matemático— y colocación de la pieza, ya que, se-

⁵² Allí se presenta una ilustración de una carretilla, la cual se utilizaría para transportar una piedra para la construcción de la nueva Catedral de México, jalada por una multitud de indígenas.

gún la dimensión de la pieza tallada, se puede terminar en el taller o en la obra misma. La importancia radica en dejar la dimensión justa (figura 13), para recibir la pieza y “ahogar” o recibir el mortero en ese hueco, de modo que provoque una unión sólida. La importancia de un buen trazo, así como de la talla precisa, se observa en el momento del ensamblaje, al ver la precisión de las piezas y cómo se van “trabando” una a una, con el muro o elemento de carga, hasta terminar el elemento. Con esto se percibe un elemento sólido, al trabajar cada pieza como parte de



Figura 13. Se observa la habilidad del maestro cantero al realizar el trazo geométrico preciso del elemento a tallar; esta precisión se demuestra en el momento del ensamblaje. Fotografía de Rocío Ivett Oros Guel, diciembre de 2015.

su estructura. El elemento tallado en piedra evocará finalmente una armonía arquitectónica (figura 14).

Dentro de la colocación es importante reconocer el llamado “perpetuo silencio”, también designado como “mundo nebuloso y oculto de la tratadística medieval aplicada a la estereotomía”, referente al complicado proceso geométrico-matemático que genera como resultado una serie de trazos y patrones que, a través de la talla y una cuidadosa codificación de piezas, incluye la comprensión de los tratados de cantería.

El trazo, la talla y la colocación justa de las piezas promueven en conjunto una armonía constructiva transcendental.

Otra de las actividades que no se presenta en la imagen estudiada es la referente al acabado final. La actividad de terminación consiste en definir los más pequeños detalles —mediante punzones, que son cinceles afilados con terminación de aguja—, pero también en no dejar las ralladuras realizadas por la misma herramienta. Esto se logra mediante el uso de diferentes tipos de lijas o piedras esmeriles. La última

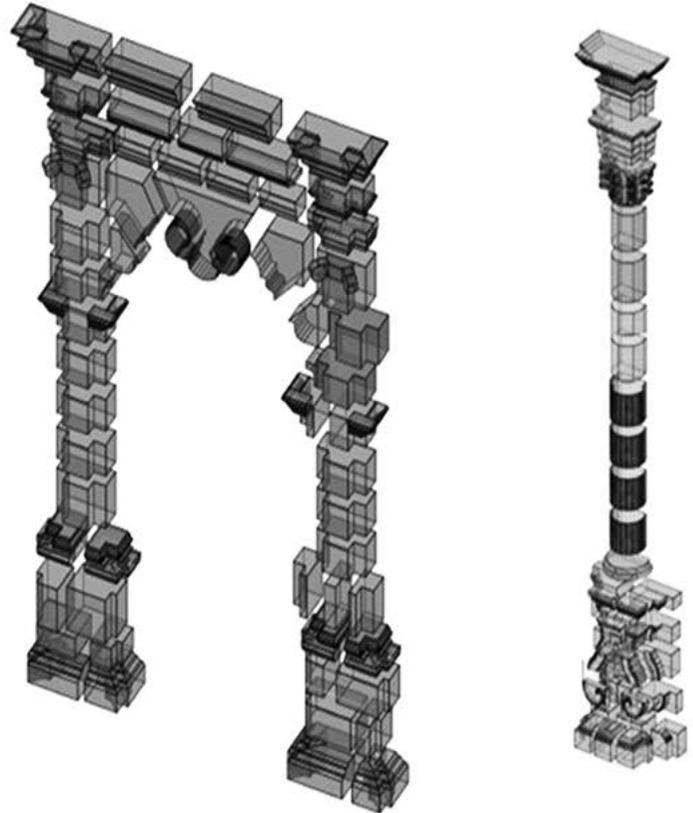


Figura 14. A la izquierda se aprecia el terminado final de la pieza, en la que se definieron los más pequeños detalles, el acabado terso por medio de esmeriles y la limpieza con cepillos y esponjas húmedas. En la parte central y derecha se observan imágenes en 3D del ensamblaje estereotómico, que evoca una armonía constructiva-estructural trascendente. Fotografías de la tesis de doctorado de la autora, 2016.

parte del terminado consiste en lavar la piedra utilizando cepillos o esponja húmeda, con el objetivo de retirar el polvo que se desprendió de este último proceso (figura 14).

8. Lectura secuencial de imágenes descompuestas: proceso estereotómico

La imagen estudiada, por lo tanto, refiere a un conjunto de diversas actividades secuenciales realizadas por diferentes artífices de la piedra; es decir, indica un proceso constructivo que es particular y distintivo del oficio, referido esencialmente a la parte más importante y que no se presenta como imagen, sino como ausencia: la traza geométrico-matemática —el también conocido como “perpetuo silencio”—. El

estudio estereotómico en la ciudad de San Luis Potosí a lo largo del tiempo contempló los conocimientos sobre las condiciones de los materiales utilizados, su proceso, sus herramientas, técnica, composición geológica del yacimiento o cantera, trabajo estructural —tipo de edificación—, estudio de tratadistas y actividades estereotómicas con el paso de los años, lo cual, en conjunto, le dio al trabajo estereotómico de la piedra un resultado volumétrico excepcional y único.

El proceso estereotómico en San Luis Potosí nace del sincretismo constructivo a finales del siglo xvi.⁵³

⁵³ El 4 de marzo de 1592 se descubren las minas de cerro de San Pedro, lo cual promueve la fundación legal del pueblo de San Luis para el abastecimiento de las minas mencionadas. Primo Feliciano Velázquez, *Historia de San Luis Potosí, colección*, t. 1, San Luis Potosí, El Colegio de San Luis, 2004, p. 461.

El primer gran retraso de 10 años en la obra de la parroquia del entonces pueblo de San Luis manifestó las dificultades iniciales del sincretismo constructivo: diferentes conocimientos edificatorios ancestrales y habilidades técnicas de diversos grupos étnicos⁵⁴ —chichimecas, tlaxcaltecas,⁵⁵ mexicas y purépechas— coordinados por pocos individuos de diferentes culturas y saberes constructivos medievales —peninsulares españoles y portugueses—, dieron paso a las primeras dificultades técnicas y constructivas del sitio, y asimismo, al reto de coordinarse en una unidad bajo las reglas de “la cadena de mando” por el peninsular constructor.

La materialización del proceso estereotómico

Durante el siglo XVIII, gracias a la bonanza económica producida por el desarrollo minero en la región, hubo un auge constructivo en cuanto a arquitectura religiosa. El reflejo de la economía como parte de la cultura de la época se manifestó en el templo de Nuestra Señora de la Virgen del Carmen, donde se observa un derroche de recursos económicos en detalles que tal vez pasen inadvertidos; por ejemplo, las columnas fueron labradas con la misma piedra —veta—, sin “ajustes” de otro tipo de piedra, y las piezas que presentan son monumentales. Esto indica una importante inversión de recursos económicos al pagar la extracción, transporte, trazo, talla y colocación en sitio de piezas monumentales de un solo tipo de piedra, para lo cual se tuvo que haber pagado una cantera o yacimiento con la misma veta completa (figura 15).

Lo anterior contrasta con la desproporcionada, ecléctica y monumental factura popular del Santuario

⁵⁴ Pueblos de indios establecidos desde finales del siglo XVI y principios del XVII, fundados en su mayoría por indígenas de diversas etnias, mestizos, mulatos y advenedizos. En ellos habitaban individuos ubicados a extramuros del pueblo español de San Luis y en dirección a las canteras.

⁵⁵ A extramuros del pueblo español de San Luis, los grupos indígenas fueron separados según su oficio y etnia.

Guadalupano, edificado en el siglo XVIII como un “templo de misericordia o de limosna”, donde el cabildo estuvo a cargo de su edificación y se aceptaron donaciones monetarias y en especie, pero también contribuciones en tiempo mano de obra. Esto se aprecia en la diversidad de la terminación de la piedra; es decir, en los “ajustes” de los elementos arquitectónicos y en la desproporción de algunos elementos decorativos tallados en piedra, debido a que en estas obras los grupos indígenas aprendieron las técnicas de la construcción en la práctica, como su aporte en especie a la edificación del templo.

El encargado por el cabildo de “delinear” o dirigir la obra fue el arquitecto aficionado Felipe Cleere, quien sólo determinaría el tipo de decoración formal a tallar en piedra, utilizando el tratado de *Vignola*, cuyos detalles son copia fiel del documento.

La organización y dirección como tal fue del sobreestante y jefe de taller de cantería Fernando Herrera,⁵⁶ quien coordinó los trabajos edificatorios de la portada tallada en cantería hasta el nivel de bóvedas. Incluso no se reconoció a Cleere como un facultativo de la cantería en su época (figura 15).⁵⁷

Conclusiones

Lo relevante del estudio de una imagen no fue sólo la descomposición y análisis de cada uno de los elementos que lo componen ni la influencia del autor como editor y su preparación. En cambio, se trata de ir más allá, de contrastar la imagen estudiada a la luz de datos encontrados *in situ*, lo cual impli-

⁵⁶ AHESLP, “Actas de cabildo, Cuentas de la construcción del Santuario de Ntra. Sra. de Guadalupe. Cuentas 1772-1819”.

⁵⁷ “[...] No hubo facultativo de ella, que se determinase la composición —del elemento arquitectónico— hasta que por influxo del Señor Don Felipe Cleere actual Yntendente de Zacatecas fueron de esta ciudad del Potosí dos Yndios llamados Antonio Sanchez y José Joaquín Rodríguez quienes reformaron y compusieron la obra del templo.” Carlos Chanfón Olmos, *Historia de la arquitectura y urbanismos mexicanos*, México, UNAM/FCE, 2004. p. 272.

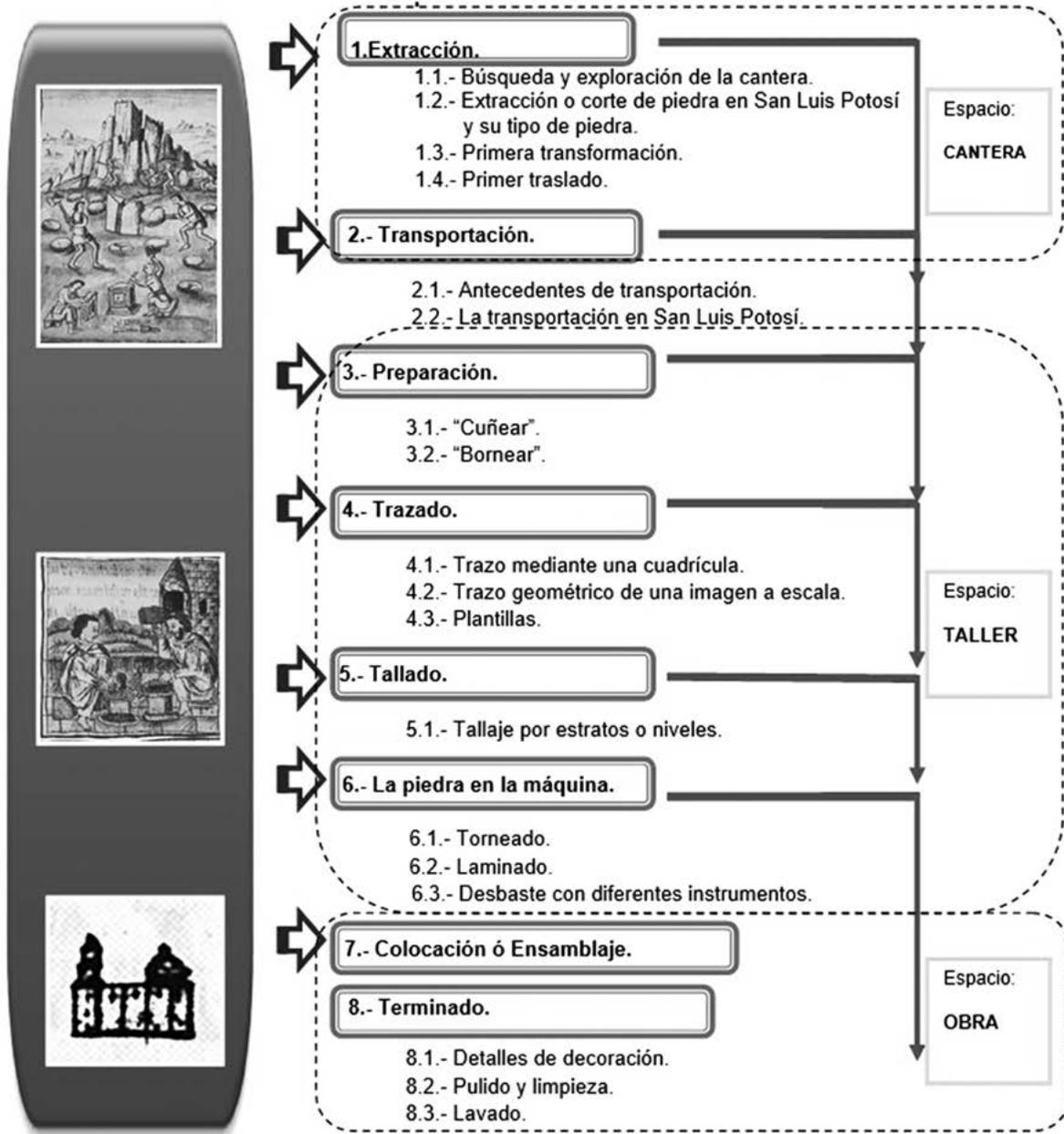


Figura 15. Esquema del proceso estereotómico y las actividades ejecutadas por los artífices de la piedra en San Luis Potosí. Imágenes del *Código Florentino* (1575-1577) y del plano de San Luis Potosí de Burgoa (1794).

có escuchar y analizar las voces que transmiten la sabiduría ancestral constructiva, pues sin éstas los pueblos no tendrían memoria.

Asimismo resultaron fundamentales la comparación, el contraste y el aporte con otras disciplinas para proponer nuevas lecturas, de modo que la pre-

sente investigación sirva como elemento de comparación con otras formas de trabajar la piedra y las diferentes actividades que conlleva el proceso estereotómico (figura 16). La imagen denominada "El trabajo en una cantera" contiene datos veraces y representativos del espacio.

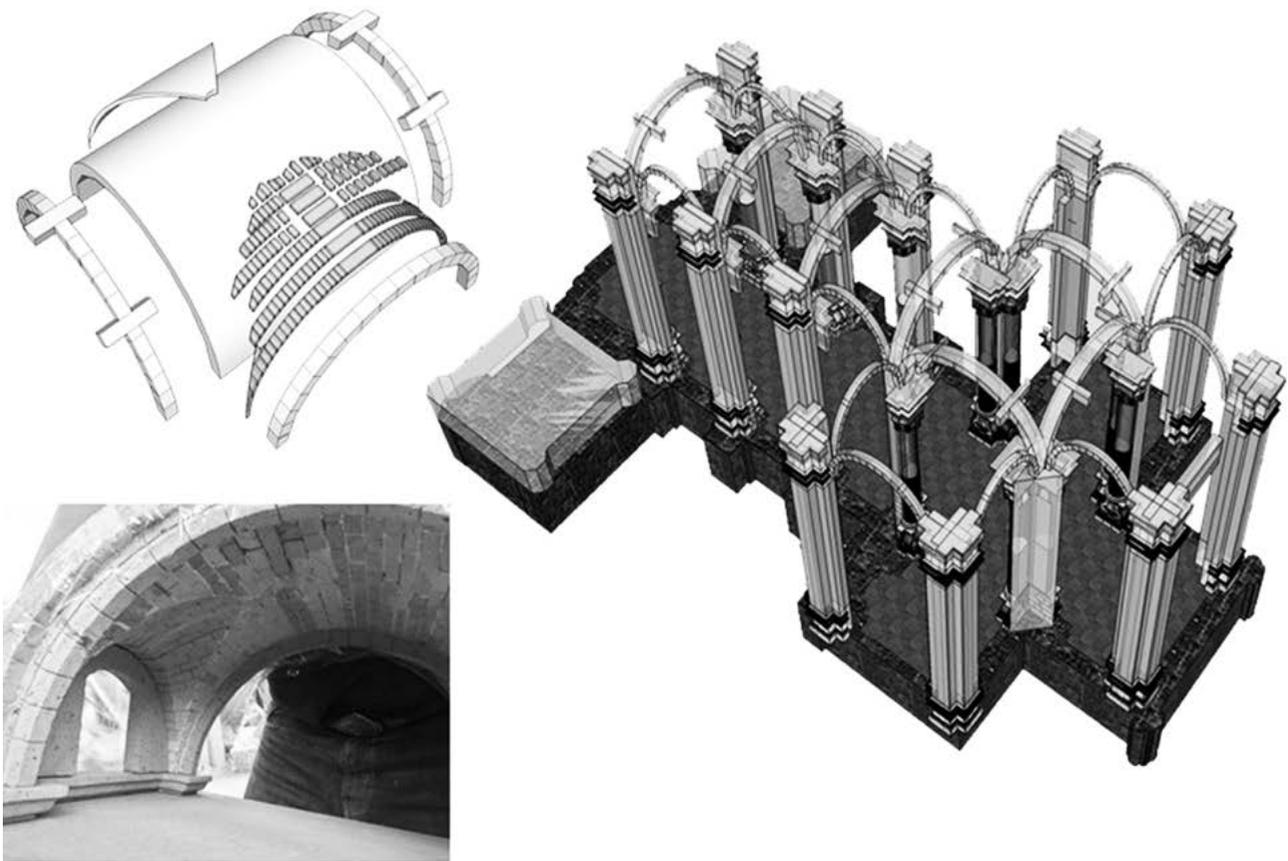


Figura 16. Arriba, a la izquierda, se observa la bóveda de lunetos. Abajo, la reconstrucción de la bóveda de lunetos a escala, realizada por los canteros en mayo de 2017. A la derecha está una vista del Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe, donde se aprecian los elementos estereotómicos estructurales: columnas y contrafuertes, los arcos transversales llamados “fajones” y los arcos en el sentido de la nave llamados “formeros”, edificados por el maestro de cantería Fernando Herrera, sobrestante de la obra. Fotografías de la tesis de doctorado de la autora, 2016.

En primer lugar es necesario denotar que el término “cantera” refiere en exclusiva al lugar de la extracción y no al taller como otro espacio de transformación de la piedra; tampoco hace referencia a la obra como tal en relación con el análisis y contraste con las imágenes antecesoras, lo cual demuestra la detallada observación y análisis, además de los filtros culturales y la estructura cognoscitiva de Sahagún (figura 16).

La relevancia del análisis estriba en retomar el estudio de los códices, los cuales presentan datos únicos del estadio histórico que se proponen representar; es decir, se pretende rescatar el conocimiento mexicano a punto de ser exterminado, además de

demostrar el sincretismo cultural que fue empapando la vida cotidiana del siglo XVI en la Ciudad de México y sus alrededores. De igual manera, el presente estudio propone una constante revisión y un trabajo de contraste con los tratados, así como con documentos de geometría constructiva.

Entre las permanencias de las actividades en el proceso de la cantería, de acuerdo con la imagen de Sahagún se encuentran las siguientes:

- Las canteras pueden localizarse por su topografía accidentada, con la presencia de cañadas y fosas tectónicas, donde se observan las “oleadas piroclásticas”.

- Se preserva la técnica de “apalancamiento” en la roca, a fin de diaclasar el material.
- En la actualidad se conserva un tratamiento de la piedra en la cantera para trasladar el material.
- En la “preparación de la piedra” es importante verificar “el hilo de la cantera”; es decir, ver el sentido o la dirección de la veta. Se realiza la acción de “cuñear” la piedra para dividirla y extraer el material a trabajar, para luego borrarla o cuadrarla.
- Las herramientas más sencillas perduran a través de los siglos: la propia piedra para la percusión, así como el cincel, el escoplo, la gradina y el marro para la talla.

Los cambios hallados respecto a la investigación *in situ* comprenden las siguientes actividades:

- La talla de la piedra en San Luis Potosí se realiza de acuerdo con el tipo de trazo, y éste determina los diferentes desniveles, estratos o superficies a tallar. El término “cuadrar” refiere a una de las actividades del proceso de preparación de la piedra y se presenta incluso antes que el trazo.
- En la trasportación, antes se empleaban carretas y narrias, jaladas por burros o bueyes; hoy en día se utilizan camionetas y camiones.

La lectura de los elementos que no aparecen resulta verdaderamente significativa en el proceso: la traza geométrica, la cual está íntimamente relacionada con el silencio arraigado del gremio, así como a la conservación del saber ancestral para uso exclusivo del grupo familiar constructivo; es decir, a la cultura constructiva particular de un pueblo. La traza geométrica conlleva a la realización de las plantillas; es primordial para las siguientes etapas, como la talla y el ensamblaje, y se le considera el eje que deter-

mina la buena estructura del elemento construido.⁵⁸ Las plantillas⁵⁹ también son el recurso gráfico para transmitir el conocimiento a otras generaciones.⁶⁰

Dentro de las hipótesis de su ausencia, destacan:

- a) Entrevistas muy respetuosas al “silencio”, en cuanto a tiempo y forma.
- b) El autor consideró que otros documentos se encargarían de dar esta explicación.

El proceso estereotómico cultural comprendió la logística constructiva de un artífice de la piedra, ubicado actualmente en la ciudad de San Luis Potosí, de acuerdo con los saberes y la organización ancestral de su propia cultura, así como la habitabilidad y apropiación del material como grupo cultural constructivo. Estas actividades presentan el uso de la estereotomía, y en sus bases geométricas exponen un razonamiento matemático, lo cual conlleva a un proceso de organización mental. De ahí nace también el perpetuo silencio.

El proceso estereotómico contempla finalmente, en orden secuencial, las siguientes actividades: extracción, primera transformación, diferentes trasladados, transportación, preparación de la piedra, traza, talla, ensamble-colocación de la pieza y terminación de la misma. La cantería en San Luis Potosí, como producto terminado, expone con éxito cada una de las actividades propias del oficio; es en sí misma un conocimiento estereotómico de cada una de éstas, llevadas a un correcto y habilidoso término, que presentan el conocimiento tratadístico, estructural, geométrico, matemático, geológico y pedagógico.

⁵⁸ “La realización de las plantillas implica un conocimiento matemático y geométrico, que sólo se puede desarrollar con la experiencia en la talla de diversas imágenes, y le otorga un grado al cantero”. Rocío Ivett Oros Guel, “Los artífices de la piedra y su producción en la ciudad de San Luis Potosí. Estereotomía y transferencia cognoscitiva”, tesis de doctorado, Morelia, PIDA-UMNSH, 2017, p. 139.

⁵⁹ “Patrones a tamaño natural”. J. Palacios, *op. cit.*, p. 17.

⁶⁰ R. I. Oros Guel, *op. cit.*, pp. 228-229.

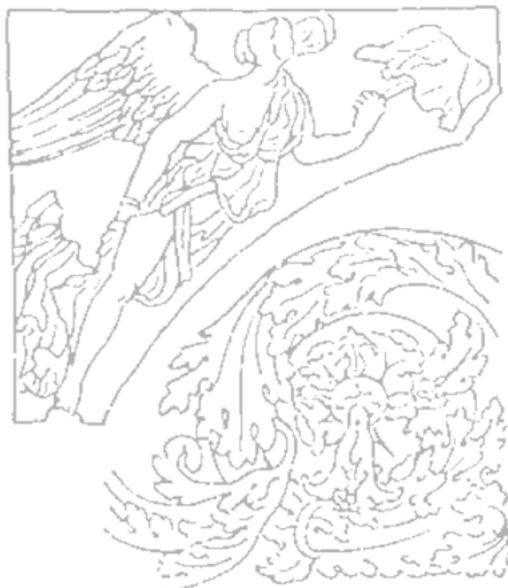
El conocimiento estereotómico-constructivo lo conforma también la imaginación y creatividad del pueblo que edifica; en el caso de los artífices de la piedra, se inicia con conocimientos elementales, con razonamientos lógicos y matemáticos; se agregan la recopilación de acervos de conocimientos edificatorios, la búsqueda habitual de antiguas canteras, pero sobre todo el aporte y la guía de mentores depositarios de saberes ancestrales.

Al conocer con precisión el material disponible de su entorno, así como sus cualidades, se apropian de este material pétreo y lo transforman, lo cual conlleva una sabiduría ancestral que tuvo sus bases en el sincretismo constructivo particular, debido a los diversos grupos culturales que intervinieron en la edificación y conformaron otra cultura constructiva, impregnada por diversos tipos de antecedentes, experiencias, organización laboral, herramientas, dominio de los materiales, lexicología, etc.; es decir, imprimieron en

el proceso estereotómico constructivo diferentes cosmovisiones.

La difusión de este conocimiento estereotómico se ha enriquecido en la práctica constructiva, donde se transmitían verbalmente esos saberes en exclusiva a los miembros de ese grupo familiar; de acuerdo con la investigación realizada *in situ*, lo transmitían gráficamente a través de las plantillas realizadas por el maestro con más experiencia o el más hábil en el oficio.

El conocimiento se va transmitiendo de generación en generación a base de ensayos y errores, pero sobre todo contiene y reproduce el cariño al conocimiento por el oficio de la cantería, el cual no sólo representa la forma de vida de un grupo familiar o una comunidad, ya que al mismo tiempo personifica su identidad cultural, materializada en monumentos edilicios que son representativos de una sociedad. A su vez, este conocimiento estereotómico cultural conforma el patrimonio intangible de la nación.



La noria de San Roque en Tepeyahualco, Puebla: un ejemplo singular de la arquitectura hidráulica

Fecha de recepción: 31 de julio de 2018.

Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2018.

La forma en que el ser humano se adapta a la naturaleza produce obras singulares que hoy no sólo se reconocen por su funcionalidad o su historia, sino también por la respuesta espacial, material y constructiva empleada en éstas. Las norias o ruedas hidráulicas incluidas en las haciendas son parte de esos ejemplos que, en el funcionamiento diario de la actividad agrícola o ganadera, hablan del territorio y sus recursos naturales. La extracción del agua en la hacienda de San Roque se dio mediante tracción animal, a través de una rueda con 99 cubos útiles, según los datos históricos. Su arquitectura irrumpe en el imponente paisaje de la antigua alcaldía mayor de San Juan de Los Llanos. Su mecanismo y construcción expresa conocimientos especializados e ingeniosamente utilizados de extracción, elevación y distribución del agua.

Palabras clave: noria, arquitectura hidráulica, Tepeyahualco.

The way that man adapts to nature produces unique works now recognized not only for their functionality, or their history, but for the spatial, material and constructive response used in them. The *noria* or hydraulic wheel included in haciendas are part of those examples from the daily operations in agricultural or livestock activity that speak of the territory and its natural resources. Water extraction on the hacienda of San Roque was carried out by animal traction through a wheel with ninety-nine useful cubes according to historical data. Its architecture bursts onto the impressive landscape of the former district of San Juan de Los Llanos. Its mechanism and construction expresses specialized and ingeniously used knowledge of the extraction, elevation and distribution of water.

Keywords: *noria*, hydraulic architecture, Tepeyahualco.

44 | **L**a habilidad constructiva presente en infinidad de construcciones históricas ha sido desdeñada en la enseñanza de la historia de la arquitectura. Vemos cómo sólo algunos casos han sido validados por sus particularidades de concepción, diseño, técnica o materialidad, y han logrado ser incluidos en la historiografía arquitectónica mexicana. La omisión ocasionada por la falta de investigación histórica y gráfica sobre la fábrica de tales edificaciones, a pesar de archivos estatales, municipales y particulares, con un cúmulo de información para ser revelada, sigue limitando la historia materializada local o regional de nuestros pueblos.

Además, estamos ante una realidad que ve cómo algunos ejemplos singulares de la historia de la construcción del país desaparecen por el desuso y las presiones inmobilia-

* Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

** Profesor-investigador de la Facultad de Arquitectura de la BUAP y miembro del Cuerpo Académico Estudios Arquitectónicos.

*** Profesor-investigador de la Facultad de Arquitectura de la BUAP, coordinadora de la maestría en arquitectura con especialidad en conservación del patrimonio edificado de la BUAP y responsable del Cuerpo Académico Estudios Arquitectónicos.

rias que avanzan a pasos agigantados; algunos otros ejemplos se intervienen para el aprovechamiento de sus espacialidad, pero la dimensión material relacionada con los materiales y sistemas constructivos que asimismo forman una parte importante de la historia y el desarrollo de los pueblos, se conoce y reconoce poco como parte de la evolución que hemos tenido como sociedad en cada etapa de la historia del país.

A pesar del número limitado de ejemplos conocidos, ante el amplio universo de construcciones singulares que en el territorio nacional existe, esto de ninguna manera demerita las aportaciones que en el campo de la construcción de la arquitectura ofrecen obras materiales prehispánicas, ejemplos del virreinato, del México independiente, de la etapa posrevolucionaria y aun de la época contemporánea. Todas forman parte de un proceso sociocultural dinámico.

Ante este panorama, estudios o casuísticas locales sobre arquitectura, materiales y sistemas constructivos cobran relevancia a partir del planteamiento de Bonfil Batalla: "México (valga insistir sobre una realidad obvia y, tal vez por ello, frecuentemente ignorada) no es una sociedad culturalmente unificada".¹ ¿Entonces, por qué lo debería ser su arquitectura y la forma de construirla? Las regiones del país y los entornos naturales presentan características diferentes, y los pueblos que habitaron el actual territorio nacional también fueron disímiles en su conformación y comportamiento sociohistórico; luego entonces, las obras materiales presentan realidades diferentes, así como serán diferentes las exigencias espaciales y las respuestas constructivas.

Con estos argumentos, el trabajo sobre la noria de la hacienda de San Roque en el municipio de Tepeyahualco, estado de Puebla, pretende contribuir a

¹ Guillermo Bonfil Batalla, "Nuestro patrimonio cultural: un laberinto de significados", en *Patrimonio Cultural y Turismo*, México, Conaculta (Cuadernos, 3), 2003, p. 49.

entender parte de ese universo regional y local de las obras tecnohidráulicas que las haciendas incorporan en su funcionar diario, así como ofrecer información de aspectos constructivos de la noria. Esto forma parte del proyecto de conservación que se propone para la edificación ante los graves problemas de deterioro que se evidencian en la escalera de tan magna obra. Un dato por demás importante es el interés que mostró por el caso el maestro Leonardo Icaza Lomelí, quien tuvo un primer acercamiento con un grupo interdisciplinario de profesionistas² interesados en preservar esta obra hidráulica, hoy referente de la hacienda de la que forma parte.

A partir de un trabajo de carácter empírico que nos acercó al objeto de estudio, se pasó al trabajo riguroso desde un marco analítico, en el que la contribución de diferentes disciplinas planteó, en primer lugar, contribuir al conocimiento de este ejemplo de arquitectura hidráulica, establecer la manera en que funcionaba y las partes que la componen; en un segundo momento, establecer trabajos de restauración necesarios que garanticen su permanencia, y finalmente, a través de la difusión sobre la singularidad de la obra material, lograr el reconocimiento tanto de especialistas como de la población en general.

La hacienda de San Roque. Unidad de producción

Antes de hablar de la noria debemos contextualizarla. Para esto es necesario conocer aspectos de la hacienda de San Roque, una unidad productiva más de las varias haciendas en los municipios Oriental,

² El grupo interdisciplinario se integró con la licenciada Lourdes Maldonado Ramos, con estudios de antropología social; Arturo Cordova Durana, con estudios de historia de Puebla e historia regional de San Juan de Los Llanos; Enrique Gómez Osorio, arquitecto del Centro INAH Puebla, y los arquitectos Alejandro Enrique Benítez Barranco y María del Carmen Fernández de Lara Aguilar, ambos con estudios de restauración. El grupo recibió una primera asesoría por parte del maestro Icaza acerca de la arquitectura para el agua en la ciudad de Puebla.

Libres, Cuyoaco y Tepeyahualco, integrantes de la antigua alcaldía mayor de San Juan de Los Llanos, en territorio poblano.

Una breve semblanza de la hacienda de San Roque la sitúa en el actual municipio de Tepeyahualco de Hidalgo, en la parte centro-norte del estado de Puebla, a una altura de 2 374 msnm, entre los paralelos 19° 30' 39" de latitud norte y los meridianos 97° 32' 28" de longitud oeste, de acuerdo con los datos del INEGI de 2010. Históricamente hablando, la hacienda se ubicó estratégicamente en la vera del camino real que comunicaba el puerto de Veracruz con las ciudades de Puebla y de México. Se edificó cerca del mesón de Virreyes, construcción que durante siglos sirvió como albergue para los cientos de viajeros que llegaban de la península ibérica a la Nueva España en busca de mejores horizontes. Entre estos personajes, lo mismo llegaban a pernoctar comerciantes, mineros, labradores e incluso vagabundos, como también lo hicieron obispos y virreyes, quienes llegaban a la Nueva España a tomar posesión de sus cargos en el gobierno civil o eclesiástico.

Ya en el México independiente, la hacienda se benefició con el cercano paso del Ferrocarril Interoceánico, que transportaba a personas y mercancías por el mismo camino que durante siglos había cumplido el mismo cometido a caballo, en carretas o diligencias.

La importancia de la hacienda de San Roque radica en haber sido una unidad de producción agrícola-ganadera de carácter civil que, junto con otras de igual condición, como Micuautla, Jalapasco, La Cofradía, Pizarro, Soto, Tetipanapa y Mazatepec, compitieron en producción, en condiciones desiguales, con el poderoso sistema hacendario jesuítico establecido en la región, integrado por haciendas como San Miguel Atotoltepec o San Miguel Barrientos, Santa Lugarda, La Concepción, Teoloyuca y La Noria, sostén económico de la orden jesuita establecida en la noble y leal

Puebla de los Ángeles desde 1578, y cuya sede se encontraba en el Colegio de la Compañía de Jesús del Espíritu Santo, hoy centro rector de la actual Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), primera institución pública de nivel superior del estado.

Dentro del valle poblano-tlaxcalteca se encontraban las haciendas más productivas. Referencias históricas del siglo xvii establecen lo siguiente:

Cogiendo por centro de la ciudad, a corta distancia (pues las más retiradas no pasan de 12 leguas), hay en este obispado muy grande cantidad de haciendas de labor; las de ganado mayores están algo más retiradas. Por la parte del Sur está el valle de Atlixco con 72 haciendas, las dos de temporal y las demás de riego; en que se da prodigioso trigo. Por la parte del Poniente está la provincia y valle de Huejotzingo con 76 *haciendas de labor de riego, sin otros muchos ranchos de temporal*.

Por la parte Norte está la grande provincia de Tlaxcala con muchas haciendas de labor de riego y temporal y por la parte del Oriente está la sierra de Tlaxcala a la linde de la provincia de Tepeaca con distintas haciendas de labor y ganados menores.³

La fertilidad del territorio permitió que en la parte oriental a la que se refiere la cita se establecieran innumerables haciendas, entre ellas la de San Roque (figura 1).

En cuanto a sus propietarios, se tiene registro de dueños particulares de la hacienda de San Roque desde 1680, cuando el juez y capitán Alonso Ramírez de Vargas certificó ante el escribano público Nicolás Suárez la venta y posesión de la misma.

Para 1745 los dueños de la finca eran don Ignacio Díaz de Córdova y doña Magdalena Huarte y Orosqueta, quienes la vendieron a don Marcos de

³ Miguel Cerón Zapata, *La Puebla de los Ángeles en el siglo xvii. Crónicas de la Puebla*, México, Patria, 1945, pp. 46-47.



Figura 1. Fachada de hacienda nueva de San Roque. Fotografía de la arquitecta Laura Rodríguez Fernández, 2015.

Acosta en 28 000 pesos de oro común.⁴ En 1789, debido a un proceso criminal sobre temporalidades promovido por don Francisco Monroy, teniente general de alcalde mayor de San Juan de los Llanos, se hicieron valuar dos haciendas, la de Santiago y la de San Roque, ante el juez José Pérez Platón.⁵ En 1870 la posesión de la propiedad era de don Genaro Limón,⁶ y para 1958 la tenía en propiedad don Federico Limón, integrante de una de las familias

de mayor influencia por el número de propiedades productivas, quienes llegaron a tener en posesión varias haciendas y ranchos en la región de Tepeyahualco (tabla 1).

Hoy en día, esta insigne obra hidráulica ubicada en la hacienda de San Roque se encuentra dividida entre los descendientes de la familia de don Genaro Limón y la familia Carmona Barrientos. Esta última tiene la posesión de la noria, objeto de estudio y motivo del trabajo que aquí se presenta, mientras que la familia Limón posee la otra mitad.

Sobre los últimos dueños de la hacienda de San Roque en particular, de manera cronológica encontramos a José de Jesús Carrión como propietario en

⁴ Archivo General de Notarías de Puebla (AGNP), 1745, ff. 130-131, 162-163, 179, 193.

⁵ Archivo General Municipal de Libres, Puebla (AGMLP), 1789, f. 3.

⁶ *Ibidem*, 1870, f. 34.

Tabla 1. Cronología de los datos históricos referentes a la hacienda y la noria de San Roque, con base en la información recabada en el Archivo de Notarías del Estado de Puebla (ANEP) y el Archivo del Arzobispado de Puebla (AAP)

<i>Fecha</i>	<i>Hacienda</i>	<i>Dueño/arrendatario</i>	<i>La Noria</i>	<i>Descripción</i>	<i>Fuente</i>
20 de septiembre de 1799, 1800, 1801	Sí	Don José Cruzado y Sevilla	No	Se menciona al dueño de la hacienda de San Roque	ANEP
4 de julio de 1811	Sí	Don Juan Ignacio Cruzado y Sevilla	No	Hijo de don José Cruzado y Sevilla, a quien ya se menciona como difunto	ANEP
1 de diciembre de 1813	Sí	Don Joaquín Ravelo	No	Contrato de arrendamiento por cinco o siete años para don Joaquín Ravelo (véase la nota 45)	ANEP
16 de febrero de 1814	Sí	Manuela Cruzado Doncella, vecina	No	Hija de don José Cruzado y Sevilla, cuyo origen es “los reinos de Castilla”. La hacienda hipotecada	ANEP
27 de enero de 1816	Sí	Don Joaquín Ravelo	Sí	Don Joaquín Ravelo desiste del arrendamiento	ANEP
20 de julio de 1817	Sí	Don Juan Cruzado	No	Aparece el nombre de la viuda de don José Cruzado y Sevilla, doña María Salazar. Don Joaquín Ravelo quiere apropiarse de la finca al casarse con la hija de don José Cruzado y Sevilla. Realiza un avalúo para don Francisco Camacho	ANEP
10 de marzo de 1818	Sí		Sí	“Una notira con una rueda útil y la linternilla en catorce [...] más cuarenta y nueve cubos útiles a [...] cada uno” (Notarías, 1770-1835)	ANEP
20 de agosto de 1823	Sí	Presbítero don José Antonio Carrión		Se otorga un remate a la hacienda	ANEP
1958	Sí	Federico Limón	No		AAP

Elaborada por la arquitecta Laura Rodríguez Fernández, junio de 2016.

1889 y Alberto Limón Cervantes para 1892, persona-je a quien se atribuye la construcción del casco actual de la hacienda. En 1934 la propiedad se dividió en dos, cuyos poseedores eran Federico y Alberto Limón Martínez —el primero sustituyó la tubería que llegaba a la casa de barro a fierro fundido—. En algún momento Alberto Limón Martínez vendió su parte de la propiedad a don Federico Limón Martínez, con lo que volvió a tener un solo titular. En 1969 el dueño era don Adrián Carmona Martínez, y en 1978 volvió a dividirse junto con el casco de la hacienda, quedando en posesión de la familia Carmona

Martínez una parte, mientras que la otra pasó a ser propiedad de los señores Rubén Carmona Rivera y Margarita Barrientos Carrión.

Acercas de la hacienda, huelga decir que formó parte de uno de los ejes principales del sistema económico del virreinato. En Puebla y Tlaxcala la agricultura representó uno de los usos de suelo más común, producto de la fertilidad de sus valles, así como de la gran cantidad de mano de obra indígena con que se contaba, de manera que contribuyó al desarrollo de la agricultura y la ganadería en todo el obispado.

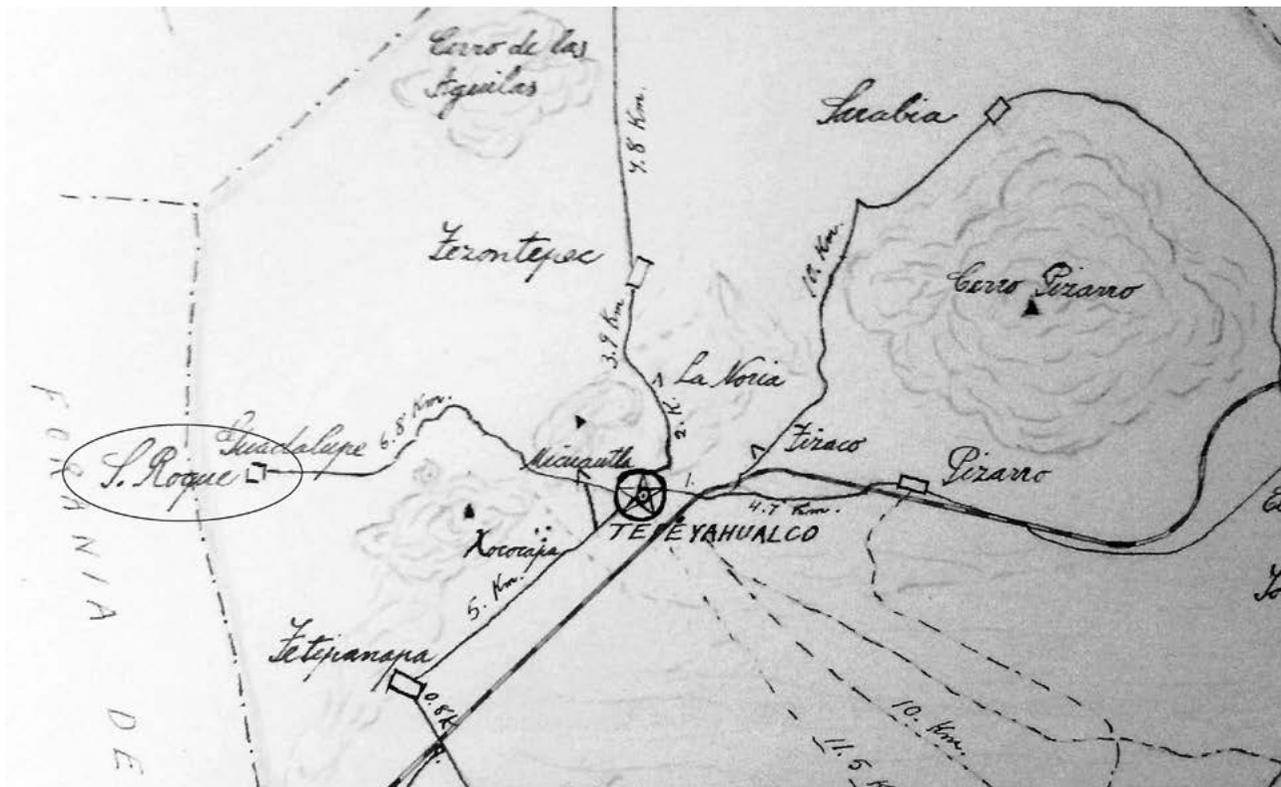


Figura 2. Mapa encontrado como anexo del informe anual de 1966. Se observa la ubicación de la hacienda de San Roque alrededor de ese año. Fuente: AAP. Fotografía de la arquitecta Laura Rodríguez Fernández, junio de 2016.

Como unidad productiva que buscaba la autosuficiencia para operar, las haciendas debían aprovechar todos los recursos naturales que poseían. En el caso de la de San Roque, registrada como cerealera y ganadera, la demarcación de uso de tierras de pasturas y tierras de labor quedó determinada por la fertilidad de las mismas, así como por el afluente de agua que abastecería del vital líquido a toda la propiedad, contribuyendo a mantener en producción las tierras de labor y lograr cosechas beneficiosas, garantizando el abrevado del ganado, así como la producción del forraje y pastura. El agua debía permitir las labores domésticas diarias de la familia del hacendado y los trabajadores. En el informe anual⁷

de 1965 presentado al arzobispado de la parroquia foránea de San Pedro Tepeyahualco, a la cual pertenece la hacienda de San Roque, se establece que se encuentra en la zona pastoral oriente, perteneciente al decanato de Guadalupe Victoria, población reportada con 315 habitantes, sin distinción ni clasificación, y con dos capillas dentro de la propiedad. Un documento histórico relevante para el trabajo de investigación se encontró en el informe anual de 1966: se trata de un plano donde se observa la ubicación de la hacienda de San Roque, los nombres de los cerros del entorno inmediato, una línea que demarca el territorio, la localización de Tepeyahualco como centro de ese territorio parroquial y algunos caminos con el kilometraje para llegar al sitio que ahí se

⁷ En este informe anual que presenta la parroquia de San Pedro Tepeyahualco se inscribe a San Roque como rancho y no como hacienda; se desconocen los motivos, posiblemente por una decadencia económica que para esa fecha se estaba presentando o

por omisión, ya que en el Archivo de Notarías del Estado de Puebla (ANEP) siempre se menciona a San Roque como hacienda.

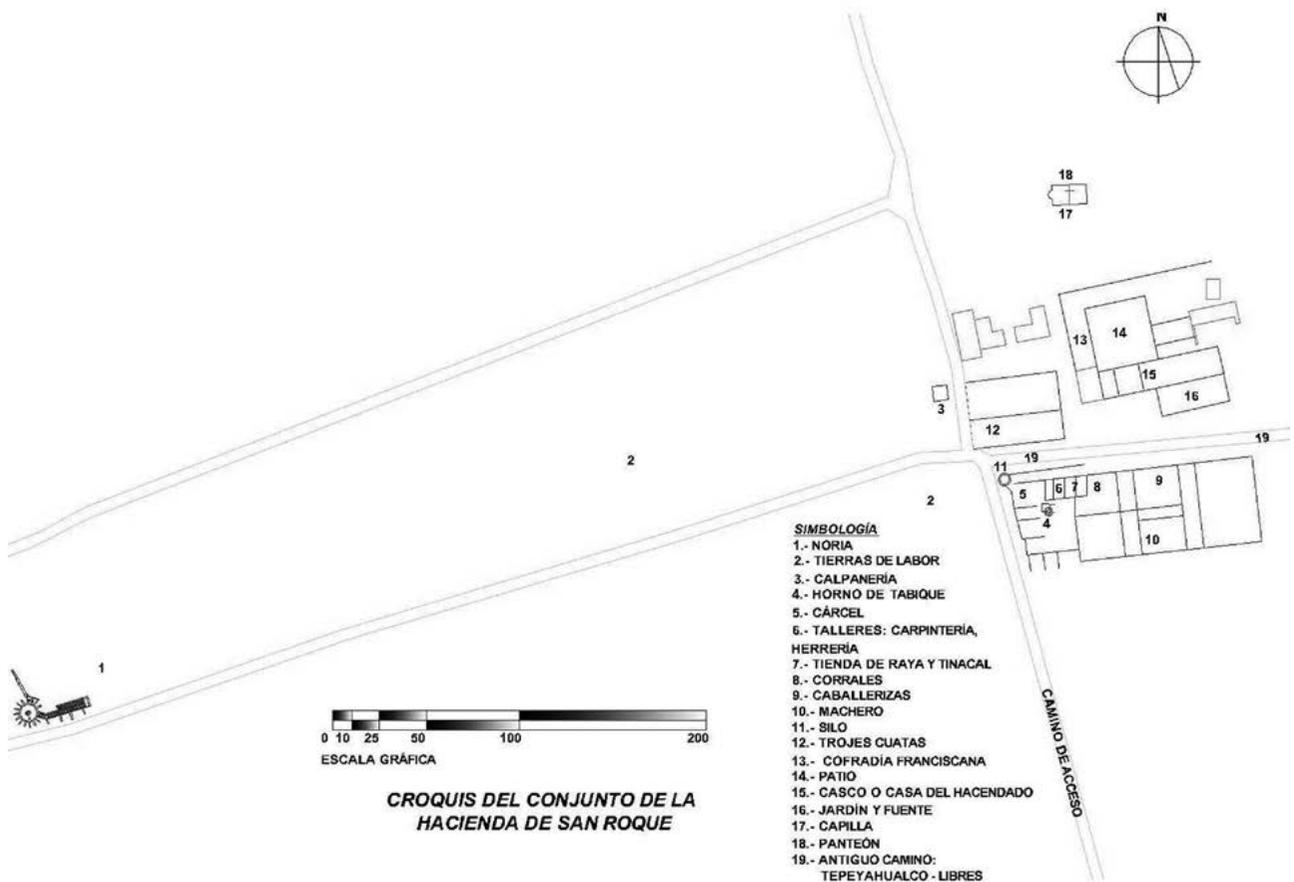


Figura 3. Croquis del conjunto de la hacienda de San Roque. Se muestra la distribución de algunos de los componentes espaciales. Elaborado por la arquitecta Laura Rodríguez Fernández, abril de 2016.

nombra. Para el caso de la hacienda de San Roque, se establecen 6.8 km desde Tepeyahualco (figura 2). También destaca el nombre de haciendas como las de Pizarro y Tezontepec. Sobre la autoría del documento, en el mismo archivo se dice que posiblemente fue elaborado por el presbítero Jesús Ayala S., o cuando menos él lo mando hacer como parte de los anexos de su informe anual de 1966.

Cabe señalar que la investigación histórica de la hacienda de San Roque y la noria aún no concluye. Existe información oral proporcionada por los actuales dueños de la noria, la cual debe ser corroborada para que a partir de ella se infiera la época de la edificación de este artilugio hidráulico. El acercamiento a la noria como objeto de estudio ha

permitido llevar a cabo la reconstrucción histórica de la composición espacial de la hacienda a partir de referencias históricas y vestigios materiales aún en pie (figura 3), lo que a su vez permite entender la relación de la noria con el resto de los componentes espaciales.

De los elementos presentes en la hacienda de San Roque se identifican y destacan la noria, las tierras de labor y las calpanerías en una misma área, mientras que el silo y espacios como la tienda de raya, el tinacal, los talleres de carpintería y herrería, corrales para vacas, borregos, caballos y mulas, gallinero, caballerizas y macheros, además de la cárcel y el horno para hacer tabique, se ubican en otra zona (figura 4).



Figura 4. Restos del horno para fabricar el tabique, hacienda de San Roque. Fotografía de la arquitecta Laura Rodríguez Fernández, noviembre de 2016.



Figura 5. Vista al noreste de parte de las tierras de labor de la hacienda de San Roque. Fotografía del licenciado Adrián Carmona Barrientos, septiembre de 2012.



Figura 6. Imagen antigua de la hacienda de San Roque. Fotografía del Archivo Luis Adrián Carmona.

En otra área, y casi frente a las áreas de producción anteriormente mencionadas, se encuentran espacios dedicados al almacenaje de la producción como las trojes. Destaca asimismo la casa del hacendado, antecedida por un jardín con fuente. Más distante de esta área se observan la capilla y el panteón. La mayor parte de los espacios están presentes en este género de edificios de producción llamado “hacienda”, y es el medio natural el que determina su ubicación, considerando siempre el mayor aprovechamiento de los recursos naturales para tierra de labor (figura 5).

Respecto a las etapas constructivas, algunas referencias históricas señalan que la capilla dedicada a la Virgen de Guadalupe data del siglo xvii, y la segunda edificación que se hizo fue la noria. Para 1889

se erigieron las trojes “cuatas”, llamadas así por ser idénticas en dimensiones y altura, las cuales funcionaron como bodegas de granos. Sobre la fecha de edificación del casco de la que se denomina “nueva hacienda”, se ha establecido en 1892 (figura 6).

La hacienda de San Roque siguió funcionando incluso después del movimiento revolucionario que transformaría la propiedad de haciendas y tierras de labor. A decir de uno de los descendientes⁸ de los actuales propietarios, para 1910 la hacienda contaba con una población de 304 personas, según las listas de raya, y para 1965, de acuerdo con el informe anual de la parroquia de San Pedro Tepeyahualco,

⁸ Entrevista con el licenciado Luis Ardían Carmona Barrientos por la arquitecta Laura Rodríguez Fernández, 12 de septiembre de 2016.

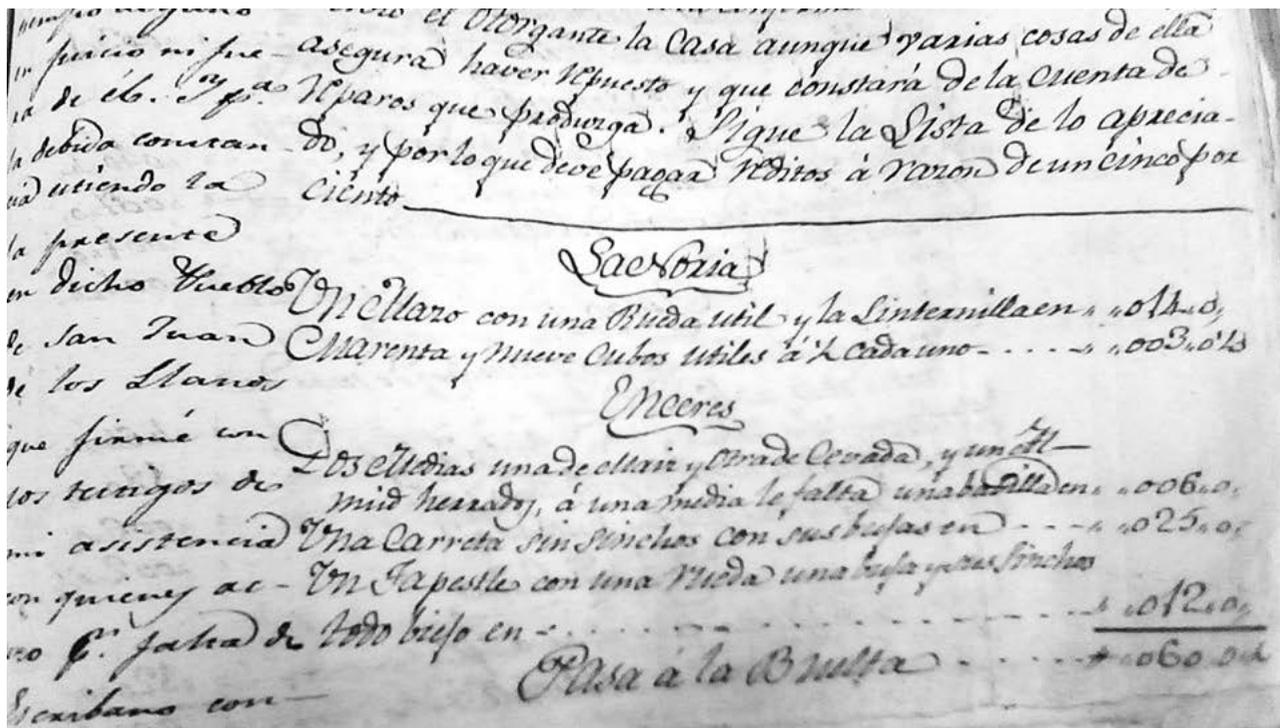


Figura 7. Parte de la escritura de arrendamiento de 1816 de la hacienda de San Roque, donde se menciona la noria. Fuente: ANEP. Fotografía de la arquitecta Laura Rodríguez Fernández, abril de 2016.

se tenía censadas a 315 personas: un número no tan vasto, si bien debemos recordar que el propietario contaba con varias unidades productivas más, y que los peones podían moverse de acuerdo con las necesidades de cada hacienda.

La Noria, ejemplo hídrico y técnico-constructivo

Dentro del reconocimiento de la noria de la hacienda de San Roque, ubicada en el municipio de Tepeyahualco del estado de Puebla, se debe partir del contexto natural en que se encuentra, ya que el aprovisionamiento del agua depende de la región natural, que para el caso de estudio es la región hidrológica Balsas, así como la cuenca del río Atoyac, con corrientes de agua perennes e intermitentes.

Sobre el término “noria”, algunos autores como Salinero (1968) y Seele (2006) coinciden en que se trata de un vocablo árabe (*noira*, *nauora*, *naura*), el

cual refiere al crujido de una rueda hidráulica en movimiento. Se trata de una técnica de extracción de agua descrita en el siglo I a. C. por Vitruvio, por lo que a este tipo de rueda hidráulica se le conoce también como *vitruvian wheel*.⁹ En cuanto al sonido o crujido, se dice que:

Su extraño aspecto y su chirrido formaban parte del paisaje familiar de los árabes hispánicos. Hay que haber vivido de niño en el campo andaluz o levantino, en días calurosos de primavera, junto a una noria de sangre [...] para comprender el poder evocador que tiene el recuerdo de esos ruidos primitivos del roce del eje y de los tambores y del agua cayendo desde las juntas o desde los arcaduces.¹⁰

⁹ Enno Seele, *Norias en México*, Puebla, Caballo Blanco, 2006, p. 20.

¹⁰ Leopoldo Torres Balbás, “Las norias fluviales en España”, *Al-Andalus*, vol. v, 1940, pp. 207-208.



Figura 8. La noria de San Roque. Fotografía de la arquitecta Laura Rodríguez Fernández, noviembre de 2016.

Sin duda el ruido generado por este artificio hidráulico es una de sus características que lo singularizan.

No se tiene fecha exacta de la construcción; sin embargo, si se considera que la historia de la noria se relaciona directamente con la hacienda, cuyo primer dato de propiedad señala el año de 1799, se infiere que ésta pudo haber sido construida antes de esa fecha. De la investigación documental en el ANEP se estableció que en los contratos de arrendamiento de la hacienda, los cuales datan de 1816, ya estaba en funciones la noria; incluso se menciona que contaba con una rueda y 99 cubos útiles (figura 7), por lo que la construcción debió de ser antes de esa fecha.

De acuerdo con los tipos de norias que da Seele, el caso de San Roque corresponde a “la rueda hidráulica con una cadena de cubos y accionada por animales para la extracción de agua subterránea

(agua potable, bebederos de animales, agua de riego y de consumo)”.¹¹ El mecanismo permite elevar el agua a una altura mayor del almacenamiento, y a través de la gravedad se conduce hacia el abrevadero para los animales y hacia la fuente para el consumo familiar. El tipo de fuente de abastecimiento es subterránea, y para el aprovechamiento de los mantos acuíferos se perforó un pozo vertical.

La singularidad de la noria de la hacienda de San Roque no se debe al mecanismo con que opera, ya que existen varios de ellos en la zona, sino que es la construcción externa la que contiene el mecanismo de elevación del agua subterránea, lo cual la hace diferente a las demás (figura 8). Es la de mayor altura respecto a las norias del mismo tipo ubicadas en las haciendas de la región. Esto se debe a que la fuente de abastecimiento se encuentra a un nivel

¹¹ E. Seele, *op. cit.*, p. 19.

menor respecto al casco de la hacienda, que también era un elemento a abastecer. Por esto fue necesario erigir una torre de 24 m de altura. Yampolsky señala que “ninguna otra la supera en tamaño y belleza, y tampoco hay noticias de edificios similares en otros países”.¹²

Sobre los espacios que componen este complejo hidráulico es necesario mencionar, en primer lugar, el cuerpo principal, de planta octogonal (figura 9). Dentro de éste se encuentra el mecanismo hidráulico de la noria.¹³ Para acceder a la parte superior de ese espacio se construyó una escalera de dos tramos con descanso, uno de ellos menor que el tramo de ascenso.

Adjunto a este cuerpo octogonal se ubica el cuerpo norte, con una planta trapezoidal, cuya disposición tiene una estrecha relación con su funcionalidad, pues es el sitio donde se alojan los tanques de almacenamiento de agua —tanto el elevado como el superficial—, por lo que debía estar inmediato para garantizar el depósito del agua después de su extracción. También destacan los abrevaderos en el lado noroeste, que cuentan con una planta rectangular y a donde llegaba el ganado a abrevar. Tanto la escalera como la linternilla cuentan con contrafuertes, los cuales ejercen una función estructural. En cuanto a la orientación, es destacable que al noreste se encuentran los tanques de almacenamiento y al norte los bebederos, mientras que al sureste se localizan el acceso y las escaleras.

Respecto a las dimensiones de la noria, se cuenta con un levantamiento previo realizado por alumnos y docentes de la Facultad de Arquitectura de la BUAP, dibujado por los arquitectos Enrique Benítez Barranco y Abigail Tobón Cortés en junio de 2011.

¹² Mariana Yampolski, *Haciendas poblanas*, México, UIA, 1992, p. 70.

¹³ A este cuerpo también se le ha conocido con el nombre de “linternilla”, tal como se encuentra en los registros de la Notaría de Libres del ANEP (c. 13, leg. 1818).

Cabe señalar que, a pesar de que se encuentra en el *Catálogo de Monumentos Históricos Inmuebles*, lo que ahí aparece sólo es un croquis. Una vez con el levantamiento previo se decidió corroborar las medidas exteriores, un hecho que se inició en abril de 2016. Se decidió cambiar de sistema de medición, toda vez que el periodo de edificación de la noria se estableció antes de 1799, época en que estaba en uso la vara castellana.¹⁴

El resultado de la medición en varas es el siguiente: se observa que el ancho del primer tramo de la escalera corresponde a 2 varas, mientras que la longitud del primer tramo es de 15 y la del segundo de 27. El muro va desde $\frac{1}{4}$ hasta $\frac{3}{4}$ de vara de ancho. Desde el desplante del primer tramo de la escalera hasta el quiebre del segundo tramo hay 10 varas. La linternilla o volumen octogonal tiene una apotema desde 5 hasta $5\frac{3}{4}$ varas, ya que no es regular. Los contrafuertes pequeños son de 3 varas de largo por $\frac{3}{4}$ de vara de espesor, mientras que los grandes son de $3\frac{1}{2}$ varas de longitud. La medida de una vara se encuentra en el espesor del contrafuerte que se encuentra en el quiebre de la escalera y en el espesor del muro del cuerpo norte, el cual sobresale del octágono 5 varas. Se puede concluir que el trazo de la noria fue en varas, y se infiere que hubo una planeación en toda la edificación, a pesar de que no se han localizado los planos de fábrica.

En cuanto al trazo del octágono, Icaza¹⁵ describe puntualmente el patrón geométrico y la importancia de éste para derivar figuras básicas, así como para aumentar o disminuir proporcionalmente las áreas, además de la obtención del octágono. Cabe señalar que, partiendo de un círculo con un radio de $5\frac{1}{2}$ varas, se llega a generar el octágono interior de la linternilla en el caso de la noria de San Roque. Sin

¹⁴ Una vara equivale a 83.59 cm.

¹⁵ Leonardo Icaza Lomelí, “De agua y arquitectura novohispana”, *Bitácora Arquitectura*, núm. 37, julio-noviembre de 2017, pp. 52-61.

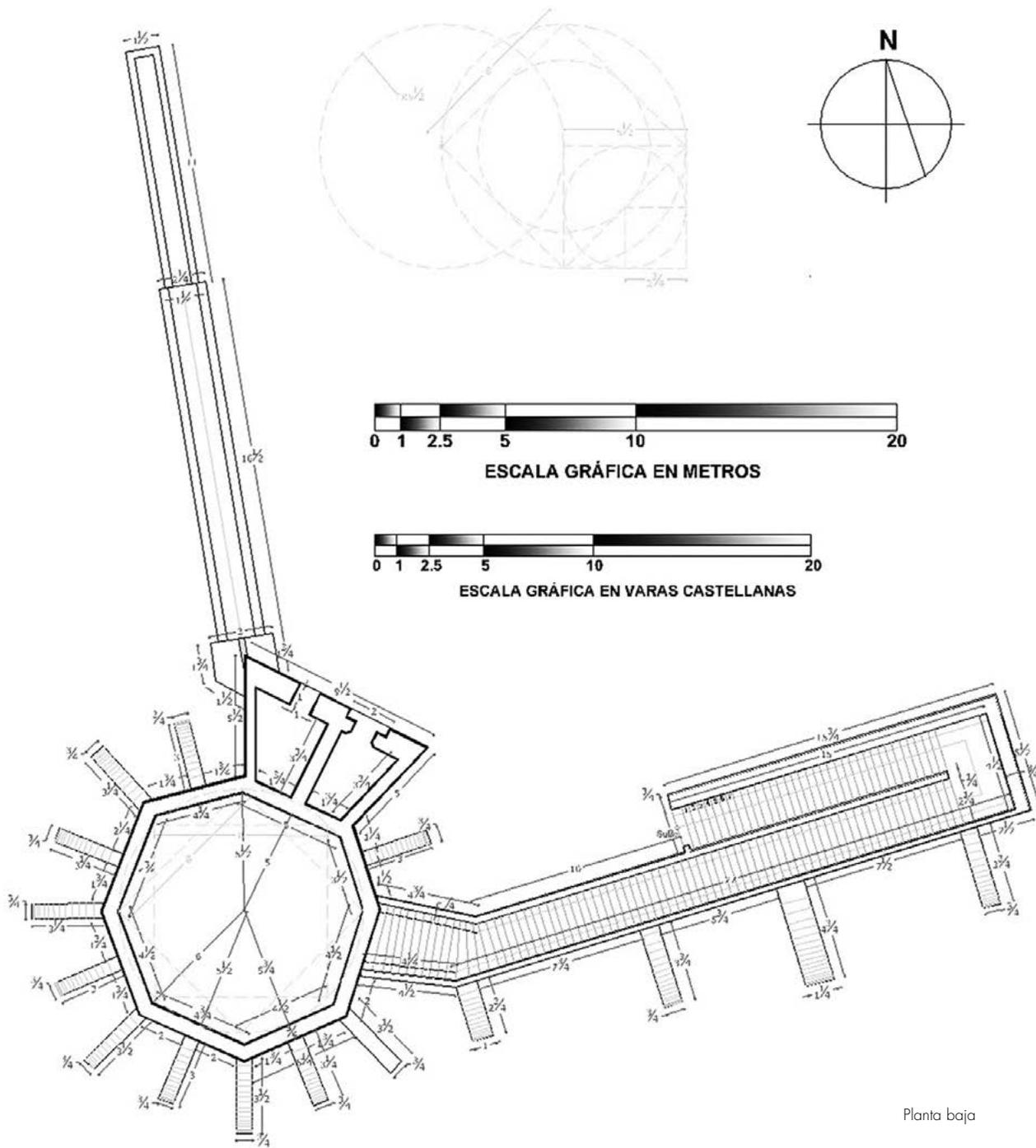


Figura 9. Planta arquitectónica de la noria acotada en varas castellanas. Dibujo del maestro Enrique Benítez Barranco, junio de 2011, y acotación de la arquitecta Laura Rodríguez Fernández, abril de 2016.

embargo, la falta de regularidad que se observa en el octágono puede deberse a que el constructor no era experto en trazos geométricos.

Respecto a los elementos del mecanismo hidráulico (figura 10) o la rueda elevadora que se observa en la noria, destacan los siguientes:

- El árbol o pie derecho: punto de apoyo de donde sale la barra que mueve el animal.
- Palanca de tiro: elemento que se inserta en la parte superior del árbol.
- Balancín o acebuche: sistema que se adhiere al cuerpo del animal.
- Soporte del eje: elemento sobre el que descansa el eje fijo del arco de la rueda.
- Eje fijo: barra central sobre la que gira la rueda de elevación.
- Arco de la rueda: elemento en forma de circunferencia y unido al eje central por medio de los rayos donde se colocan los puntales.
- Rayos o travesaños: perfiles metálicos concéntricos al eje principal de giro.
- Tabla: elemento ancho de madera que une los arcos de la rueda.
- Puntal: elemento que, unido al arco de la rueda, sirve para fijar los recipientes
- Colectores de agua.
- Mecate: cuerda a la que se amarraban los recipientes colectores del agua.
- Cubos: vasijas encargadas de recoger el agua y enviarla a una altura mayor.
- Canal: por allí discurre el agua que vierten los cubos.

Debido a que la noria de San Roque es una edificación de carácter utilitario —es decir, responde a la necesidad de extraer agua del subsuelo para abastecer la hacienda—, los elementos decorativos son escasos. De lejos nada más se percibe un gran macizo sobrio. Sólo del lado norte del octágono, donde se alo-

jan los tanques de almacenamiento, presenta en la parte superior una especie de repisa, apoyada en una serie de arcuaciones, que es un conjunto de arcos simulados que rompe la sobriedad del macizo.

Los contrafuertes presentan un ritmo regular en su disposición, los cuales se construyeron alrededor del octogonal; los de mayor dimensión quedaron dispuestos en las aristas para recibir los esfuerzos mayores, mientras que los más pequeños se ubican en la parte central del macizo a cada lado.

Los elementos externos que destacan en la composición de la noria son la escalera de acceso, que es de dos tramos, delimitada por un muro de mampostería alto y esbelto, el cual se ha reforzado con contrafuertes y cuya longitud es considerable. También destaca la linternilla, que corresponde al cuerpo de planta octogonal —el más alto de la edificación—, en cuyo interior se aloja el mecanismo que hace funcionar la extracción del agua. Allí se encuentra el vano de acceso y algunos vanos de ventilación, así como unos pequeños orificios que la fábrica de la noria exige dada su altura (figura 11). El cuerpo norte también merece una mención: se trata de una planta en forma de trapecio con dos accesos con arco rebajado; dos series de cuatro ventanas con arco rebajado; las ventanas inferiores son de 1 vara de ancho por 2½ varas de alto, con una serie superior de ¾ de vara por 1¼ varas de alto.

En cuanto a los materiales empleados, destaca la madera, usada tanto en la cubierta del cuerpo norte como en la linternilla, que es el espacio que contiene el mecanismo de la noria. Este material se usó en vigas maestras, vigas secundarias y dinteles de algunos vanos, así como en las puertas de intercomunicación entre el cuerpo octogonal y el cuerpo norte. La variedad de maderas empleadas fueron pino y oyamel, que son las especies utilizadas en la construcción por abundar en la región.

Considerando la fisiografía de la zona, que corresponde al Eje Neovolcánico, así como la geología, que

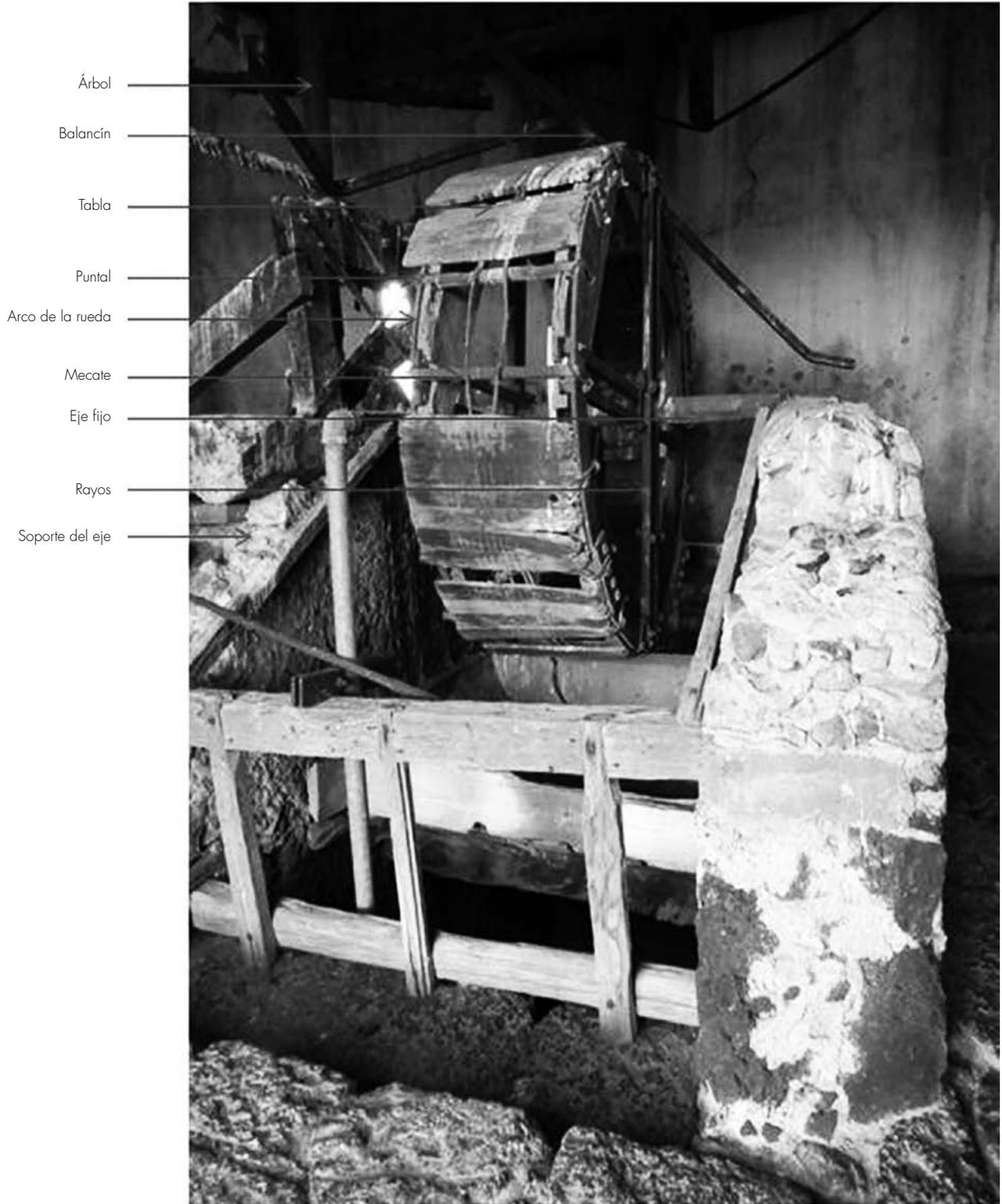


Figura 10. Elementos del mecanismo hidráulico. Fotografía de la arquitecta Laura Rodríguez Fernández, abril de 2016.



Figura 11. Elementos exteriores de la noria de San Roque, vista norte. Esquema de la arquitecta Laura Rodríguez Fernández, abril de 2016.

recae en el periodo Cuaternario, las piedras que destacan son las ígneas extrusivas —tobas y basalto—, de ahí que sea el material empleado en la construcción de la estructura, desde la cimentación hasta los muros y contrafuertes. La cimentación de mampostería es corrida y de piedra (figura 12). La sección se deduce porque en el desplante de los muros se aprecia un perfil vertical, lo cual revela la ausencia de escarpio. Esta información podrá ser corroborada en breve con las calas estratigráficas.

También se utilizaron piedras de canto rodado. Los colores de la piedra volcánica se encuentran en la gama de los grises, mientras que las pequeñas tienden a tonos marrones. Otro material ampliamente utilizado fue el tabique, el cual se infiere que se ela-

boraba en la propia hacienda, pues aún se observa el horno para la quema. Éste se utilizó en los arcos rebajados, las jambas y los dinteles. Para unir la piedra brava, la piedra de canto rodado y el tabique se usó una mezcla de cal-arena, también empleada como recubrimiento de muros y contrafuertes. Todavía se aprecia el material en los paños interiores de los muros y, en menor cantidad, en algunos contrafuertes. En los pisos se aplicaron bruñidos de cal-arena.

Sin duda, construir no es conformar un agregado de materiales, sino más que eso: es conocer el medio en que se proyecta y construye la obra, los materiales que garantizan la estabilidad y formas, así como los principios fundados en la razón, donde la geometría y la medición son elementos por demás necesarios

para todo tipo de exigencias espaciales. La noria de la hacienda de San Roque aún tiene mucho que aportar sobre materiales, sistemas constructivos y mano de obra. La historia de la construcción continúa.

Reflexión final

Una nueva historia de la arquitectura de nuestro país no sólo debe venir acompañada de algunos ejemplos, sino de la diversidad de edificios que el ingenio humano y la necesidad han generado. Se debe estudiar a profundidad el soporte físico de esa arquitectura, pues esa parte poco estudiada también ofrece datos relevantes de la economía, el desarrollo tecnológico, los hábitos constructivos y los momentos específicos de la historia local o regional, la cual se entrelaza con los acontecimientos históricos y sociales.

El acercamiento que se tuvo a la noria de la hacienda de San Roque es prueba de la necesidad de ampliar el estudio de la arquitectura a todo tipo de edificaciones. Y para esto, el modo que se planteó para entender al artilugio hídrico fue creando un puente entre la historia y el presente material existente, analizando la función para la cual fue generada y el medio natural donde se inserta, su fábrica, contextualizada dentro de la unidad productiva de la que forma parte; su desarrollo tecnológico, considerando el mecanismo de extracción; el proceso de almacenaje y distribución del agua, y la composición espacial tan singular que requirió de habilidad y destreza no sólo constructivas. Los materiales presentes en esta singular construcción refuerzan la idea de una lógica que se adecúa a la forma y exigencias técnicas requeridas

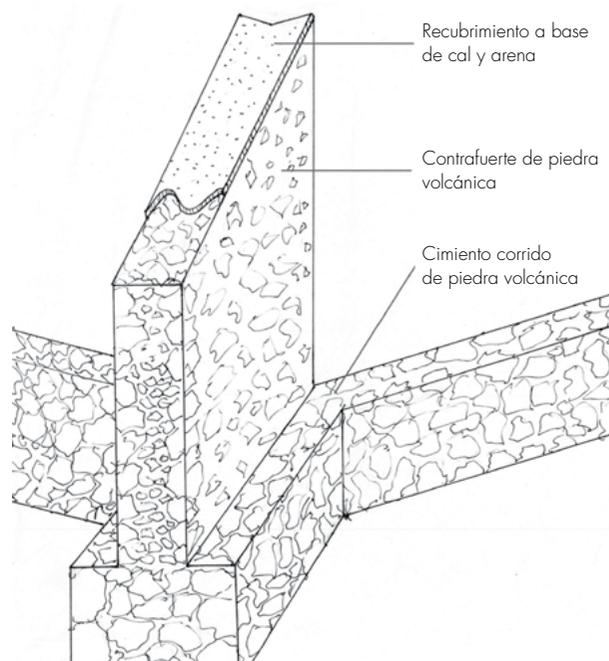


Figura 12. Croquis esquemático de la cimentación de la noria de San Roque. Elaborado por la arquitecta Laura Rodríguez Fernández, abril de 2016.

y a las condiciones exigidas por el entorno. Ningún elemento está de más; cada uno cumple con la función para la cual fue construido: un vano, los muros, los cerramientos, los contrafuertes, la escalera y todos los demás componentes fueron plenamente concebidos para materializar este artilugio hidráulico de singulares dimensiones y diseño, que espera ser puesto a funcionar en un paraje hoy desolado.

Finalmente, debemos reconocer que las técnicas de extracción de agua se hicieron necesarias desde el momento mismo en que se inició el trabajo extensivo de la tierra. Lo innovador del ejemplo analizado aquí por sus dimensiones, materiales y funcionalidad lo hacen representativo de la historia de la arquitectura local y regional de la entidad poblana.



Sistemas de aislamiento hídrico y térmico en el virreinato de la Nueva España

Fecha de recepción: 31 de julio de 2018.

Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2018.

Los aspectos técnicos en el estudio de la arquitectura histórica resultan fundamentales para el desarrollo de técnicas compatibles de intervención que, por su origen, suelen ser más respetuosas y menos impactantes. En el caso de la ingeniería hidráulica virreinal, permiten comprender el funcionamiento en el pasado de este tipo de elementos para obtener datos del vestigio que observamos mediante el análisis de sus componentes, los cuales de otro modo pasarían inadvertidos. Aquí se presentan dos casos: las letrinas en el santo desierto de Cuajimalpa y la hacienda San Juan Molino en Tlaxcala, ambos ejemplos avanzados de aislamiento hídrico y térmico. Con su estudio entendemos que los abundantes vestigios que encontramos en nuestro país contienen más información de la que se aprecia a simple vista.

Palabras clave: ingeniería hidráulica virreinal, ingeniería carmelita, aislamiento hídrico.

Technical topics in the study of historical architecture are fundamental for the development of compatible intervention techniques that, for their origin, tend to be more respectful and with less of an impact. In the case of viceregal hydraulic engineering, it is possible, through the analysis of its components, to understand the operation of this type of element in the past to obtain data on the vestiges, data that would otherwise go unnoticed. Two cases are presented: the latrines of the holy desert of Cuajimalpa and the San Juan mill in Tlaxcala, both advanced examples of water and thermal insulation. With their analyses we can understand how the abundant vestiges that we find in our country contain more information than can be seen at first glance.

Keywords: viceregal hydraulic engineering, Carmelite engineering, water insulation.

El aislamiento desde el punto de vista arquitectónico ha sido uno de los principales retos del diseño arquitectónico a través del tiempo; de hecho, la arquitectura se ha adaptado para mantener al usuario aislado de los factores que afectaban su supervivencia: clima extremo, exceso de agua y depredadores, entre otros. Estas necesidades de protección fueron cambiando con el tiempo y se volvieron más particulares y específicas.

Si bien el propio conglomerado urbano permitió garantizar seguridad en muchos aspectos, el clima y el agua siguieron siendo elementos que determinaron el diseño de varios sistemas para mantener estos factores en los sitios requeridos para garantizar la habitabilidad de los espacios. En el ámbito de este trabajo analizamos algunos ejemplos de aislamiento hídrico y térmico en el virreinato de la Nueva España, a fin de encontrar patrones técnico-constructivos y proporcionar datos para el diseño de sistemas similares en la actualidad.

* Profesor e investigador de la Sección de Estudios de Posgrado de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Tecamachalco, Instituto Politécnico Nacional.

El objetivo principal es el análisis de los sistemas constructivos que permitían el aislamiento térmico-hídrico en los edificios, con la finalidad de identificarlos como objeto-testimonio en el espacio urbano-arquitectónico y de esta manera proporcionar, mediante su reconocimiento, lineamientos de conservación, independientemente de su uso actual, al caracterizarlos como objetos-testimonio y obtener información a partir de su estudio.

Como objetivo secundario intrínseco al análisis de estos elementos se encuentra la obtención de soluciones simples que pueden adaptarse a las necesidades actuales con materiales contemporáneos y con impactos menores en el medio ambiente. Es conveniente mencionar que los trabajos que tienden a este objetivo secundario quedan excluidos del presente artículo. También es importante entender a los sistemas de aislamiento como una rama de la ingeniería hidráulica a pequeña escala, incluida en la denominada “ingeniería hidráulica doméstica”.

Para elaborar el trabajo se eligieron tres elementos de estudio: el primero es el núcleo de letrinas en el Santo Desierto de Cuajimalpa, de manufactura carmelita, el cual contiene dos tipos de aislamiento: hídrico y térmico. El segundo es el núcleo de letrinas en Yanhuitlán, de manufactura dominica, con características relativas al aislamiento hídrico y térmico diferentes al primer núcleo analizado. El tercero es el sistema aislante de la hacienda de San Juan Molino, desarrollado para mantener las construcciones habitacionales y productivas fuera del alcance de la humedad, ya que la zona es un antiguo lecho de laguna.

La elección de dos núcleos de letrinas¹ para analizar los sistemas constructivos en torno a los

¹ Las letrinas también son conocidas como “lugares comunes”, “comunes”, “oficios humildes” y “secretas”. Esta cantidad de nombres que aluden a la actividad, pero le dan un manejo discreto, resultan comunes a lo largo de la historia y en diferentes culturas. Lawrence Wright menciona que incluso los ingleses las bautizaron como “guardarropa”.

sistemas de aislamiento se justifica dada la alta complejidad que representaba su diseño, a diferencia de los núcleos individuales que se construían en las casas nobiliarias o en algunas burguesas. Los retretes en establecimientos conventuales estaban pensados para un mayor número de usuarios, lo cual aumentaban las dificultades técnicas. Roberta Magnusson menciona la importancia de los núcleos de letrinas en la ingeniería, debido a que las órdenes religiosas dedicaban recursos humanos y técnicos al diseño de complejos sistemas hidráulicos para llevar el agua al interior de sus establecimientos y desalojar el agua.²

En el tercer caso de estudio, la hacienda de San Juan Molino, las dificultades técnicas se muestran a partir de un nivel freático cerca de la superficie, inundaciones frecuentes y la necesidad de mantener los insumos y productos —harina y trigo— fuera del agua para evitar su deterioro. Esto aplica a la misma construcción, ya que el alto nivel de humedad incluso puede dañar las estructuras arquitectónicas.

El análisis se dividió en secciones. En la primera se estudia brevemente el origen histórico de los tres casos para contextualizar el objeto y relacionarlo con el entorno. Todos los casos son fundamentales para determinar los diseños. Posteriormente se hacen las descripciones de sistemas constructivos y la explicación de cómo funcionan en relación con los diferentes tipos de aislamiento, pues el estudio se centra en el sistema constructivo y cómo éste resuelve la necesidad para la que fue creado. La mejor manera de mostrar los resultados es a través de la representación gráfica, como producto de modelos virtuales realizados con base en los objetos reales. Una selección de este material gráfico muestra el resultado en el presente trabajo. Con tal mecanismo se

² Roberta J. Magnusson, *Water Technology in the Middle Ages: Cities, Monasteries, and Waterworks after the Roman Empire*, Oklahoma, Johns Hopkins University Press, 2001, p. 269.

proporcionan materiales para comprender de manera clara el funcionamiento de cada uno de los sistemas de análisis.

Desarrollo

El origen de la palabra “aislar” se relaciona con “isla” y “acción”. De la unión de estos dos términos se podrían traducir como “colocar a alguien en una isla”; en esencia, “separar”. La separación del espacio arquitectónico de factores ambientales en la arquitectura tiene que ver con una necesidad básica que genera la producción arquitectónica. Estos aislamientos funcionan al interponer un elemento, membrana, objeto o espacio entre los elementos a separar. Si bien esta práctica continúa y hoy existe en una gran diversidad de membranas sintéticas, plásticas y otros materiales, las preguntas son: ¿cómo se realizaban los aislamientos térmico-hídricos en el virreinato? ¿Es posible utilizar estos principios y materiales en los aislamientos contemporáneos?

Por otra parte, resulta fundamental mencionar que los estudios de aislamientos se han centrado en el aislamiento hídrico y térmico, enmarcados en una rama mayor que es la ingeniería hidráulica; paralelamente, en el caso de los dos núcleos de letrinas, el aislamiento tiene que ver con los olores y una sensación de higiene, al tratar de separar el *detritus*, el cual se debe mantener alejado del usuario.

Las investigaciones acerca de ingeniería hidráulica son cada vez más frecuentes. Sin embargo, se han concentrado en los grandes ejemplos: presas, acueductos y sistemas de riego. Esta gran escala siempre ha sido muy llamativa y sus vestigios son observados en muchas partes del mundo. Algunos han merecido nombramientos de patrimonio de la humanidad, ya que la calidad del vestigio y la solución arquitectónica son muestra de un conocimiento depurado. Por mencionar algunos ejemplos, están los acueductos de Segovia y el del padre

Tembleque, el primero en España y el segundo en México.

Los estudios sobre escalas menores de la ingeniería hidráulica y su papel como configuradores arquitectónicos, sobre todo en etapas históricas anteriores, resultan menos frecuentes, quizá porque en ese tipo de escalas llaman más la atención los espacios arquitectónicos completos o en su conjunto. Incluso, los estudios que se derivan de percibir a la arquitectura como un objeto artístico y no como uno funcional suelen estar más presentes. En su mayoría, la arquitectura es comprendida en el código de su identificación estilística.

Etimológicamente hablando, la ingeniería hidráulica se compone de dos palabras, “ingeniería”, relacionada con la generación, e “hidráulica”, vinculada con el agua. La tercera palabra que califica a las otras dos es “doméstica”, en alusión a la casa, empleada para definir una cuestión relacionada con la escala; en estos casos, una ingeniería hidráulica de pequeña escala.

Hablar de ingeniería hidráulica doméstica implica analizar ejemplos de sistemas pequeños —pequeños en áreas o en comparación con otros— que se centran en el funcionamiento de cocinas, letrinas, refrigeración o calentamiento. Y si bien son pequeños en dimensiones, no lo son en relación con el tipo de soluciones empleadas, ya que utilizan en una escala mucho menor las soluciones empleadas en acueductos, presas y sistemas de riego y de captación regionales.

Un sistema que mezcla el funcionamiento de una huerta, una cocina, una letrina, una cámara de refrigeración o una enfermería con diferentes sistemas de captación del agua puede resultar más complejo que sistemas mayores en relación con la cantidad de soluciones que se deben incorporar en una área reducida. Es importante mostrarnos enfáticos en esta cuestión: el área determina la complejidad del sistema por el número de soluciones que llegan

a coexistir en el mismo sitio. Asimismo es importante mencionar que en estas soluciones no sólo está latente el sistema hidráulico que en la mayoría de los casos es el configurador proyectual, ya que también existen soluciones técnicas en relación con los sistemas constructivos y otros tipos de aislamiento, como el olfativo, mencionado renglones atrás. Sólo restaría definir la temporalidad, ya que la ingeniería hidráulica doméstica puede ser analizada incluso en espacios como el de una vivienda de interés social en la época actual. En este estudio, los tres casos corresponden al virreinato de la Nueva España.

Casos de estudio

El Santo Desierto

Se puede considerar al Santo Desierto de Cuajimalpa como la cúspide de la formación carmelita debido a las cuestiones religiosas y al carisma de la orden, sin menospreciar el ejemplo técnico-arquitectónico que también alcanzó niveles dignos de análisis. Acerca de su fundación, fray Agustín de la Madre de Dios, cronista de la orden, cita algunos de los argumentos para su construcción:

Fue que se diese licencia para fundar un Yermo a donde se pudiesen retirar los que fuesen a China y Californias y adonde adquiriesen armas para las fuertes peleas, porque las labras muy finas el retiro y soledad.³

El espacio analizado se ubica en una región de condiciones de alta humedad, que junto con la necesidad de la construcción del espacio de análisis determinaron su diseño. En cuanto a las condiciones que aún hoy conserva el sitio, ubicado en el po-

³ Fray Agustín de la Madre de Dios, "Introducción y notas", en Eduardo Báez Macías, *Tesoro escondido en el monte Carmelo mexicano*, México, UNAM, 1986, p. 46.

niente de la Ciudad de México, en los bosques de Santa Fe —hoy conocido como el Parque Nacional Desierto de los Leones—, fray Agustín recoge las siguientes opiniones, la mayoría de personas que se oponían al sitio elegido: "Porque en aquella era una tierra inhabitable en la cual había muchas tempestades y muchos leones".⁴

Sin embargo, no sólo se mencionaban razones negativas; por ejemplo, tres cauces de ríos pasan en la cercanía del edificio. De la misma crónica se toman estos fragmentos que describen las condiciones de humedad en el sitio:

Solo nos descontentó el no haber agua en él; porque, aunque en lo bajo del sitio habíamos pasado por un río de mucha y muy buena agua, la cual venia por los dos lados del cerro, parecíamos que era imposible que el agua pudiese subir a lo alto del sitio [...] ¡Ah, Padres, que aquí suena mucha agua y a cuatro pasos vimos un muy grande arroyo de agua la cual tomaban unos indios del río para llevar a un pueblecito suyo que se llamaba San Pedro Cuajimalpa.⁵

De las crónicas anteriores encontramos que el bosque donde se ubica el Desierto de los Leones tenía tres cursos de agua cercanos, además de presentar lluvias y tormentas constantes. La precipitación pluvial anual en la zona hoy está entre los 1 200 mm y los 1 600 mm.⁶

Los carmelitas eran excelentes ingenieros hidráulicos. De hecho, el principal tratadista novohispano en arquitectura, ingeniería e hidráulica fue fray Andrés de San Miguel, perteneciente a esa orden, por lo que el edificio presenta en la actualidad

⁴ F. A. de la Madre de Dios, *Los carmelitas descalzos en la Nueva España del siglo xvii*, Manuel Ramos Medina (paleografía, notas, selección y estudio introductorio), México, Probusa, 1984, p. 46.

⁵ *Ibidem*, p. 45.

⁶ Gobierno del Distrito Federal, *Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Cuajimalpa de Morelos*, 1994.

soluciones novedosas que, aunque no funcionan del todo, pueden ser leídas y analizadas. En relación con los tanques de almacenamiento generales, que es de donde parten los diseños de sistemas hidráulicos, cabe mencionar que en el caso del Santo Desierto no se construyó ninguno. En el ámbito de este trabajo se desconoce por qué no existía. Esta condición determinó la fuente hidráulica que sería utilizada en las letrinas. En relación con los tanques de almacenamiento general, se observan los de San Joaquín y San Ángel.⁷

La razón por la que los carmelitas no podían almacenar agua, que al final provocó la ausencia de almacenamientos y, por consiguiente, los sistemas de conducción, tuvo que ver con las características de la merced de agua otorgada. Virginia Guzmán cita el texto:

[...] aunque nos hicieron merced de todas las tierras que poseemos, no se hizo de las aguas [...] fuimos condenados a que teniendo el uso de las dichas aguas como lo tenemos y las gozamos en todas las oficinas del convento, huertas y todo lo demás [...] no las podemos retener, ni encarcelar como cosa propia, sino que habiendo usado de ellas [...] todos sus remanentes vayan al río para que sirvan a los labradores fuera del sitio, con lo que se declaró envista y revista que no tenemos la propiedad sino el uso [...].⁸

Era común que se concediera a las órdenes religiosas mercedes de agua para su usufructo; sin embargo, éstas eran condicionadas a un beneficio público. Otro ejemplo del condicionamiento lo encontramos en la antigua Puebla. La merced de agua

concedida a los franciscanos también presentaba restricciones. De la misma forma se amplían las descripciones con respecto a las mismas condiciones para dominicos y agustinos.⁹

Roberta Magnusson menciona las obras públicas para laicos en los sistemas hidráulicos diseñados por religiosos. Ésta es la razón por la que el agua utilizada en el edificio se reincorporó a los cauces de agua naturales, incluida la que pasaba por el sitio analizado aquí. De esta forma se reintegró y fue empleada por las comunidades. Así pues, observamos como característica particular del sitio un diseño para circulación constante de agua. Al ser ésta vital para el sistema a describir, tal condición genera cambios con respecto a otros sistemas similares.¹⁰

El diseño de circulación de agua por el edificio, seleccionando los sitios por donde debe pasar en un orden “higiénico”, está presente desde los monasterios y abadías de la Edad Media. Laurence Wright menciona sistemas utilizados en el siglo XII en Canterbury, Inglaterra, e incluso comenta que estos sistemas hidráulicos tan depurados pudieron ser la razón de que el sitio se mantuviera libre de la peste en 1349.¹¹

En conjuntos conventuales novohispanos es común encontrar que el último sitio de paso del agua es la cloaca. Después de este golpe de agua pasando por las cloacas sólo encontramos el río o las huertas; por ejemplo, en Huaquechula, Puebla, en el antiguo convento franciscano, luego de las cloacas el agua se internaba en la huerta para fertilizar con su contenido la tierra. Entre muchos casos más, en Cuilápam, Oaxaca, en el antiguo convento dominico, al final de la cloaca había un molino y después la huerta.

⁷ El de San Joaquín se observa en ruinas en el interior del Panteón Francés de Legaria, y los restos del de San Ángel están incorporados a algunas construcciones ubicadas sobre la avenida Revolución, enfrente de la Casa del Acueducto.

⁸ Virginia Guzmán Monroy, “El sistema de distribución de agua en el Santo Desierto de los Leones”, *Boletín de Monumentos Históricos*, 3ª época, núm. 27, enero-abril de 2013, pp. 53-61.

⁹ Alberto Carabarin Gracia, *Agua y confort en la vida de la antigua Puebla*, Puebla, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades-BUAP/Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, 2000.

¹⁰ R. J. Magnusson, *op. cit.*

¹¹ Lawrence Wright, *La civiltà in bagno dall' antichità ai giorni nostri*, Bolonia, Odoja, 2017.

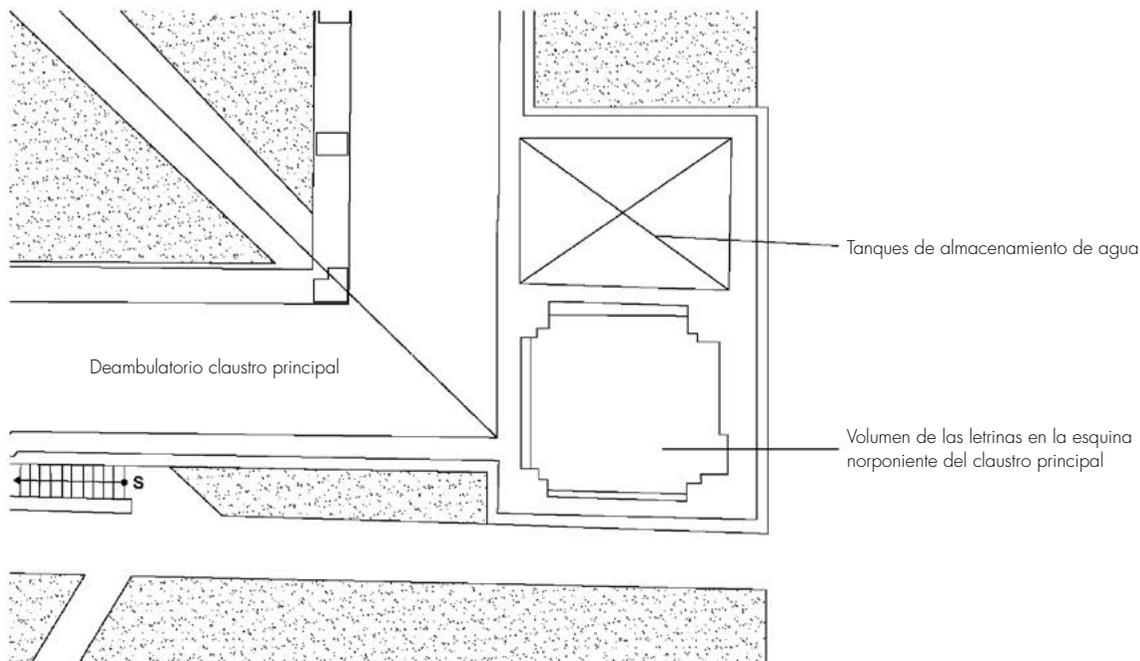


Figura 1. Planta de las letrinas con la ubicación en relación con el claustro principal. Plano de Restauro Compas y Canto.

Jean Leroux menciona estos diseños en las abadías cistercienses desde el siglo XI. Lo interesante es cómo la regla menciona el diseño hidráulico y la ubicación de los espacios, diseños y ubicaciones que se fueron heredando en la construcción de monasterios y conventos y que es posible encontrar 500 años después en la Nueva España.¹²

En lo que respecta al Santo Desierto, el edificio se ubica en la cima de una loma, en una región boscosa. Esta condición era de importancia, pues estaba alejado de las poblaciones y de los caminos. El espacio central del conjunto de análisis está formado por tres secciones: la primera destinada a la hostería; la segunda a un conjunto de servicios generales, donde se encuentran la cocina, el refectorio, la peluquería y un primer núcleo de letrinas, entre otros espacios; la tercera es la zona de clausura, formada por algunas celdas individuales con huerta particular

y acceso a la huerta general, capilla y templo, y camino procesional, entre otros espacios distribuidos alrededor del templo y de un gran claustro.

En el extremo noreste de este gran claustro, y de manera aislada del resto de los espacios, se encuentra el núcleo de letrinas (figura 1) que daba servicio a los habitantes de las celdas individuales de clausura. El módulo de análisis tiene una planta de 8.6 × 7.6 m a paños exteriores, con un alzado de 4.7 m al nivel de piso del cuarto de comunes y 10.73 m hasta la corona de los muros del conjunto. Hay que aclarar que el techo ya desapareció, por lo que la medida se tomó a la corona de los muros existentes (figura 2).

Este esquema de construcción es común en muchos núcleos de letrinas, a modo de apéndice de la construcción principal, y permite mantenerlo aislado del resto.

Por lo general, una pared se convierte en elemento común y las otras tres son independientes. Nile Ordorika, en su análisis del colegio de San Ángel, ya apuntaba esta particularidad:

¹² Jean F. Leroux-Dhuys, *Las abadías cistercienses, historia y arquitectura*, París, Konemann, 1999.



Figura 2. Alzado de la fachada norte. Del lado izquierdo se observa el volumen de las letrinas; también es perceptible la pendiente que se aprovecha para el desalojo de los deshechos.

En el plano de Fray Andrés de San Miguel, un cuerpo que se desprende del conjunto a manera de apéndice y en el que se encuentran los comunes o letrinas en número de doce, espacio circundado por ventanas que permitían una buena ventilación.¹³

Otra particularidad es el conjunto construido en la planta alta con la cloaca en la planta baja, a nivel cero. Este modelo solía hacerse cuando el nivel freático era superficial, lo cual impedía la construcción de pozos negros, ya que éstos se anegaban y evitaban la descomposición de los *detritus*, aumentando el mal olor y acercando los deshechos al cuarto de las letrinas.¹⁴ Para reafirmar este punto es importante comparar la construcción de letrinas en la ciudad de Antigua Guatemala con la de México, al contar con dos ríos de flujo constante —no estacional— y un suelo más resistente. Cuando se construyen para un número reducido de ocupantes, las letrinas van a nivel cero, garantizando la higiene mediante la circulación constante de agua. En el caso del edificio conocido como La Recolección, en la parte poniente de la Ciudad de México, el esquema es similar al del Santo Desierto, con una cloaca

a nivel, sin circulación de aire y con los sitiales en la parte alta.

En el Santo Desierto la cloaca ocupa un mayor volumen que el espacio de las secretas, entendiendo las “secretas” como el lugar donde están los sitiales y la “cloaca”, el sitio donde cae y se desaloja el *detritus*. Este espacio tiene una pendiente de 1.12 m en 7.6 m de desarrollo, a fin de generar la fuerza suficiente en la circulación de agua para arrastrar los deshechos (figura 3). El volumen interior en la cloaca ronda los 312 m³ contra los 180 m³ estimados de las secretas. Esto también permite una cámara de aire que, al estar sujeta a circulación, permite que los aromas desagradables no asciendan al espacio superior (figura 4).

El sistema constructivo es de sumo interés. Al encontrarse en la planta alta, el espacio inferior permite el manejo del agua y, por supuesto, de los olores, con mayor precisión que en las que se encuentran a nivel de piso —nivel cero—. El sistema de cubierta en el entrepiso es una bóveda de arista con una altura aproximada de 5.5 m a las claves. En el centro del espacio hay un canal con una pendiente pronunciada que se ensancha en la parte central. La salida y la entrada de este canal son iguales, mientras que la parte central aumenta al doble. Por un lado encontramos un depósito de agua, y en la esquina un tiro que comunica directamente con el espacio de los comunes.

¹³ Nile Ordorika Bengoechea, *El convento del Carmen de San Ángel*, México, Facultad de Arquitectura-UNAM, 1998, p. 118.

¹⁴ Witold Rybczynski, *La casa. Historia de una idea*, Donostia, Nerea, 2006, p. 66.



Figura 3. Canal en el interior de la cloaca, el cual servía para desechar los *debris* por medio de una circulación constante de agua. Fotografía de Daniel Pastrana.

La parte superior es una habitación —las secretas o comunes— que en la actualidad sólo presenta ocho orificios —siete circulares y uno cuadrado—, correspondientes a los espacios de cada letrina (figura 5). En su momento de funcionamiento óptimo tenía un banco al centro, de seguro con tapas de madera, orificios coincidentes con los que sobreviven en el piso y divisiones construidas sobre el banco. Esto permitía privacidad si más de una persona estaba haciendo uso de la letrina.

En una de las esquinas existía un depósito de agua, el cual, por su ubicación, sólo podía ser alimentado con agua de lluvia captada en el techo del habitáculo de las secretas o de forma manual. Es

muy probable que este depósito tuviera la función de facilitar la higiene personal y del propio espacio que lo contiene. Anexo a éste, un tiro permitía desalojar el agua utilizada hacia la cloaca ya descrita. La construcción de las divisiones y los muretes para sostener los bancos debió de ser de tabique de barro encalado, con los asientos de madera. Nada de esto perdura en la actualidad y se intuye por el uso de los mismos materiales en piso.

En cuanto al sistema constructivo de la cloaca y los comunes, los muros perimetrales están levantados en cal y canto, con espesores variables. En la cloaca, los muros son de 57 cm en la cara oriente; de 55 cm en la poniente; de 120 cm en la norte, y de 85 en la



Figura 4. Interior de la cloaca. Se observa la forma de la bóveda, así como los orificios en el techo que correspondían a cada sitial. Fotografía de Daniel Pastrana.

sur. En las esquinas, a manera de contrafuertes que absorben los empujes de la bóveda de arista, hay cuatro pilares, en promedio de 90×90 cm, variando ligeramente de esquina a esquina. La bóveda tiene los arcos claves construidos con sillares de piedra de proporción rectangular. La plementería se compone de piedra más ligera, y los rellenos de las aristas para nivelar el piso se construyeron con hiladas de ladrillo, cubriendo camas en diferentes secciones, formando un espacio ligero y con múltiples cámaras de aire. Este punto es el que genera un aislamiento térmico, hídrico y aligeramiento de la bóveda (figura 6).

Estos sistemas eran comunes. En los tercios de las bóvedas encontramos que tienen que ser rellenos

para dar nivel a la planta encima de ellas con materiales que aligeren este peso. El material más común son las ollas, que generan espacios llenos de aire: por la forma que tienen, se distribuyen los esfuerzos, y posteriormente los rellenos fraguan en torno a ellas. De la misma forma, la proporción señalada por Gil de Hontañón¹⁵ para el espesor que deben tener los muros que cargan la bóveda se cumple de manera parcial con los ensanchamientos en las esquinas.¹⁶ El ensanchamiento norte tiene 2.33 m y el ensancha-

¹⁵ Meli menciona que Gil de Hontañón marca que el muro debe ser de 25% del claro de la bóveda.

¹⁶ Roberto Meli, *Ingeniería estructural de los edificios históricos*, México, Ingenieros Civiles Asociados, 1998, p. 15.

miento sur 1.65 m; el claro es de 4.6 m; la medida mínima de los apoyos, según la regla mencionada con anterioridad, es 1.15 m.

En el caso del aislamiento hídrico, considerando que el lugar en sí es muy húmedo, las ventilaciones que se realizan en la cámara inferior permiten proporcionar frentes de evaporación para la humedad ascendente, la cual no alcanza a llegar hasta el punto más alto, que es el espacio de los comunes.

Adicionalmente, para controlar los aromas existen dos mecanismos básicos: el primero, la circulación constante de agua; el segundo, las ventilaciones de la cloaca. En ambos casos, el *detritus* y los olores salen hacia el exterior sin pasar por otras habitaciones, debido a la ubicación del espacio en el extremo del claustro.

La circulación de agua se complementa con un depósito lateral, el cual recoge agua de diferentes ductos y la almacena en unas piletas construidas por encima del nivel de la cloaca.

Debido a las múltiples intervenciones que se han realizado, es imposible ubicar las áreas desde las que se recolectaba el agua; sin embargo, ante la ausencia de un tanque general se puede establecer la hipótesis de la recolección de agua de lluvia, así como la circulación del agua una vez utilizada en otros espacios del conjunto. Esta circulación debió ser constante.

Acerca del suministro de agua y el flujo constante. Virginia Guzmán menciona: “[...] de 1735. En ella el autor señala que el oficio humilde era una pieza bien aseada y que en los bajos de éste corría un chiflón de agua [...] con tanta rapidez como la de un molino llevándose las inmundicias [...]”¹⁷ Si la corriente de agua era constante y el autor de la descripción la comparaba con la de un molino, la acumulación de *detritus* era nula, manteniendo el espacio limpio y sin acumulaciones excesivas.

Es importante mencionar que contiguo a la cloaca está un espacio al que llegan ductos de diferentes



Figura 5. Vista de las ruinas de las secretas. Se observan el sistema constructivo y las claves de los arcos por su extradós. Fotografía de Daniel Pastrana.

partes del conjunto. Desde esta zona el agua circulaba hacia el ducto que recolectaba los *detritus*, para posteriormente, por medio de un canal cubierto, llevarlos a la ladera del bosque. Sistemas mixtos, con diferentes fuentes de captación y circulación constante de agua, son mencionados tanto por Leroux¹⁸ como por Wright.¹⁹ En México, muchos conjuntos religiosos presentan evidencia de diferentes sistemas de captación de agua y circulación de la misma, como los antiguos colegios jesuitas de Tepotzotlán o el antiguo Colegio de Propaganda Fide de la Santa Cruz en Querétaro.

Respecto al espacio habitable, no existen vestigios del piso final con que contaba el espacio. Sólo hay dos opciones: la última cama de ladrillo estaba aplanada

¹⁷ V. Guzmán Monroy, *op. cit.*, pp. 53-61.

¹⁸ J. F. Leroux-Dhuys, *op. cit.*

¹⁹ L. Wright, *op. cit.*



Figura 6. Sistema constructivo a base de ladrillo que provoca el aligeramiento en los rellenos de las bóvedas, además de aislamiento térmico e hídrico. Fotografía de Daniel Pastrana.

y enlucida con cal o hubo algún piso de madera que ayudara con el aislamiento térmico (figura 7).

Letrinas de Yanhuitlán

El segundo núcleo de letrinas que se analizan son las de Yanhuitlán, Oaxaca, en el antiguo convento dominico. Éste presenta una fábrica más duradera, ya que en su mayoría utiliza la piedra junteada con mezcla de cal, con evidente trabajo de corte de piezas para formar las bóvedas y los paramentos; es decir, un trabajo de estereotomía y una construcción que necesitó de diversos especialistas, canteros, albañiles y especialistas en el diseño de letrinas. El volumen

que ocupa el edificio es masivo en comparación con otros espacios del convento, y la ingeniería hidráulica empleada para el control de desechos, de aromas y circulación del agua resulta notable.

En primer lugar cabe mencionar que las letrinas podían ser usadas por 16 personas a la vez, lo cual habla del número de habitantes que debió tener el convento en sus etapas de mayor uso. Y si bien no serían las 16 de modo constante, es evidente que una obra de ese tamaño, que dota de la infraestructura para albergar a varios usuarios, se realizó pensando que el edificio tuviera funciones más allá de la evangelización.

En el Desierto de los Leones hay ocho sitios, y en el antiguo colegio de San Ángel, también carmelita, 12.



Figura 7. Letrinas en el antiguo convento dominico de Tepoztlán. Se aprecian los muretes que dividían cada secreta. Similares a éstas debieron de ser las del Santo Desierto. Fotografía de Tarsicio Pastrana.

En un caso, el edificio era colegio, y en el otro, lugar de retiro. Yanhuitlán debió de tener funciones adicionales, verificables en algunas fuentes, como lugar para realizar los capítulos provinciales o casa del vicario general. Este tema se retomará adelante.

La sala de las secretas se encuentra en la planta alta, en la esquina sureste del claustro (figura 8). Está cubierta con una viguería de madera sobre el corredor perimetral, en cuya pared interior se encuentran distribuidos los bancos de madera, construidos en nichos con forma de arco de medio punto que proporcionan la privacidad necesaria (figura 9). Es decir, parecieran cubículos abovedados. En el interior de cada nicho había un banco de madera con el orificio para evacuar; al parecer los que se encuentran aquí en la actualidad son museográficos.

Tal disposición es perceptible en otros conjuntos dominicos de la zona. En la capital del estado, en la ciudad de Oaxaca, en el antiguo convento dominico hoy convertido en el Centro Cultural

Santo Domingo, se encuentran dos núcleos. El más grande de ellos actualmente funciona como sala museográfica, con un pavimento que recuerda el sitio donde estuvieron los sitiales y las obras para contenerlos. La disposición y el tamaño, así como la distancia entre ellos, sugiere una solución parecida a la de Yanhuitlán. Sin embargo, nada de eso, salvo la marca del piso, sobrevive hoy en día.

Los nichos están contruidos en torno a un núcleo con forma cuadrangular que pasa ciego por el nivel de las secretas y llega a la parte inferior donde están los canales y la circulación de agua. Simula un pequeño claustro con arcos en sus cuatro lados, dejando al descubierto el área central descrita. En torno a éste, y sin comunicación de ningún tipo, se ubicaron las letrinas de la planta alta. Esto es interesante porque permite el manejo de los olores sin que tengan contacto con el segundo nivel.

Tal cuestión no se encuentra en los restos encontrados en Teposcolula, Oaxaca, ni en los comunes



Figura 8. Fotografía aérea del antiguo convento de Yanhuitlán. En la esquina sureste se observa el volumen de las letrinas. Al centro se aprecia el patio cuadrado descrito en el presente trabajo. Fotografía de Google Earth.

74 |

de Santo Domingo, descritos párrafos atrás, donde los sitiales están directamente sobre el ducto y la cloaca. Aunque en ambos ejemplos dominicos se mantienen alejados por la altura y se generan circulaciones de aire, es conveniente aclarar que presenta soluciones similares pero muy diferentes a la analizada en Yanhuitlán.

La planta baja es un espacio cerrado en torno a uno abierto —ya descrito—, el cual parece un pequeño claustro. Un canal perimetral coincidente con las hileras de sitiales en la planta alta tenía la pendiente necesaria para hacer circular agua y limpiar la zona. Es visible la entrada y la salida del canal, pero no la conducción de agua a las afueras de la cloaca debido a las alteraciones del espacio.

La entrada del agua se hacía por un extremo en la zona más alta; la salida era en el extremo contrario de la zona baja. Una sola entrada a este espacio

cerrado cubría el resto de las necesidades. Toda la fábrica es de piedra, y sobre las cuatro bóvedas de cañón corrido que soportan el segundo nivel se practicaron los orificios para el paso de los desechos, siendo éstos cuatro por lado (figuras 10 y 11).

Las secretas se ubican en el extremo sureste del área de celdas, con un solo acceso desde una terraza exterior que funciona como un aislamiento térmico y olfativo. El espacio interior en planta alta cuenta con ventanas en los extremos que no están adosados al conjunto conventual; es decir, el módulo de sanitarios ocupa dos niveles y se “adosa” al espacio nuclear del convento. Esta disposición es muy común para generar un espacio en el que el manejo del agua no afecte la construcción principal, lo cual permite manejar la entrada y la salida del agua a la cloaca sin que el edificio principal tenga humedades. De la misma manera, las ventanas están en



Figura 9. Interior de las secretas. Se observan cuatro de los 16 cubículos, así como las ventanas que iluminan y ventilan el área. Fotografía de Tarsicio Pastrana.

los extremos del módulo, sin contacto con el edificio del convento.

Asimismo, es común que este módulo adosado se inserte en un área que antiguamente era la huerta, ya que los canales de entrada y salida del agua fueron tomados y reincorporados a un sitio con circulación constante por los sistemas de riego que se incorporaban para el funcionamiento y productividad de estos espacios.

Aquí es conveniente mencionar que existe una alimentación de agua proveniente del interior del conjunto conventual, que se incorpora a la cloaca desde el edificio principal, lo cual podría significar una disposición de último uso como la que se ha descrito en este trabajo, utilizada desde la Edad Media, con el agua circulando por todo el conjunto has-

ta llegar a la cloaca antes de regresar al río o regar las huertas.

De lo notable de este espacio dan cuenta algunos autores. Incluso se considera que su construcción mejoró las condiciones de habitabilidad por encima de otros establecimientos:

Con la conclusión de las letrinas los padres dominicos pudieron tener un mayor confort y alojar a las más altas autoridades de la provincia. Posiblemente por ello, en 1575, el convento de Yanhuítlan se convirtió en casa del vicario provincial.²⁰

²⁰ Alejandra González Leyva (coord.), *El convento de Yanhuítlan y sus capillas de visita: construcción y arte en el país de las nubes*, México, UNAM/Conacyt, 2009, p. 172.

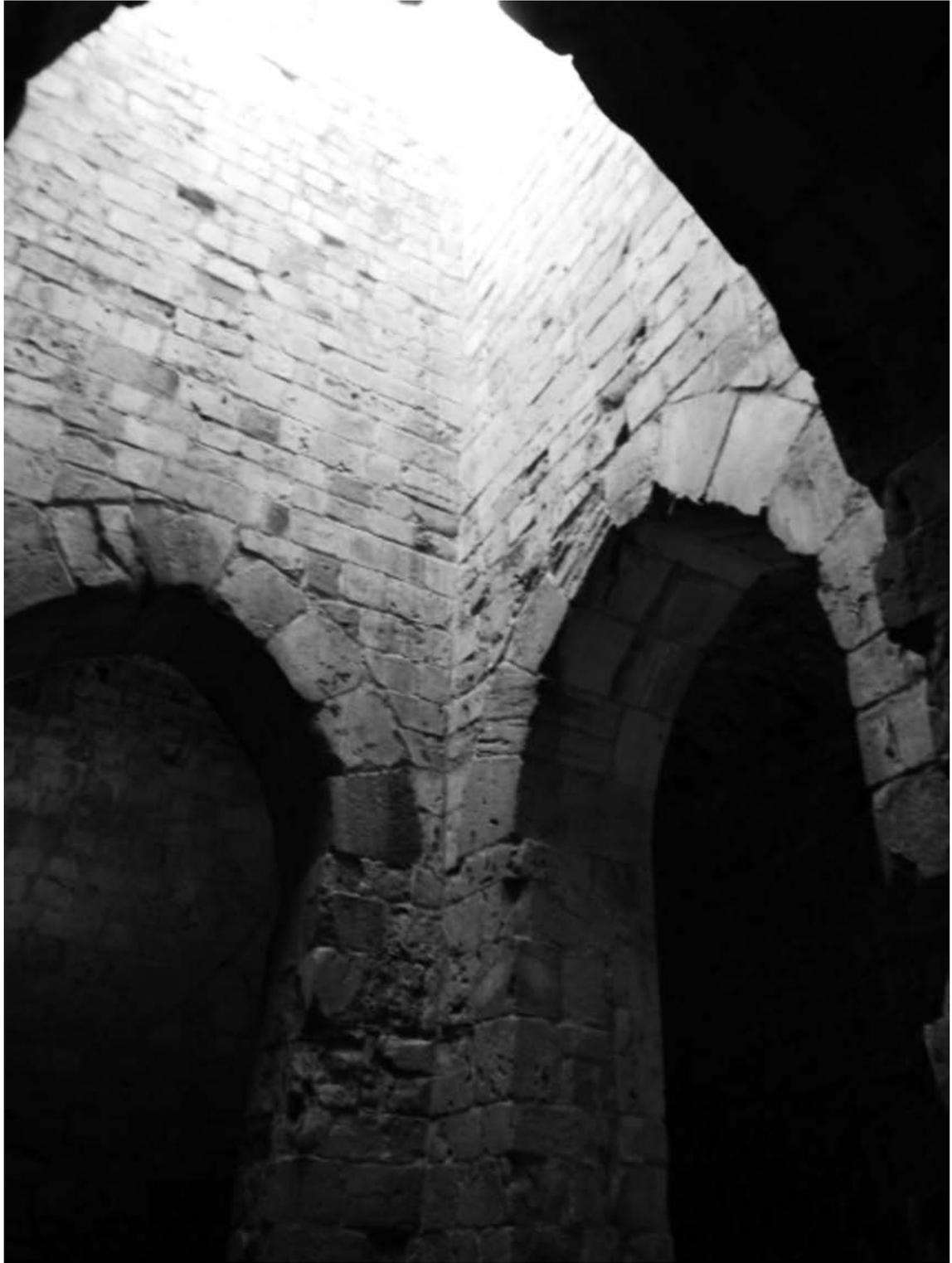


Figura 10. Cloaca de Yanhuilán. Es notable el patio interior para el manejo de aromas y permitir una recolección del agua de lluvia utilizada para el desalajo. Fotografía de Tania Fuentes.



Figura 11. Cloaca de Yanhuatlán. Vista de las bóvedas y los orificios de desalojo. Fotografía de Tania Fuentes.

También observamos que Kubler menciona la importancia de las letrinas para los dominicos y en particular las de Yanhuatlán: “Los dominicos dieron gran importancia a la construcción de esmeradas letrinas comunales, un magnífico ejemplo puede admirarse en Yanhuatlán”.²¹ Para reafirmar esta idea se pueden agregar las de Teposcolula, Oaxaca, y la dos del conjunto grande de Santo Domingo, en la ciudad de Oaxaca, así como las de Cuilápam y, fuera del actual estado de Oaxaca, las de Tepoztlán, en el estado de Morelos, todas en conjuntos dominicos.

Otra mención interesante a la construcción de las letrinas en Yanhuatlán tiene que ver con el personal técnico que las ejecuta, comandados por un especia-

lista, “Salazar”, involucrado en la construcción de Cuilápam, y en varias mejoras al convento de Yanhuatlán, entre éstas las letrinas.²² La mención a este individuo por parte de un cronista dominico tan importante como Burgoa denota la importancia que se le daba a este tipo de obras en la época de análisis. El hecho de considerar a Salazar como un especialista denota que la construcción de letrinas no era cosa simple.

En este mismo tema se puede revisar el proyecto para la construcción de unas letrinas en el convento de Santa Catalina en Valladolid, hoy Morelia, cuyo plano es sumamente interesante debido a que

²¹ George Kubler, *Arquitectura mexicana del siglo XVI*, México, FCE, 1982.

²² Magdalena Vences Vidal, “Notas para la arquitectura de la evangelización en el valle de Oaxaca”, en José Barrado Barquilla (ed.), *Actas del II Congreso Internacional sobre los Dominicos y el Nuevo Mundo*, vol. 2, Salamanca, 1989, p. 504.



Figura 12. Fotografía aérea del conjunto de la hacienda de San Juan Molino. Se observan las construcciones en ruinas y, en medio, el edificio nuevo con las oficinas del centro de investigación. Fotografía de Google Earth.

contiene 28 sitios divididos en dos espacios: uno para novicias y otro para profesas, además de especificaciones para evitar las humedades:

Dichas obras dispuestas con toda solidez, caño o desagüe con buen corriente, unos registros para reconocerlas algunas veces dispuestos de modo que no se evapore y aparezcan humedades perjudiciales a la tapia del convento.²³

El proyecto está firmado por un arquitecto llamado "Thomas". Rybczynski menciona la razón del diseño tan depurado en cuestiones higiénicas para

²³ José Martín Torres Vega, *Los conventos de monjas en Valladolid de Michoacán, arquitectura y urbanismo en el siglo XVIII*, Morelia, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente-Gobierno del Estado de Michoacán/Instituto de Investigaciones Históricas-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2004, p. 147.

monjes y pone como ejemplo a la Orden del Císter: "La higiene era importante para los cistercienses tan preocupados por la eficiencia".²⁴ De la descripción de ubicaciones de diferentes espacios, como las tinajas de baño, que eran de madera, y la ubicación de las letrinas en un área junto al dormitorio, lo más interesantes es el manejo del agua: "Las aguas residuales de esas instalaciones salían por conductos cubiertos que de hecho eran alcantarillas subterráneas".²⁵

San Juan Molino

Antes de hablar de la manera en que fueron resueltos, es conveniente mencionar algunos datos que le confieren su carácter singular a la hacienda. La

²⁴ W. Rybczynski, *op. cit.*, p. 40.

²⁵ *Idem.*

zona presenta varios cauces de río, canales de riego y zonas de cultivo. Incluso hoy en día, tomando en cuenta el crecimiento urbano, el área presenta agua en abundancia, situación incompatible con el uso principal que este espacio presentaba en el virreinato, vocación implícita en el nombre del sitio, San Juan Molino. Tanto las harinas como los granos debían ser almacenados en sitios con un porcentaje de humedad bajo, pues en presencia de ésta el grano germina y la harina se pudre. La manera de resolver lo anterior es una de las principales características del sitio y un elemento que debe conservarse y divulgarse (figura 12).

En el caso de San Juan Molino, se presenta un sistema original y altamente efectivo para evitar que la humedad del terreno ascienda por los muros y afecte la habitabilidad. Estas bóvedas se orientaron en dirección de los vientos dominantes de la región para que la circulación de aire fuera constante. Adicionalmente, tomando en cuenta que en la zona las inundaciones eran y son frecuentes, el sistema descrito permite que las zonas habitacionales y de almacenamiento permanecieran secas en caso de contingencia. Esta característica de construcción elevada proporciona soluciones ingeniosas, principalmente para la convivencia del edificio con el agua, ya que los molinos hidráulicos requieren de circulación constante para accionar los rodeznos; ésta no debe tocar el área de producción, sino sólo la zona motriz.

Por esta causa, los diferentes niveles del edificio se superponen, separando las zonas secas de las semihúmedas y las húmedas. Del correcto funcionamiento de estos espacios y de mantener el agua en los sitios que se requería dependía el funcionamiento de la hacienda.

Allí es donde el edificio presenta otra de sus singularidades: los molinos existentes eran de rueda horizontal y rampa, una tipología presente en zonas con abundancia de agua, ya que prescinden de almacenamientos para generar presión, como los cu-

bos, presentes donde los flujos de agua no son tan abundantes. Si tomamos en cuenta la tipología y el número de máquinas, en San Juan Molino podían funcionar simultáneamente cuatro pares de muelas, lo cual proporcionaba una productividad alta que estaría dirigida a las zonas urbanas cercanas de Puebla y Tlaxcala. Los canales de agua y los desagües, así como las circulaciones hidráulicas para el molino, debían convivir de igual forma con la construcción. La relación de estos elementos con documentación histórica, como los tratados de ingeniería hidráulica —principalmente tratados de hidráulica del siglo xvi—, permiten ubicar las tipologías localizadas en la antigua hacienda y relacionarlas con las mostradas en diversos documentos, comprobando la vigencia de los sistemas en la época de estudio.

El molino, con su embalse previo y sus cubos, era un modelo muy común, con ventajas derivadas de la flexibilidad de su sistema hidráulico, el cual acumulaba depósitos que ayudaban a mantener con un flujo constante al molino. Los molinos de este tipo se encuentran en el tratado de los 21 libros de los ingenios y las maquinas, importante referente de investigación sobre ingeniería hidráulica en el siglo xvi:

El molino que se hace de balsa y cubo, el cual molino muele mucho más que no hacen los molinos de aceña o de bomba. Estos molinos tienen rodete y no rueda grande, el cual rodete anda llano y no derechos. Estos molinos muelen mucho por razón de la mucha agua que tiene la balsa y el cubo, y porque estos molinos se suelen hacer en esta manera: porque donde hay poca agua, para que se vayan recogiendo en el cubo, Y cuando está lleno, entonces abren el cubo y muele el molino mientras dura el agua en el cubo. Y según la mucha o poca agua, así muele mucho o poco [...].²⁶

²⁶ Juanelo Turriano, *Los veintitún libros de los ingenios y de las máquinas*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos/Turner, 1983, p. 335.

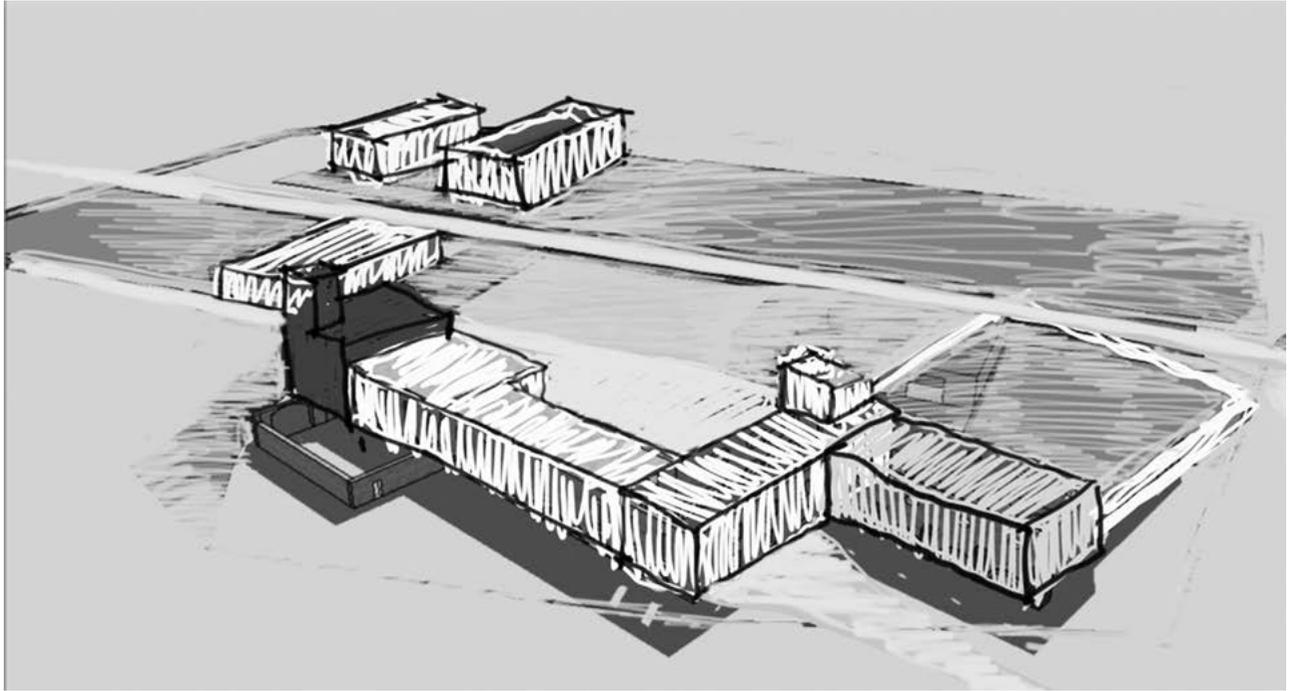


Figura 13. Conjunto San Juan Molino. Esquema de Tarcisio Pastrana.

Por otra parte, se pueden establecer hipótesis de funcionamiento de algunos espacios, ya que los elementos hidráulicos tenían más de un uso. Tal es el caso de los depósitos de agua en el convento franciscano de Cuauhtinchan, que eran utilizados, además del almacenamiento, para el cultivo de peces. Esta cuestión es mencionada por Jean F. Leroux,²⁷ en su estudio de las abadías cistercienses, que incluso lo considera en las reglas como parte del manejo hidráulico de las abadías. En los conventos novohispanos existe evidencia, en las crónicas de las órdenes, del cultivo de peces en depósitos y tanques de agua. Sobre este particular, en la crónica de Michoacán hay una descripción de los estanques en Yuriria, antiguo convento agustino ubicado en el estado de Guanajuato:

Las aguas de esta fuente las reprime un tanque, que antiguamente fue cubo de un molino, cuyos vesti-

gios aun preservan. Parte de sus aguas sale al pueblo, y otra riega el jardín. En el estanque que sujeta las aguas se crían muchos y numerosos bagres [...].²⁸

El hecho de que el agua esté baja impide su aprovechamiento para riego y fuerza motriz, así como para toda la población. El narrador describe que es buena el agua y sólo puede usarse para consumo humano; por supuesto, acarreándola hasta la zona en que se ocupara. Estos sistemas conjuntos son muy comunes, ya que el agua tenía que aprovecharse en varios usos antes de ser devuelta al medio ambiente, lo cual se lograba mediante la construcción de desniveles y aprovechando las pendientes.

Para los jesuitas de Tepotzotlán, la creación de desniveles artificiales en la huerta de sus colegios no fue un impedimento. Aunque requerían del agua en la

²⁷ J. F. Leroux-Dhuys, *op. cit.*

²⁸ Fray Matías de Escobar, "Americana The baida Vitae Patrum de los Hermitaños de N.P.S. Agustín de la Provincia de S. Nicolás Tolentino de Mechoacan", en Federico Gómez de Orozco (sel., introd. y notas), *Crónicas de Michoacán*, México, UNAM, 1991, p. 109.



Figura 14. Bodegas elevadas. Fotografía de Tarsicio Pastrana.

cota más alta posible, el canal principal de alimentación entraba en el conjunto y llenaba el primer depósito, el cual era utilizado para accionar el molino a través del llenado de cuatro cubos, uno por cada rueda hidráulica. Esta investigación hidráulica en el sitio será de vital importancia para configurar un proyecto actual que tome en cuenta estos factores.

En el caso de la hacienda de estudio, la lectura del espacio actual permite observar tales convivencias. Incluso hoy en día, con el espacio en estado de abandono, el estudio del edificio proporciona soluciones que pueden adaptarse a medios similares en entornos contemporáneos (figura 13). La convivencia de usos que requieren agua y aquellos que no, constituye el aspecto técnico más importante del conjunto de San Juan Molino.

El conjunto de edificios se distribuye en 3500 m², con una casa grande, una troje elevada, un edificio para molino, dos trojes a nivel y una capilla. No se encontraron restos de calpanerías. Aunque las poblaciones más cercanas permitían que muchos de

sus residentes vivieran en estos poblados, también es probable que los materiales con que estaban realizadas las calpanerías fueran perecederos, y por esta razón no se encuentran en la actualidad.

Algunas zonas en ruinas permiten formular la hipótesis de la existencia de una calpanería frente a la troje principal. Del análisis arquitectónico se determina una troje contigua al molino con características de aislamiento hídrico y tres trojes alejadas del molino construidas a nivel. Esta particularidad permite pensar que la troje contigua al molino, por su control hídrico y su cercanía, almacenaba el grano (figura 14) y el material procesado, mientras que las que se construyeron a nivel y más alejadas servían para materiales y herramientas diversos.

También de este análisis se encontró que la casa grande (figura 15) tenía uno de sus frentes principales hacia el depósito de agua de los molinos, lo cual permitía un control visual del área del molino y el acceso a la troje. Sin embargo, al parecer el pórtico estaba prácticamente sobre el depósito de agua, lo



Figura 15. Casa grande elevada sobre arcos. Fotografía de Tarsicio Pastrana.

cual le proporcionaría a la construcción una vista muy agradable de la circulación de agua.

Sobre estas bóvedas que elevan las construcciones para alejarlas de la humedad y aprovechar las circulaciones del aire para proporcionar frentes de evaporación, hay una liga con el edificio ya analizado del Santo Desierto en Cuajimalpa, en el cual se aprovechó la topografía de la cúspide de la loma. La construcción del claustro principal requirió una nivelación del terreno para generar una superficie plana sobre la que se construyó el claustro. El templo se edificó sobre la cota más alta de la loma. El desnivel se absorbió con una serie de bóvedas ventiladas similares a las de San Juan Molino, que también presentan circulación de aire y que permitieron la construcción de la cloaca y las letrinas analizadas al principio de este trabajo. La tradición popular le atribuye usos adicionales como el enfriamiento de la carne y el secado de alimentos.

Conclusiones

El análisis de la arquitectura virreinal se ha circunscrito a sus valores monumentales o artísticos. Sin embargo, pocos son los estudios que la toman como fuente de información para aspectos a una escala menor. Si bien existen grupos de investigación que se enfocan en los factores técnicos, éstos se centran en sistemas constructivos y en formas de construcción. Es importante que la escala de los análisis abarque factores menos evidentes que proporcionen soluciones y datos necesarios para la construcción de un campo que cada vez tiene más participantes. Alejarnos de lo llamativo de la monumentalidad y de la cuestión estética abre campos de conocimiento poco explorados.

Esto es entendible a partir de lo visible y evidente que pueden ser los factores mencionados. Las visiones siempre han sido desde el enfoque de la historia del arte o de los valores estéticos. Los estudios desde

una perspectiva técnica-arquitectónica que toman en cuenta a los objetos no sólo como piezas de arte sino también desde su visión técnica funcional, proporcionan información de relevancia sobre las soluciones dadas a problemas comunes que aún hoy generan expectativa.

Este debate entre el objeto funcional y el estético ya fue planteado por Cesare Brandi (2000), quien los llamó “objeto artístico” y “objeto industrial”: el primero se restaura y el segundo se repara. No obstante, ¿estas intervenciones deberían recuperar la funcionalidad de los sistemas o sólo mostrarnos cómo era? Quizá la migración tecnológica del pasado al presente sea la principal motivación de estos estudios; obtener datos que permitan adaptar las construcciones, como se hacía en el pasado, ahorrando recursos y siendo más compatibles con el medio ambiente donde vivimos.

La sostenibilidad de los edificios, el manejo energético, la circulación de agua, el aislamiento hídrico y térmico —mostrados en este trabajo— se hacían de manera sencilla y eficiente. Muchos de estos aspectos, a pesar de la dinámica arquitectónica a la que están sujetos los edificios, todavía son reconocibles y registrables. Este tipo de estudios, que cada vez son más abundantes, contribuyen de manera útil y rica a diversificar las investigaciones realizadas acerca de objetos arquitectónicos y urbanos. La descripción técnico-funcional de los dos núcleos de letrinas muestra el alto grado de complejidad que presentaba su diseño y puesta a punto. Ambos ejemplos pro-

porcionaron un servicio al que de manera cotidiana estamos acostumbrados. Sin embargo, la época de creación de estos espacios muestra cómo un aspecto que se resuelve de modo simple en la actualidad necesitaba de la conjunción de diferentes aspectos —arquitectura, hidráulica e ingeniería— no sólo para resolver la función que originaba el espacio, sino también para lograr comodidad en el usuario.

En cuanto a la hacienda de San Juan Molino, se resolvió elevando la construcción: una solución antiquísima que encontramos desde los palafitos, ¿Cuántas veces no hemos escuchado que elevar las casas que viven en zonas de inundación sería una de las soluciones más viables? Esto se aprecia en las casas que se construyen en las inmediaciones de Tlacotalpan, ciudad veracruzana inscrita en la Lista del Patrimonio Mundial, elevadas sobre el terreno para absorber los intempestivos cambios de nivel en el río. Pero no sólo eso: el aislamiento del terreno lo encontramos como una solución común en las construcciones eclécticas de la época porfiriana, cuando las casas manejaban un sótano y se elevaban del terreno. Esa cámara de aire proporcionaba aislamiento y solucionaba diversos problemas.

Estos tres ejemplos sólo reafirman la idea de que el análisis de los edificios históricos desde el punto de vista técnico, proporciona datos y soluciones adaptables con la tecnología actual, en un proceso de migración tecnológica del pasado al presente, al elegir adecuadamente los sitios o proporcionar soluciones en zonas aisladas.



Las bóvedas de tezontle en la Ciudad de México: siglos xvii y xviii. El caso del templo de San Lorenzo Mártir

Fecha de recepción: 31 de julio de 2018.

Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2018.

En el siglo xvi, los principales templos de la Ciudad de México tenían sus techumbres a dos aguas, con techo cóncavo y armadura de madera, compuesto por vigas cruzadas recubiertas con planchas de plomo. Para el siglo xviii ese sistema constructivo fue cambiado por otro más ligero. Las bóvedas de tezontle constituyeron la solución para hacer la estructura menos pesada. Tal fue el caso del templo de San Lorenzo Mártir, al cual le sustituyeron su antigua cubierta de madera por otra elaborada en ese material. En la primera mitad del siglo xx, al retirar el aplanado de la bóveda, quedó al descubierto el gran trabajo de estereotomía. En 2016 el templo entero fue digitalizado mediante tecnología en 3D. El objetivo de este trabajo es analizar los cambios ocurridos en la techumbre del mismo.

Palabras clave: bóvedas, tezontle, estereotomía, sistema constructivo, escáner 3D.

In the sixteenth century the main churches in Mexico City had gabled roofs, with a concave roof and wooden armature composed of crossed beams, covered with lead plates; however, for the eighteenth century they changed that constructive system, for a lighter material. Tezontle vaults were the solution to make the structure less heavy. This was the case of the church of San Lorenzo Mártir, which replaced its former wooden roofing with another made of tezontle. In the first half of the twentieth century, when removing the plaster coating of that vault, a great work of stereotomy was uncovered. In 2016 the whole church was scanned using 3D technology. The objective of this paper is to analyze the changes in the roof of this church.

Keywords: vaults, tezontle, stereotomy, construction system, 3D scanner.

El uso del tezontle en la arquitectura de la Ciudad de México entre los siglos xvi y el xviii fue determinante sobre todo para resolver varios problemas constructivos como cimientos, muros, bóvedas, techumbres y terraplenes.¹ El objetivo de este trabajo es analizar el cambio constructivo que implicó usar el tezontle en las bóvedas en vez del sistema tradicional. Su desarrollo se basa, por un lado, en documentos de archivo, y por el otro, en la observación directa, la cual implicó el uso de instrumentos como el escáner laser para determinar con precisión tanto las dimensiones del templo, muros y alturas, así como las medidas exactas de la bóveda.

Las bóvedas de muchos de los templos del siglo xvi en la Ciudad de México eran de techos inclinados de madera recubiertos con planchas de plomo, muchas con interiores de estilo mudéjar, como en San Francisco, San Agustín, Santo Domingo, La Casa Profesa,

* Coordinación Nacional de Monumentos Históricos, INAH.

¹ Las características generales del tezontle ya fueron publicadas: Leopoldo Rodríguez Morales, "La práctica constructiva en la Ciudad de México. El caso del tezontle, siglos xviii-xix", *Boletín de Monumentos Históricos*, 3ª época, núm. 22, mayo-agosto de 2011.

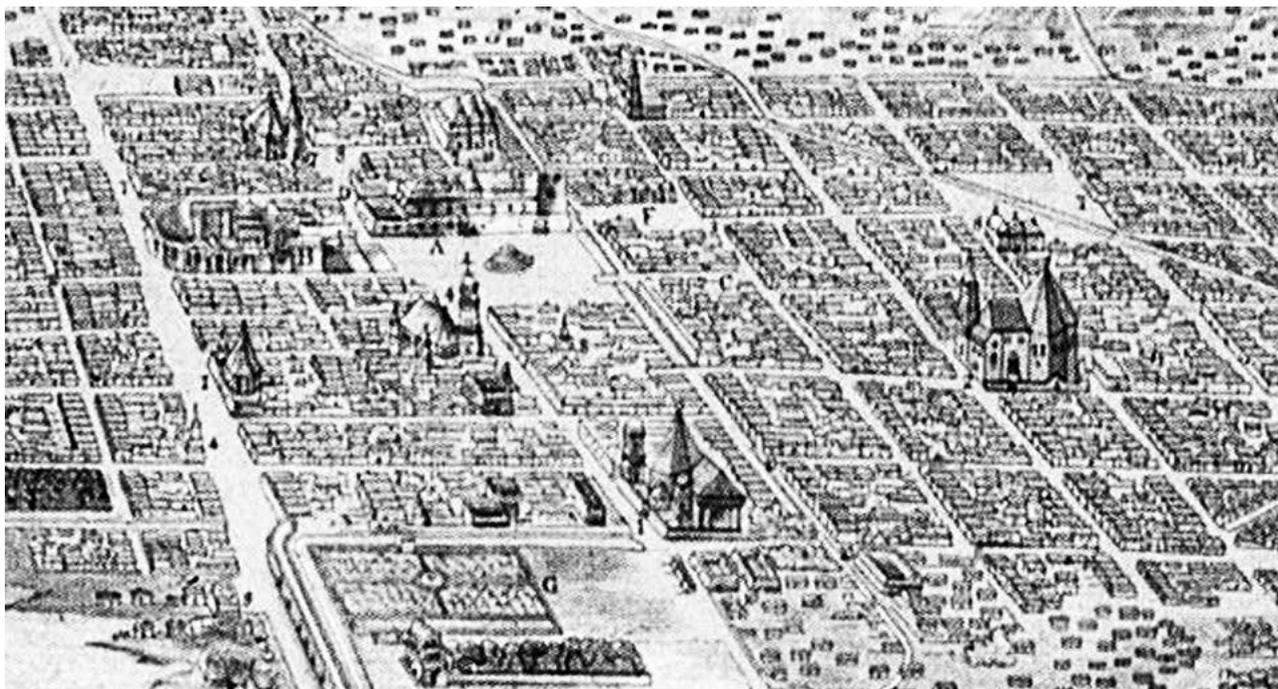


Figura 1. Detalle del plano del arquitecto Juan Gómez de Trasmonte, "Forma y levantado de la ciudad de México. 1628". Imagen de la Fototeca Constantino Reyes Valerio de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos (CNMH) del INAH.

La Merced, El Carmen, San Lorenzo y Santa Clara.² Otros templos cercanos a la capital del país también contaban con este sistema constructivo, a base de planchas de plomo, como el Santo Desierto de Cuajimalpa y la ermita de Nuestra Señora de Guadalupe.³ Inés Ortiz Bobadilla explica: "Estas cubiertas tenían como acabado final tanto teja como plomo, este último se utilizó por lo general en los edificios más importantes [...] probablemente debido a su alto costo".⁴

En el plano de 1628 levantado por Luis Gómez de Tramonte (figura 1) "se puede observar que los

techos de las iglesias que vemos inclinados en el plano están cubiertos con plomo, ya que este material era más duradero que la teja"⁵ (figura 2). Al finalizar el siglo xvii y durante el xviii la mayoría de esas cubiertas fueron sustituidas por bóvedas de cañón corrido, elaboradas sobre todo de tezontle, como fue el caso de la del templo de San Lorenzo Mártir, como veremos en detalle. Templos de la Ciudad de México con bóvedas de tezontle son los de Santo Domingo, Santa Teresa la Nueva, Nuestra Señora de Loreto, San Miguel Arcángel, San Joaquín y San Lázaro, entre otros. Casi todas estas bóvedas fueron construidas durante el siglo xviii.

En años recientes, desde la década de 1950 hasta nuestros días, la moda de muchos arquitectos por dejar los materiales de construcción aparente en las bóvedas ha dado lugar a que se admiren los sistemas constructivos originales: tal es el caso de las

² Manuel Toussaint, *Arte mudéjar en América*, México, Porrúa, 1946, p. 33.

³ María del Carmen Olvera Calvo y Ana Eugenia Reyes y Cabañas, "La plomada de la ermita de Nuestra Señora de Guadalupe de México de 1621. Obras de mantenimiento", *Boletín de Monumentos Históricos*, 3ª época, núm. 23, 2011, p. 147.

⁴ Inés Ortiz Bobadilla, *Arquitectura mudéjar en México. Elementos estructurales y compositivos aplicados en la época virreinal*, México, UAM, 2013, p. 90.

⁵ *Idem*.

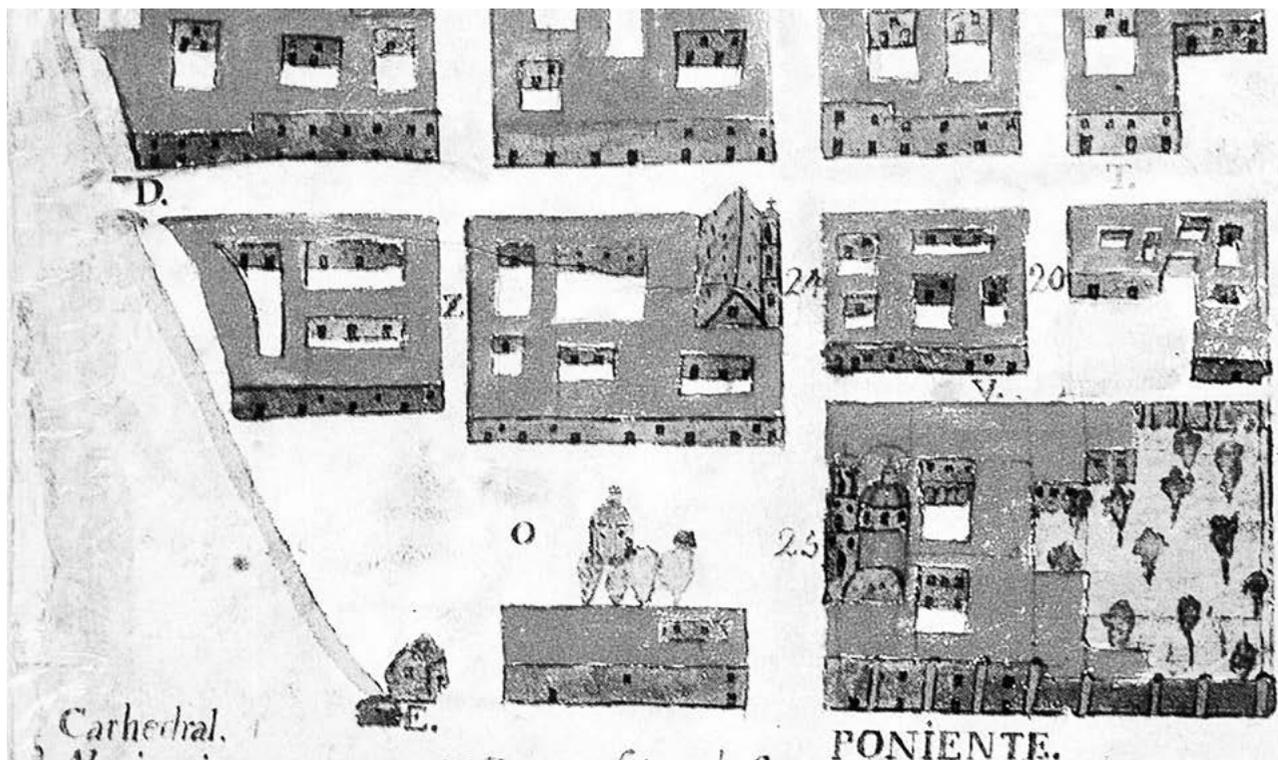


Figura 2. Detalle del plano de Francisco Orozco Manrique de Lara, sin título, de 1753, que representa el Cuartel Mayor número 1. Imagen tomada de Sonia Lombardo de Ruiz y Yolanda Terán Trillo (colaboración), *Atlas histórico de la Ciudad de México, México*, INAH-Conaculta, 1996, p. 63.

bóvedas de tezontle, cuyos colores son rojo, gris y negro. Por supuesto, estas bóvedas fueron recubiertas en origen con aplanados de mezcla de cal y arena. Nuestras preguntas son: ¿cuándo y por qué fue el cambio de material tradicional como la madera por el tezontle? ¿Cuándo se construyeron intensivamente estas bóvedas? En el caso del convento y templo de San Lorenzo, ¿cuándo y cuál fue el criterio para cambiar a bóvedas de tezontle, con base en los documentos? ¿Cuál fue el diseño de esa bóveda? (figura 3).

Siglos xvii y xviii

En el siglo xvii se comenzó a experimentar con nuevos métodos constructivos. Fue el caso de las bóvedas de tezontle. En relación con la Catedral Metropolitana, Manuel Toussaint señala que, “además, se varió el sistema de construcción y desde la capilla de San

Isidro Labrador se desplantan bóvedas de arista construidas con tezontle, en vez de las viejas bóvedas nervadas que se trabajaban desde el siglo xvi”⁶ En realidad fueron dos las bóvedas de tezontle. Entre 1624 y 1627 se cerraron las bóvedas de las capillas del lado de la epístola, la cual servía como sagrario y la de San Isidro (1624-1627), cuando en la construcción de dichas capillas “se introdujo la novedad de construir la bóveda con piedra de tezontle en vez del sillar de cantería a la manera gótica”⁷ Probablemente, señala Toussaint, lo anterior se debió a la experiencia de los arquitectos,

aunque no todos estuvieron de acuerdo, imperó la opinión de los más audaces o de los más prácticos.

⁶ M. Toussaint, *Arte colonial en México*, 4ª ed., México, UNAM, 1983, p. 99.

⁷ M. Toussaint, *La Catedral de México y el Sagrario Metropolitano*, México, Porrúa, 1973, p. 33.

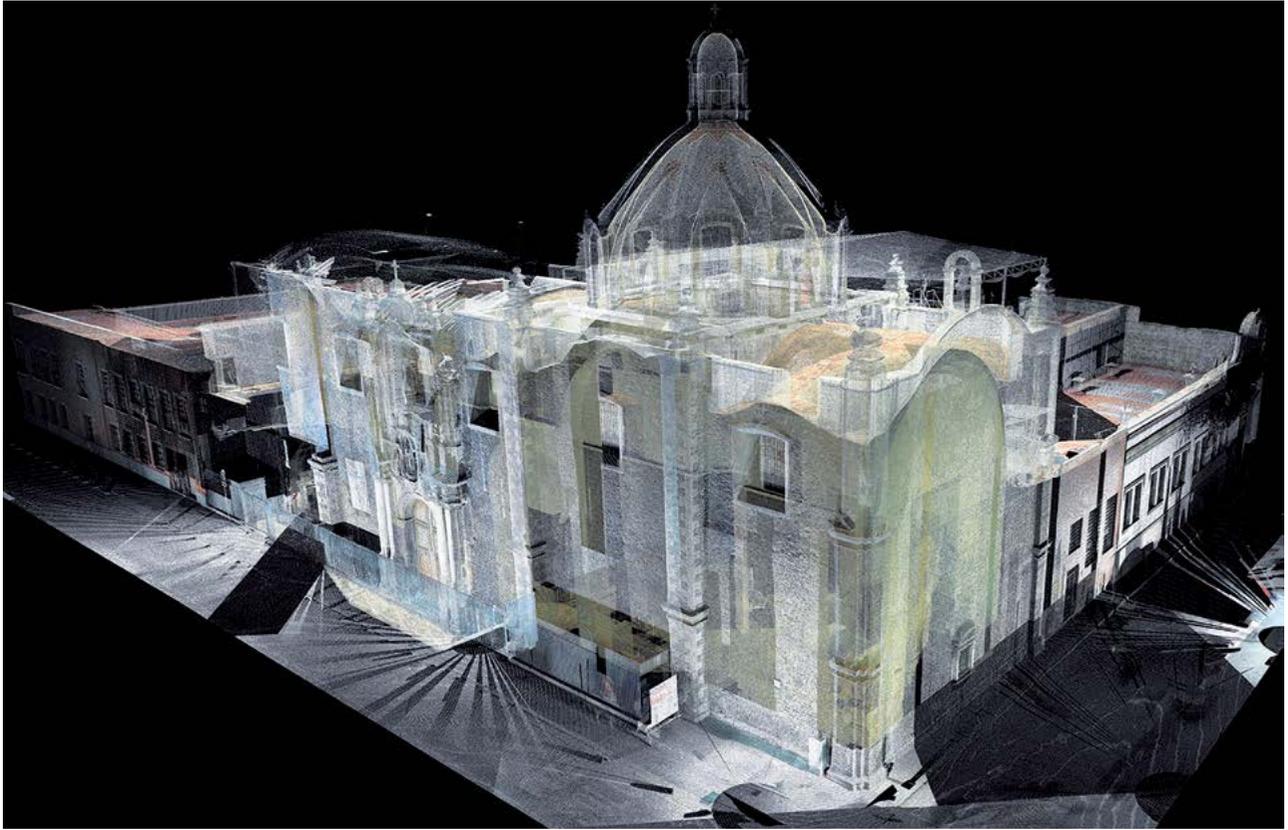


Figura 3. Templo de San Lorenzo Mártir (conjunto). Levantamiento realizado en escáner laser 3D en el Laboratorio de Imagen y Análisis Dimensional (LIAD) de la CNMH-INAH. Trabajo elaborado en 2015.

Así, cuando la corte no pudo resolver el asunto y contestó al virrey dándole facultades para hacerlo, como más capacitado, el punto se decidió por el nuevo sistema.⁸

Por otra parte, al parecer siguieron utilizando ese material para la construcción de bóvedas; el arquitecto que llevaba las obras de la Catedral entre 1640 y 1662 fue Juan Gómez de Trasmonte, quien expone lo siguiente:

Agosto de 1662.

Juan Gómez de Trasmonte, Maestro Mayor de la catedral dice: que el material de que más necesita es piedra colorada llamada laja para las bóvedas [tezontle]. Y aun-

que a su pedimento se han hecho muchas diligencias por el juez de la obra no ha bastado, con que es forzoso ocurrir a Vuestra Excelencia para que se sirva demandar a las personas que tratan de este material entreguen toda la que sacasen de este género y se obliguen en forma a ello, pagándose a su justo valor.⁹

De acuerdo con las *Gacetas de Literatura de México* de 1788, en relación con los incendios que habían ocurrido históricamente en la ciudad, las bóvedas eran las que más sufrían las consecuencias, pues muchas eran de madera construidas entre los siglos XVI y XVII:

Estos hechos modernos [los incendios] y otros más antiguos, parece deberían haber abierto los ojos a los que

⁸ *Idem.*

⁹ Archivo General de la Nación (AGN), Indiferente virreinal, c. 3408.

dirigieron la fábrica de algunos templos de México: haber fabricado bóvedas de madera, que conocemos por artesones, y al mismo tiempo fabricar los retablos del mismo material, fue la mayor torpeza que se pudo cometer en la Arquitectura: el gusto gótico de cubrir los artesones con plomo, fue otra segunda torpeza.¹⁰

En el siglo XVIII, se asienta en las *Gacetas*, los arquitectos y directores de los templos habían señalado la poca utilidad que representaba la fabricación de bóvedas o artesones de madera; en cambio, ya conocían lo mucho que se ahorran haciendo bóvedas de mampostería, y sabían “que en pocas partes del orbe se halla material más cómodo y barato que el tezontle (la puzolana) para construir bóvedas seguras y de poco peso como en México, lo enseña la experiencia diaria”.¹¹

Una de las diferentes formas de nombrar las dovelas del tezontle era “bolsones”. En el libro *Palacio Nacional de México* se indica que, cuando estaba en reparación uno de sus espacios, al ingeniero Manuel Agustín Mascaró le encargaron que construyera bóvedas “con bolsones de tezontle largos, de tres cuartas, y un completo cimbrado con sus formeros de piedra labrada, y para su mayor solidez y hermosura dividir el área del cuarto con dos bóvedas de arista, con un arco intermedio”.¹² “Bolsones” es una palabra con un significado francés.¹³

¹⁰ José Antonio Alzate, “Memoria acerca de los incendios que suelen experimentarse en las habitaciones y modo fácil de extinguirlos. Escrita por el autor de esta Gaceta”, *Gacetas de Literatura de México*, t. 1, 1831, p. 74.

¹¹ *Idem*.

¹² Efraín Castro Morales, *Palacio Nacional de México*, México, Museo Mexicano, 2003, p. 152.

¹³ Iván Denisovich Alcántar Terán y María Cristina Soriano Valdez, “La construcción del Real Colegio de Minería, 1797-1813”, en *200 Años del Palacio de Minería. Su historia a partir de fuentes documentales*, México, Facultad de Ingeniería-UNAM, 2013, p. 127. Según estos autores: “Parece ser que el nombre correcto era *bolsoir*, palabra proveniente del francés *volsoir* y que se refiere a la dovela, una piedra labrada en forma de pirámide truncada o cuña, para ser parte de un arco o bóveda”.

El libro *Architectural Practice in Mexico* señala:

El Divino Material se llama el Tezontle por lo que agarra, y así aunque los cortes de una Bóveda no vayan con aquella perfección del Arte, son tolerables; no se dice por esto que las Bóvedas, que se hacen en México no tienen cortes por que se verá que esta imperfección la suplen los Yndios con hacer las piedras a manera de un Cucurucho mui largo, y mazizando bien por arriba parece un Puerco espín, por la trabazón de todas sus partes pero se debe creer, y entender que llevan cortes.¹⁴

La contrata de tezontle

En cualquier obra pública o privada era necesario realizar un contrato para el abastecimiento de los materiales de construcción —cal, arena piedra, madera—, el cual contenía la ubicación de la cantera, en este caso de tezontle, las características del material —de primera, segunda o pedacería—, el costo de la brazada, el corte de las lajas, la entrega del material en la obra, etc. Existe un expediente con varios documentos relacionados con este material: *Sobre contrata de tezontle para la obra de la Fábrica del Tabaco de esta capital a propuesta del Lic. Dn. Fernando Fernández de San Salvador*. Este contrato del material muestra el procedimiento que debían seguir las obras importantes públicas y privadas —como iglesias y conventos—. Los documentos indican varias cuestiones importantes del tezontle. Por ejemplo, en la foja 2 el ingeniero Miguel Constanzó refiere:

De las calidades del tezontle que ofrece entregar bajo de contrata, el Licenciado Dn. Fernando de San Salvador para la nueva fábrica de tabacos, el crecido y li-

¹⁴ Mardith Schuetz (trad., introducción y notas), *Architectural Practice in Mexico City. A Manual for Journeyman Architects of Eighteenth Century*, Tucson, The University of Arizona Press, 1987, p. 84.

gero que llaman laja, y sirve para la construcción de bóvedas; y el que sirve para la fábrica de tabiques, y es de la misma naturaleza que la laja, sin más diferencias que el de no ser tan crecido [...].¹⁵

En este mismo expediente, un documento señala que el arquitecto José Joaquín García de Torres,¹⁶ a petición de la Real Hacienda, elaboró un dictamen sobre las calidades del tezontle que ofrecía el licenciado Fernando Fernández de San Salvador de sus canteras. Entre 1779 y 1785 este arquitecto había trabajado en las obras de reconstrucción del templo de San Lorenzo Mártir, en especial en el cambio de bóveda artesonada de madera, la cual sustituyó por otra de tezontle; por lo tanto, conocía de las calidades de este material. En principio anota que el tezontle que propone Fernández de San Salvador era el de menor distancia respecto de otras canteras, con la ventaja de tener una acequia inmediata, beneficio del que carecían otras canteras, y que al trasladar sus materiales en burros encarecían la piedra. En cuanto a la calidad del tezontle de la cantera del Peñón, al igual que en otras, mientras éste fuera extraído de la superficie de las mismas tenía el defecto de no ser tan ligero en su peso, salía vetoso y tendía a romperse con facilidad en varios pedazos al ser tallado. Por el contrario, si era extraído de lo más hondo de la cantera, sin importar el grueso que tuviera, ése era

¹⁵ AGN, Obras públicas, "Sobre contrata de tezontle para la obra de la fábrica del tabaco de esta Capital a propuesta del Lic. Dn. Fernando Fernández de Sn. Salvador", vol. 32, exp. 10, f. 149-181.

¹⁶ El arquitecto José Joaquín García de Torres (?-1814) fue hijo del también arquitecto Joaquín García de Torres. Nació en la Ciudad de México y sus cargos fueron, entre otros, "maestro en el arte de la arquitectura" (1761, 1763 y 1765-1769); "maestro en el arte de la arquitectura y de la curia eclesiástica" (1769, 1771-1774, 1779 y 1781); "maestro más antiguo y veedor en el arte de arquitectura, agrimensor de tierras, aguas y minas y perito de la curia eclesiástica" (1786-1788). Glorinela González Franco, María del Carmen Olvera Calvo y Ana Eugenia Reyes y Cabañas, *Artistas y artesanos, a través de fuentes documentales*, vol. I, México, INAH, 1994, p. 161.

el adecuado. Es de suponer que el arquitecto García de Torres de seguro hizo un contrato parecido para abastecer de tezontle al templo de San Lorenzo Mártir, aunque se desconoce el documento específico.

Según Antonio Torres Torija, de todos los materiales de construcción el tezontle era el mejor, porque su textura porosa permite una adherencia perfecta con el mortero, y con el tiempo forma un solo cuerpo de una gran resistencia. Además, tiene la ventaja de hacer las obras muy ligeras. "Por ambas circunstancias se ha empleado en México para formar bóvedas, teniendo un ejemplo de ello en la hermosa cúpula de la capilla del Señor de Santa Teresa."¹⁷

El templo de San Lorenzo Mártir

El convento y templo de San Lorenzo Mártir, como muchos otros de la ciudad, tuvo varias etapas constructivas (figuras 4 y 5). El 14 de noviembre de 1598, un grupo de mujeres fundó el segundo "Convento Jerónimo de la ciudad de México bajo el patrocinio del santo español San Lorenzo".¹⁸

En 1643 se inició la construcción del nuevo templo. En un principio fueron el maestro de arquitectura Juan Serrano y el maestro de arquitectura y obrero mayor de la Catedral Juan Gómez de Trasmonte los encargados de la obra; sin embargo, quien finalmente construyó el templo fue Juan Serrano. De una carta donde ofrece sus servicios destacamos lo referente a la bóveda:

Digo que a mi noticia ha venido [...] que en el convento de monjas de San Lorenzo de esta ciudad, se

¹⁷ Pedro Paz Arellano (coord.), María del Carmen Olvera Calvo, Leopoldo Rodríguez Morales, Ana Eugenia Reyes y Cabañas, Glorinela González Franco (estudio preliminar e índices, ed. facsimilar del libro de Antonio Torres Torija), *Introducción al estudio de la construcción práctica*, México, Oficina de la Secretaría de Fomento, 1895, editado por el INAH-Conaculta, 2001.

¹⁸ Alicia Bazarte, Enrique Tovar y Martha Tronco, *El convento jerónimo de San Lorenzo (1598-1867)*, México, IPN, 2001, p. xi.



Figura 4. Templo de San Lorenzo Mártir, Ciudad de México. Fotografía del SINAFO-INAH, núm. de inv. 7247, Guillermo Kahlo, principios del siglo xx. El nivel original del inmueble no había sido recuperado.

pretende hacer una iglesia nueva en cuya conformidad me ofrezco a hacer la dicha iglesia por la planta y condiciones que están hechas por el maestro mayor Juan Gómez de Trasmonte [...] La dicha planta está dispuesta para la bóveda y porque se podía ofrecer y determinar cubrirla de madera.¹⁹

La bóveda referida por Serrano se construyó de madera a dos aguas, con techo cóncavo y armadura también de madera compuesto por vigas cruzadas. La techumbre fue de artesón y lazo; “el techo

se emplomó con traslapas de a cuarta, clavadas con clavo de esto, pero alcayatas y zapatillas de fierro”;²⁰ las placas de plomo, seguramente, como refieren los autores, fueron transportadas de las minas de Zimapán, en el actual estado de Hidalgo. La iglesia se inauguró formalmente en 1650. El artesanado de ese templo tuvo “una de las últimas muestras constructivas en una ciudad donde empezaban a imperar los techos abovedados”.²¹

²⁰ *Idem.*

²¹ Enrique Tovar Esquivel, *Espacios trastocados. Historia del convento de San Lorenzo a través de su arquitectura*, México, IPN, 2011, p. 105.

¹⁹ *Ibidem*, p. 270.

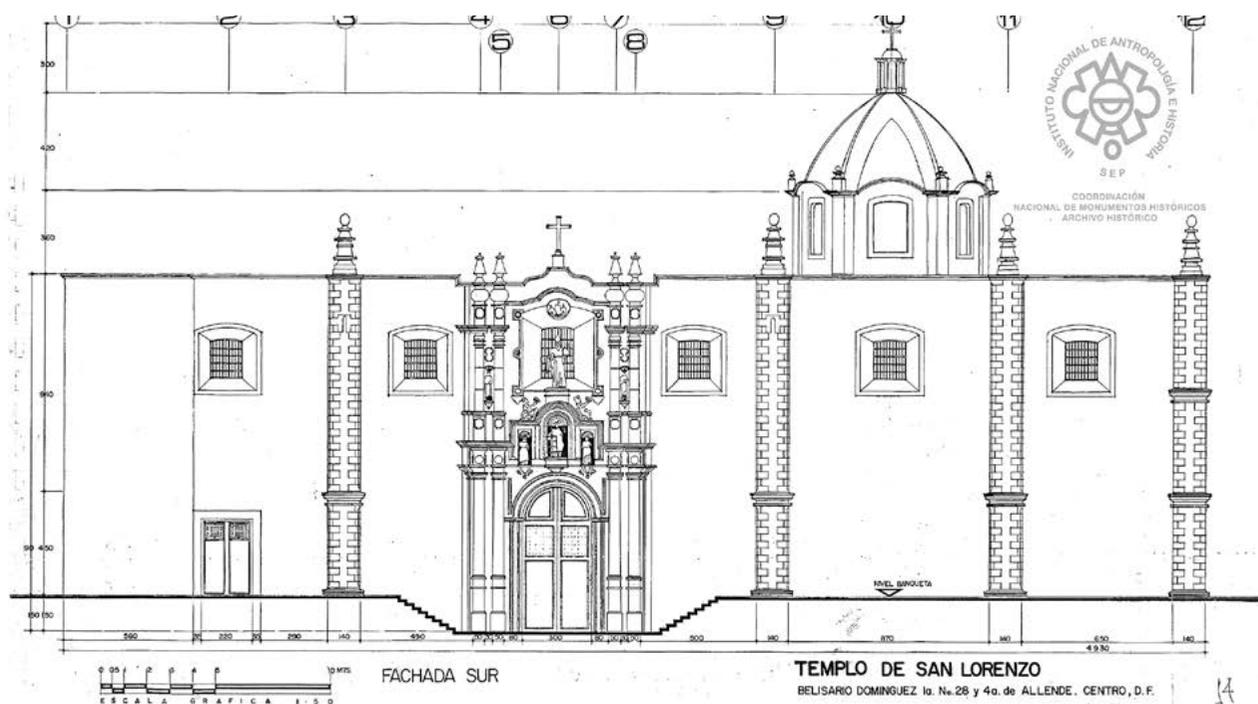


Figura 5. Fachada sur del templo. En este levantamiento aparece el nivel original, el cual se recuperó en 1954. Plano del Archivo Geográfico Jorge Enciso, CNMH-INAH, exp. Templo de San Lorenzo Mártir, Belisario Domínguez núm. 28, Col. Centro, Deleg. Cuauhtémoc, leg. I, 1931-1993.

En 1779 la iglesia se hallaba en muy mal estado, tanto el artesonado y su viguería como el desagüe y el piso. Las obras corrieron a cargo del arquitecto José Joaquín García de Torres. En agosto del mismo año se solicitó al arzobispo de México el permiso para reconstruir el templo, principalmente su techumbre. En el documento de archivo titulado *Licencia concedida a las Reverendas Madres Priora Vicaria y Definidoras de San Lorenzo para que puedan erogar en el aderezo de su iglesia la cantidad de 30,000 pesos*,²² la priora del convento expone que los continuos gastos que habían erogado durante años en reparar el artesón de la iglesia, sus envigados y los de las oficinas no habían sido suficientes para remediar los daños; todo esto, afirma, por hallarse los pisos muy sumidos, y aun en época de secas, cuando

²² AGN, Bienes Nacionales, vol. 146, exp. 30, *apud* G. González Franco, M. del C. Olvera Calvo y A. E. Reyes y Cabañas, *op. cit.*, p. 162 y E. Tovar Esquivel, *op. cit.*, p. 124.

llovía, algunos tableros se habían desprendido de la techumbre para caer al suelo. Con esto muchas personas se habían retirado de los oficios del templo.

Tales motivos, apunta la priora, la habían hecho reflexionar para no continuar gastando inútilmente, y tenía pensado aplicar la solución. Por eso el maestro de arquitectura José Joaquín García de Torres había hecho una vista de ojos, y con la anuencia del mayordomo, quien estaba presente, calculó el costo de la obra en 30000 pesos, suma que no sería difícil de reunir, pues ya disponían de 11 843 pesos y dos tomines.

Así, solicitaron al arzobispo que les concediera la licencia para realizar la comprobación semanal, como era costumbre, de las memorias de obra, las cuales serían firmadas por el maestro y sobrestante. En el mismo expediente se indica que les fue concedida la licencia por el arzobispo Alonso, firmada por el secretario don Manuel de Flores. En el texto se expresa:



Figura 6. Bóveda de tezontle del templo San Lorenzo. Fotografía de Leopoldo Rodríguez Morales, 2015.

Damos nuestra bendición y licencia a las Reverendas Madres Priora y venerable Definitorio del sagrado convento de religiosas del glorioso padre San Lorenzo de esta capital y nuestra filiación ordinaria para que por medio del Mayordomo Administrador de sus propios y rentas puedan erogar en redificio y composura de la iglesia la cantidad de treinta mil pesos que requieren, aplicados a los capitales que especifican, llevando cuenta y razón particular en Memorias semanales comprobadas y firmadas por el Maestro que entendiere en la obra para presentarlas con la general al tiempo de su justificación y anotándose las cantidades en el libro y foja de registro donde corresponda según oficio y práctica. Y en consecuencia de todo mandamos

se libre el correspondiente testimonio autorizado [...] por los que así lo proveyó y firmó su Señoría Ilustrísima el Arzobispo mi Señor.²³

Fue así como el arquitecto García de Torres desmanteló la techumbre a dos aguas de madera cubierta con plomo y la sustituyó por una bóveda con lunetos elaborada con tezontle, piedra y cal. El trabajo de estereotomía que observamos a simple vista es de una calidad impresionante: a base de módulos donde destacan cinco hileras de tezontle unidos por cal, cada módulo tiene una hilera de piedra caliza,

²³ AGN, Bienes Nacionales, *op. cit.*, f. 5.

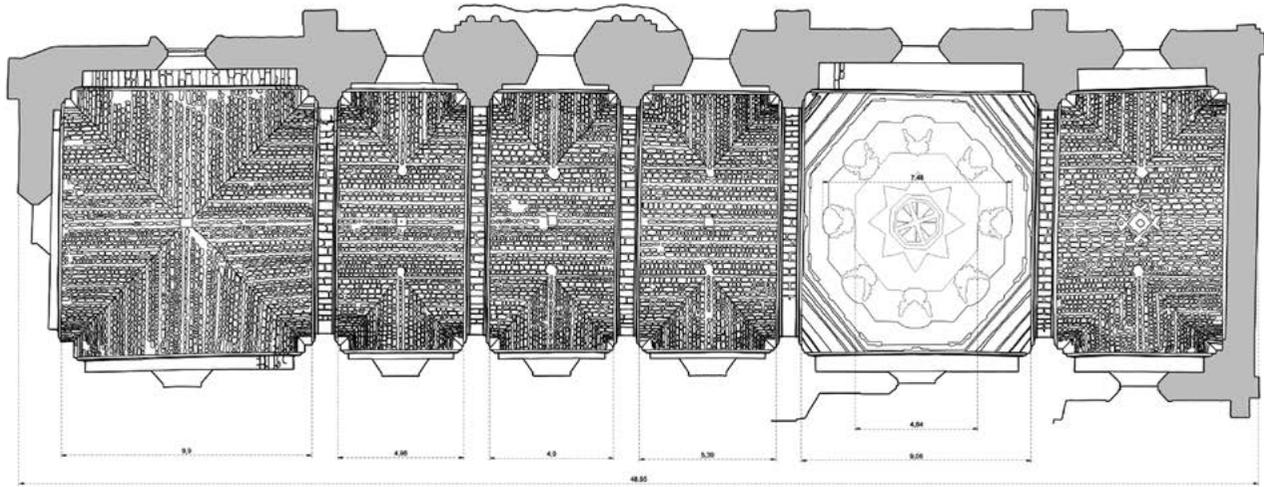


Figura 7. Planta cenital, con la bóveda de tezontle del templo de San Lorenzo. Levantamiento a partir de la información generada por el escáner láser, CNMH-INAH. Dibujo del arquitecto Apolo Balarama Ibarra Ortiz, CNMH-INAH.

a manera de junta constructiva (figuras 6, 7 y 8). La bóveda del coro, asimismo de tezontle, está trabajada con delicadeza y presenta un complejo diseño (figura 9). En otros templos las bóvedas de tezontle presentan diseños diferentes.

Las obras en el templo, 1950-1954

Entre 1950 y 1954 el templo de San Lorenzo sufrió varias intervenciones constructivas, unas mayores y otras más pequeñas. Las obras más importantes ocurrieron entre 1954 y 1955, cuando participaron los arquitectos Ricardo de Robina y Jaime Ortiz Monasterio, así como el escultor Mathias Goeritz, quienes, entre otros aspectos, procedieron a la eliminación de los aplanados interiores y realizaron una decoración moderna en los vitrales y en el presbiterio.

El 7 de noviembre de 1950, el párroco del templo de San Lorenzo solicitó al director de Monumentos Coloniales llevar a cabo obras de demolición del aplanado viejo de la fachada exterior y limpiar el tezontle y la cantera; igualmente pidió permiso para ocupar parte de la banqueta y anunció que procura-

ría que el trabajo se hiciera lo más pronto posible.²⁴ Ese mismo día Jorge Enciso, entonces subdirector del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), contestó que no había inconveniente en quitar el aplanado de la fachada del templo ni en “descubrir el paramento de tezontle rajoneado. La cantería no se tocará”.²⁵ Es la primera referencia de archivo donde se autoriza quitar los aplanados de esta iglesia, una moda que ya era dominante en otros templos.

El 16 de ese mes, el director de Monumentos Coloniales, Manuel Toussaint, ordenó al arquitecto Alfredo F. Bishop que hiciera una inspección y su correspondiente informe. Un día después, Bishop expresó que, en su opinión, se podía conceder la licencia solicitada de las obras indicadas, siempre y cuando “respeten los esgrafiados que existen y que están cubiertos y se reconstruyan los que han sido demolidos”.²⁶ La licencia fue concedida el 25 de noviembre de 1950.

²⁴ Archivo Histórico Jorge Enciso, CNMH-INAH, Templo de San Lorenzo Mártir, Belisario Domínguez núm. 28, Col. Centro, Deleg. Cuauhtémoc, legajo 1, 1931-1993.

²⁵ *Ibidem*, f. 26.

²⁶ *Ibidem*, f. 27.

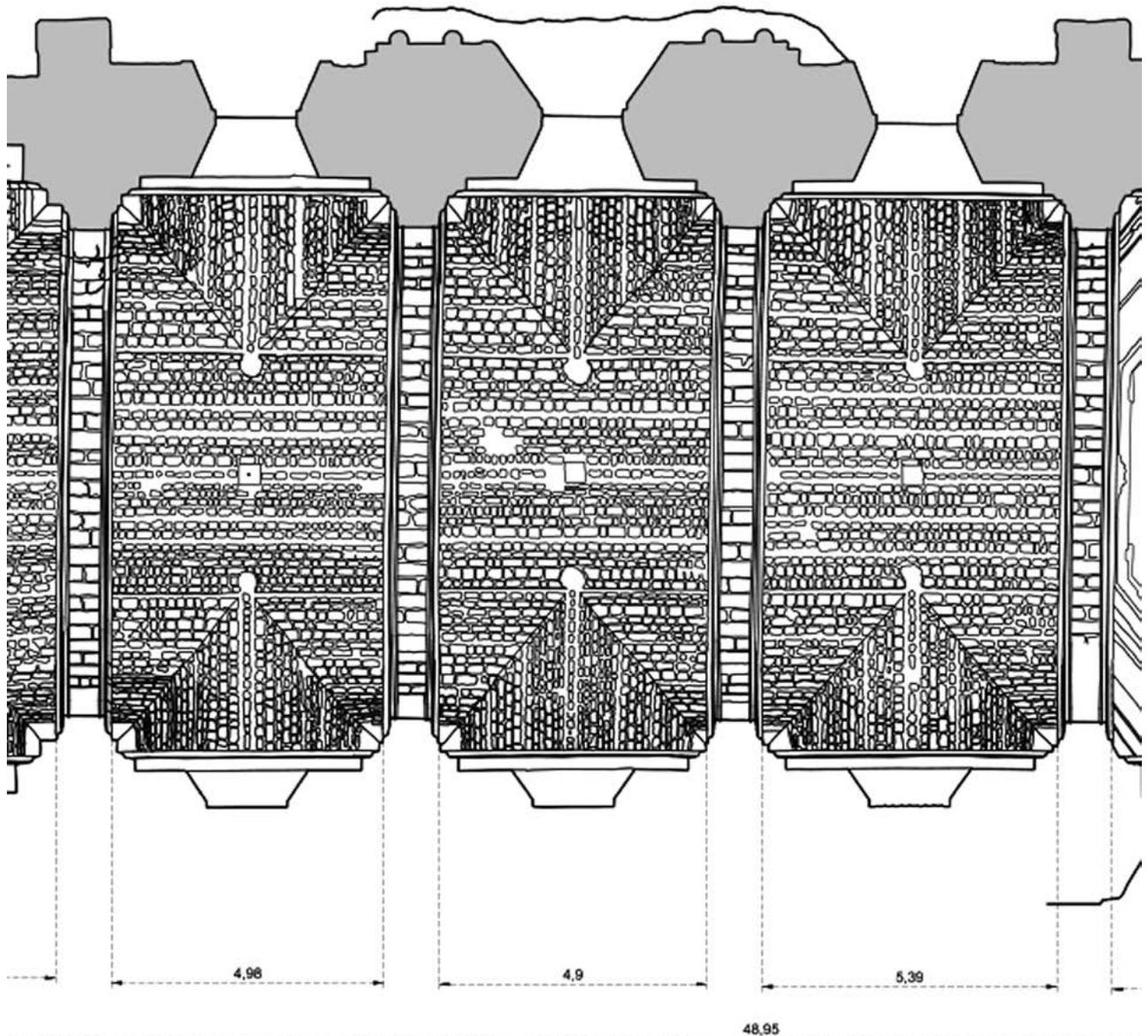


Figura 8. Detalle de la planta cenital. Se observa la composición del tezontle en la bóveda. Levantamiento a partir de la información generada por el escáner láser, CNMHINAH. Dibujo del arquitecto Apolo Balarama Ibarra Ortiz, CNMHINAH.

Sin embargo, en otro documento sin fecha, firmado por el doctor Ramón de Ertze Garamendi, encargado del templo, se solicitaba ampliar las obras, que consistían en lo siguiente:

1. Integrar toda la fachada que originalmente fue de tezontle, dentro de su unidad original que no ad-

mite solución de continuidad mediante artificios que han sido puestos allí en distintas épocas aprovechando pintura, mezcla, etc., para simular cuadros que originalmente no tenía la fachada.

2. Las columnas de cantera del pórtico de la iglesia, tienen una cornisa que se ha prolongado a todo lo ancho de la fachada aprovechando otros materia-



Figura 9. A la izquierda, bóveda del coro del templo de San Lorenzo (planta baja), y a la derecha, detalle de la misma. Fotografías de Leopoldo Rodríguez Morales, 2015.

les, ladrillo, mezcla y aplanado; tenemos interés en reconstruir esa cornisa, pero de la misma cantera de que esta hecha en el pórtico de la iglesia y con una técnica similar a la allí utilizada.

3. Tenemos interés en realizar obras de depuración y de limpieza en el interior del mismo templo, que desde luego seguirán las normas que tan certeramente dictaron ustedes en su oficio del 30 de agosto, pero al respecto con oportunidad nos permitiremos presentar a ustedes los proyectos relativos.²⁷

El 11 de septiembre de 1951, el ingeniero José Ernesto Cacho, subdirector de la Secretaría de Bienes Nacionales e Inspección Administrativa, dirigió un oficio al cura Garamendi, donde le expuso que la Dirección de Monumentos Coloniales había realizado un dictamen en el que se declaraba que, “con relación a las obras que se ejecutan en la iglesia a su cuidado, debo manifestarle que no se podrán ejecutar sino únicamente en la forma que dictamine esta oficina de acuerdo con lo prevenido por la Ley de Conservación y Protección de Monumentos”;²⁸ por lo tanto, le manifestaban que debía sujetarse estrictamente a lo ordenado con las obras del templo a su cuidado, declarado monumento, y que debía comunicarlo por escrito a esa oficina.

tamente a lo ordenado con las obras del templo a su cuidado, declarado monumento, y que debía comunicarlo por escrito a esa oficina.

En septiembre de 1953 se inició una nueva etapa de obras en San Lorenzo. En una carta enviada a la Dirección de Monumentos Coloniales, el arquitecto Ricardo de Robina incluyó un proyecto de modificaciones a la iglesia junto con su memoria descriptiva. En el documento, titulado “Modificaciones al estado actual de la iglesia de San Lorenzo”, se explican las obras que se realizarían;²⁹ en principio, se menciona que el templo no contaba hasta esa fecha con un lugar adecuado para la sacristía, oficinas, bodegas auxiliares y acceso al coro. Las obras proyectadas se encauzarían a dotarlo de tales servicios.

Como solución, Robina proponía mover el altar mayor, adelantándolo sobre la nave, al igual que el presbiterio, dos metros, lo cual permitiría la instalación de la sacristía, oficinas y bodega, así como de un acceso directo a las mismas desde la calle. En los pies (lado oeste) de la iglesia se suprimiría la escalera que llevaba al coro, de época reciente, la cual cortaba la bóveda que sostiene el coro, y se construiría una nueva en la esquina formada por el alineamiento

²⁷ *Ibidem*, f. 33.

²⁸ *Ibidem*, f. 35.

²⁹ *Ibidem*, f. 37.

to de la iglesia, en su frente hacia la calle Belisario Domínguez y el lindero del edificio contiguo, el cual tenía un saliente hacia la misma calle. Así, se suprimirían tanto la escalera como un sanitario.

A fin de recuperar el aspecto antiguo del inmueble se reconstruirían en piedra de cantera las molduraciones destruidas del arco que divide la nave de la capilla bajo coro y las pilastras de los ángulos que formaban el muro detrás del altar mayor con los muros laterales de la iglesia; se renovarían las vidrieras de iluminación de la nave y se aislarían con una reja en la parte exterior del edificio. El pavimento del interior sería sustituido por otro de losetas de barro recocido de Puebla. Los muros divisorios propuestos para la sacristía y oficinas se elaborarían de bastidores de madera cubiertos de triplay y los muros de la nueva escalera se harían de mampostería, con tezontle irregularmente cortado.³⁰

El 11 de noviembre, Jorge Enciso indicó que no tenía inconveniente en autorizar las obras propuestas, de acuerdo con las especificaciones del escrito, siempre y cuando fueran éstas y no otras señaladas en la solicitud. El 19 de ese mes, Manuel Toussaint le indicó al arquitecto José Gorbea Trueba que en la próxima sesión de la Comisión de Monumentos presentaría el caso de las obras de San Lorenzo, junto con la memoria descriptiva y los planos.

El 10 de marzo de 1954, Ramón de Ertze Garamendi, capellán de San Lorenzo, le comunicó al director de Monumentos que en la reunión de la Comisión de Planificación del Distrito Federal, ésta había resuelto por unanimidad, a propuesta del arquitecto Gorbea y Trueba, “de no remeter el paramento norte de las calles de Belisario Domínguez, entre el jardín de la Concepción y el templo de San Lorenzo, con el fin de formar un atrio protector de la fachada de dicho templo”.³¹ Explicaba que las obras de reparación en

proceso incluían la separación de la banqueta y del atrio mediante una verja de hierro, así como establecer el atrio protector en el nivel primitivo de la fachada que recién se había descubierto.

El 22 de septiembre de ese año el arquitecto Nicolás Mariscal, miembro de la Comisión de Monumentos Coloniales, en un documento dirigido al director del INAH, le señaló que había visitado las obras de reconstrucción del interior del templo y que le informaba lo siguiente:

1. Que falto de datos de proyecto y por estar la obra en ejecución no me es posible rendir un juicio cabal, sino ligeras observaciones.
2. Se encontró en el piso el antiguo nivel y es el que va a utilizarse, como un metro veinte centímetros abajo del de la calle, lo que permite para entrar un descenso de 7 escalones cómodos. Así ha resultado mejoramiento de las proporciones interiores de la nave y del coro bajo al cual se llega descendiendo tres escalones.
3. Ha sido descubierta la obra de piedra de tezontle en todas las bóvedas, haciendo lucir excelente aparejo que antes cubría mísero aplanado de cal, seguramente por la usanza desconsiderada de aquella época.
4. Quedó liso, hasta ahora pintado de un solo color el muro del fondo del presbiterio.
5. Cambióse de lugar el púlpito, hábilmente tallado, que se situaba casi a la mitad de la nave, lado de la epístola. Ahora está de ese lado en el presbiterio sin la cubierta, juzgada antes como necesario resonador. Resulta ahora el púlpito como un ambón discutible de propiedad litúrgica.
6. Están perforándose confesionarios en los muros, lo que es un acierto.
7. Hay otras construcciones tan sólo emprendidas cuyo significado no es posible precisar.³²

³⁰ *Ibidem*, ff. 42-43.

³¹ *Ibidem*, f. 52.

³² *Ibidem*, f. 63.

Como se refiere en el informe, las obras en proceso no estaban contempladas en el proyecto anterior, sobre todo la demolición de los aplanados interiores de las bóvedas, las cuales quedaron con el tezontle expuesto. Por esto, el arquitecto José Gorbea Trueba, director de Monumentos Coloniales, junto con los integrantes de la Comisión de Monumentos, en una reunión del 22 de septiembre acordaron:

Pedir proyecto completo y detallado de la decoración que se pretende hacer en los muros del Templo de San Lorenzo, y que la mano en bajo relieve que decora actualmente el fondo del presbiterio se suprima. En cuanto a los ornatos que tiene el muro exterior, deberán despintarse para que queden del color natural de la mezcla de cal y arena.³³

La mano mencionada fue diseñada por el arquitecto Mathias Goeritz, que en la actualidad permanece, pese al rechazo que causó en su momento. El dictamen presentado por esa comisión se tituló “Memorándum que se presenta a la H. Comisión de Monumentos Coloniales del I.N.A.H. sobre las obras de restauración y decoración del Templo de San Lorenzo”, firmado por Ramón de Ertze Garamendi y los arquitectos Ricardo de Robina y Jaime Ortiz Monasterio. En los antecedentes, relatan que el templo sufrió un incendio en 1940 que dejó perjudicado el altar mayor, de estilo neoclásico, posiblemente de principios del siglo XIX, el cual tenía su estructura de madera. Como el templo no tenía anexos, se hizo una construcción de madera y *celotex*, en forma de herradura, en el nivel del presbiterio, lugar donde se alojaban las oficinas, bodega y sacristía.

Los siete altares laterales, de imitación “degradada del neoclásico” de principios del siglo XX, invadían una gran parte del espacio de la nave de la iglesia; las imágenes de estos altares carecían de

cualquier valor artístico, y en años recientes se habían instalado tres ménsulas adornadas con imágenes en el muro del fondo del altar mayor. La de San Lorenzo ostentaba un marco de luz neón con la leyenda SAN LORENZO MÁRTIR.

El piso de madera se hallaba en un estado lamentable: cortaba la base de las pilastras y se ubicaba a 1.25 m sobre el nivel del piso original.³⁴ El púlpito, que databa de la segunda mitad del siglo XVIII, se encontraba deteriorado en su decoración y cubierto por varias capas de pintura.

En 1910 fueron construidos dos pisos de habitaciones en la parte posterior del coro alto y una escalera que comunicaba a las habitaciones, la cual cortaba la bóveda de tezontle del coro bajo, donde también se instalaron sanitarios y divisiones de mampostería y madera para diversos usos. Las bóvedas del templo tenían filtraciones en varias partes que amenazaban con dañar las condiciones de estabilidad. Las bases de las pilastras, molduradas en chiluca, se hallaban destruidas en gran parte como consecuencia del salitre procedente del relleno de tierra bajo el piso de madera.³⁵

En los últimos meses de 1951 y en los primeros de 1952 se efectuaron diversas obras, tanto en el interior como en el exterior del inmueble, consistentes en lo siguiente:

- Las paredes interiores del Templo y las bóvedas fueron aplanadas con mezcla de cal y arena y pintadas ambas con color amarillo.
- Fueron reparadas algunas cuarteaduras que aparecían en las mismas bóvedas.
- La totalidad de las pilastras y molduras de cantería en el interior del Templo, fueron martelinadas burdamente con cincel, quedando deterioradas respecto a su forma original.

³⁴ *Ibidem*, f. 78.

³⁵ *Ibidem*, f. 77.

³³ *Ibidem*, f. 65.

- En el exterior del Templo se quitó el aplanado con dibujo especial que existía, limpiándose el tezontle y poniéndose una decoración de ajaracas que no corresponde al dibujo de aplanado primitivo.
- Se corrieron molduras a lo largo de la fachada, siguiendo el dibujo de las existentes en los contrafuertes, e imitando éstas con mezcla de cal y arena.
- Se empezó a martelar las bases y columnas que forman la fachada principal.³⁶

En la iglesia no había arquitecto responsable; las obras fueron dirigidas por el maestro de obras Margarito López, quien pedía instrucciones al mencionado arquitecto José Gorbea Trueba.

Las obras iniciadas en 1954 se realizaron con un proyecto que llamaron “de restauración”, el cual se ejecutó de acuerdo con el INAH, con dos responsables de obras: los arquitectos Ricardo de Robina y Jaime Ortiz Monasterio. Los objetivos principales fueron restituir al templo su aspecto primitivo en todo lo posible; al no contar con datos de archivo suficientes “para una reconstrucción adecuada”, acordaron no hacer reconstrucciones hipotéticas ni imitaciones de estilos de épocas pasadas. Las obras no sólo fueron de reconstrucción arqueológica, sino que también consideraron resolver problemas de devoción y culto. Por lo tanto, fueron necesarios componentes modernos para las funciones de la iglesia, muchas de las cuales habían sido destruidas en épocas pasadas.

El templo había sido privado de casi la totalidad de sus objetos devocionales antiguos, como altares, pinturas y rejas. Si se hubiera eliminado el mobiliario moderno sin valor artístico, como altares, cancelos, imágenes recientes y cromos, el aspecto de la iglesia habría quedado completamente desnudo. Por eso se determinó buscar la decoración en la propia arquitectura, como completar la cantería y descubrir el te-

³⁶ *Ibidem*, f. 78.

zontle de las estructuras de las bóvedas, dejándolas con la piedra aparente.

Para las decoraciones secundarias determinaron dejar a un lado las imitaciones del pasado, y con tal fin adoptaron dos soluciones: 1) conseguirían obras de valor antiguas contemporáneas a las épocas del templo; 2) las decoraciones complementarias serían modernas y “del gusto de nuestra época”.³⁷

El proceso de las obras se dividió en dos etapas: 1) ejecutarían las obras necesarias para proteger la estructura del templo; por eso se impermeabilizaron las bóvedas en su parte externa; se hizo un estudio para determinar los posibles movimientos en la estructura superior del edificio, debido a los hundimientos en el nivel de cimentación, “llegándose a determinar que tales movimientos carecen de importancia en la actualidad”;³⁸ 2) para las obras del interior del inmueble se solicitó la autorización correspondiente al INAH, permiso otorgado en noviembre de ese año. Las obras que se habían realizado fueron:

Se desprendió el aplanado de mezcla de cal y arena con pintura amarilla que cubría las bóvedas, dejando aparente el tezontle y lajas de piedra que apareció bajo dicha capa.

Fueron quitados los siete altares que ocupaban los diferentes tramos de la nave y fue restaurado el altar mayor, tanto en su estructura de madera como en las diferentes piezas que le faltaban, que eran aproximadamente un 30 por ciento del total. Tapadas por los altares laterales aparecieron 3 puertas con molduras y adornos de cantería, destruidas parcialmente, y que comunicaban primitivamente el templo con el convento. Afortunadamente se conservan los datos suficientes para llevar a cabo su reconstrucción, que ha sido ejecutada en parte.³⁹

³⁷ *Idem*.

³⁸ *Idem*.

³⁹ *Idem*.

Se levantó el piso de madera que cubría la nave, presbiterio y coro bajo, bajo el cual apareció una capa de tierra de 1.20 m de espesor que ocultaba el piso primitivo de losas de dibujo especial que cubría esas partes, así como algunas piedras molduradas de la parte baja y laterales del coro bajo, y el frente de chiluca del presbiterio y la escalera del mismo. El piso de losas fue levantado por tramos, colocándose bajo él una capa firme y dos capas de impermeabilizante, volviéndose a colocar las losas en su posición original y completándose las que faltaban.⁴⁰

Otras obras de menor importancia fueron las siguientes: las bases de las pilastras fueron reconstruidas; el púlpito de madera se cambió de lugar y se le quitaron varias capas de pintura con el producto *Wood life* y cera líquida; las paredes laterales se recubrieron de cantera donde estaban los retablos; el relicario del siglo xvii fue reconstruido y se completaron los medallones de *cera de agnus* que faltaban; se acondicionó un espacio debajo del altar mayor como pequeña sacristía; se construyó un comulgatorio en hierro forjado; se colocó una reja de fierro forjado entre el coro bajo y la nave; se instalaron comulgatorios en el último tramo del templo, utilizando el grueso de los muros laterales, y se colocó la instalación eléctrica oculta e indirecta en las cornisas e impostas.⁴¹

La decoración del muro “testero” —donde estaba el retablo principal— fue elaborada por Mathias Goeritz; los lineamientos generales fueron dados por el capellán Ramón de Ertze Garamendi, quien indicó que ese muro debía hacer referencia al sacrificio de la misa. Por eso se realizó un bajo relieve “poco acentuado”, de color blanco.

Las opiniones sobre esa decoración causó polémica entre varias personalidades del momento: el doctor Felipe Pardinas, director del Instituto de In-

vestigaciones Estéticas de la UNAM, dijo que le había agradado dicha decoración, y en el periódico *Excelsior* expresó:

El restaurador de San Lorenzo procedió severamente en su labor conservadora cuando los datos precisos guiaban su trabajo. En cuanto al muro oriental interior, los datos habían prácticamente desaparecido, aceptó la decisión noble y arriesgada de no intentar una “imitación” falsa de lo antiguo.⁴²

El arquitecto Pedro Ramírez Vázquez, presidente de la Sociedad Mexicana de Arquitectos y del Colegio de Arquitectos Mexicanos, al conocer la obra por una fotografía del periódico, mostró deseos de conocerla y posteriormente la visitó. La crítica del arte Margarita Nelken publicó un artículo en *Excelsior* el 22 de agosto de 1954, titulado “Renacer del arte sacro en México”, donde afirmó:

Una mano gigantesca (14 metros), surgiendo de detrás del altar, en relieve bajísimo, y en tonalidad apenas indicada. El estigma, la marca de la aceptación voluntaria del supremo dolor, asimismo levemente señalada [...] Mano que es, en su estilización, alarido que se clava en la emoción del espectador.⁴³

El arquitecto José Gorbea Trueba, en oficio fechado el 1 de octubre de 1954, dirigido a los arquitectos Ricardo de Robina y Jaime Ortiz Monasterio, expuso que había leído con atención el referido “Memorandum...” y que estaba de acuerdo en todas las obras que se le habían realizado al templo; sin embargo, en relación con la decoración de la “mano” de Mathias Goeritz, colocada en el presbiterio, se había sometido a consulta de la Comisión de Monumentos. Los integrantes de esa comisión, en representación de

⁴⁰ *Ibidem*, ff. 70-74.

⁴¹ *Ibidem*, f. 74.

⁴² *Ibidem*, f. 78.

⁴³ *Ibidem*, f. 79.

la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, Departamento del Distrito Federal, Secretaría de Bienes Nacionales e Inspección Administrativa, Sociedad de Arquitectos Mexicanos, Escuela Nacional de Arquitectura (UNAM), Academia de Ciencias “Antonio Alzate”, y la Escuela de Artes Plásticas (UNAM), acordaron por unanimidad que “la decoración del fondo del presbiterio no era aceptable”.⁴⁴

En el mismo expediente hay una noticia del periódico, sin fecha ni nombre, aunque suponemos que de 1954, firmada por “La Sociedad Defensora del Tesoro Artístico de México”, integrada por Francisco de la Maza y Felipe García Beraza. La nota señala que dicha sociedad había felicitado al padre Garamendi por la magnífica “restauración” de que había sido objeto el templo de San Lorenzo; sin embargo, difería de los criterios que se habían empleado en las obras de intervención, mencionaba que fue una casualidad haber descubierto el uso del tezontle en arcos, cúpula y en la bóveda del templo, y que esto había sido una obra magnífica de estereotomía. En la mayoría de los templos virreinales:

[...] según parece, el tezontle no se usa como sillarejo, sino como solo componente de la mampostería, sin labrarlo. Ciertamente es que así están, como en San Lorenzo, los arcos de Santa Teresa la Nueva o las bóvedas laterales de la Compañía, en Guanajuato, pero repetimos, no parece ser lo usual. Y además, el alarife colonial, en todo caso, jamás pensó en dejar descubierto el tezontle en los interiores y pintaba o cubría con labores de yeso los arcos, muros y bóvedas. La iglesia de San Lorenzo es un caso excepcional que, precisamente, no debe servir de ejemplo, salvo en casos parecidos. A cada templo corresponde un trato diferente en su restauración. ¿Qué haríamos con todos enseñando su tezontle interior?⁴⁵

⁴⁴ *Ibidem*, ff. 82-83.

⁴⁵ *Ibidem*, f. 84.

Las obras de 2006-2012

En mayo de 2006, el padre Felipe Gerardo Cruz, responsable de la parroquia de San Lorenzo Mártir, dirigió una carta a la Dirección General del INAH, donde expuso los serios deterioros tanto en la cimentación del edificio —el desprendimiento de piedras “cada vez más grandes” de la cúpula— como en el continuo rompimiento de los vitrales de Mathias Goeritz. Ese mismo año, la Secretaría de Protección Civil dio un plazo de 20 días para que se repararan los desperfectos del templo, o de lo contrario lo cerrarían al culto. La respuesta oficial fue dada el 14 de junio, donde se consideran “viables y urgentes” los trabajos de consolidación, además de remitir al sacerdote a la Dirección de Sitios y Monumentos del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (Conaculta).

El 7 de abril de 2007 ocurrió un sismo que afectó la cúpula y las grietas se hicieron más grandes. De nuevo el cura se dirigió a las autoridades del INAH; sin embargo, para esas fechas no hubo respuesta oficial.⁴⁶

El sábado 12 de julio de 2008 apareció en *El Universal* una nota firmada por Sonia Sierra, titulada “La cúpula está bien: Conaculta”; donde la periodista expresó que el titular de la Dirección General de Sitios y Monumentos, Xavier Cortés Rocha, había dicho ante el párroco de la iglesia de San Lorenzo, Felipe Gerardo Cruz: “No desinformen a la gente, la cúpula de la iglesia está bien; los arcos que la sostienen muestran solidez. No mientan. Hay un mantenimiento que ustedes tienen que dar, yo no voy a barrer los techos”. Con ese regaño, el funcionario mostró su enojo por diversas notas periodísticas basadas en un informe de la Arquidiócesis acerca de la problemática en varios templos, entre ellos el de San Lorenzo. Empero, no habían transcurrido 48

⁴⁶ Centro Católico Multimedial, “Burocracia arruina iglesias históricas”, recuperado de: <www.ccm.org.mx>, consultada el 2 de junio de 2015.

horas tras la visita de Cortés Rocha cuando la cúpula sufrió un desprendimiento de materiales, principalmente de tezontle y argamasa.

El padre Gerardo Cruz mencionó que “afortunadamente fue en la madrugada. Normalmente los ruidos en el centro son demasiados, yo oí un impacto pero creí que eran cohetes”, y fue el sacristán quien encontró en la mañana muchas piedras en el piso y una banca rota.⁴⁷

El director de la Comisión de Arte Sacro, José Hernández Scheafler, consideraba exagerados esos reportes; en entrevista con *El Universal* expresó que coincidía con el arquitecto Cortes Rocha, quien había visitado el templo y aseguraba que la bóveda no tenía por qué colapsar. Por su parte, el cura Gerardo Cruz, en los tres años que llevaba en la iglesia, había enviado varios reportes al INAH, que esta institución remitió a su vez al Conaculta, a la Oficina de Sitios y Monumentos, donde entregó varios documentos. Sin embargo, no le respondieron. Refiere que un día antes, el 11 de julio, el arquitecto Miguel Zerecero, jefe del Departamento Normativo y de Asesoría a Comunidades en Sitios y Monumentos, le presentó su diagnóstico:

Hay deterioro por las humedades, por la falta de mantenimiento, más la carga de una sobrecubierta no autorizada instalada por el anterior párroco. Ha sido un proceso de deterioro que se ha agudizado en función de las humedades y la adherencia de los materiales, producto de haber retirado, décadas atrás, el aplanao del interior de la cúpula. No es falla estructural en sí, sino porque no hay cohesión de los materiales.⁴⁸

Como una consecuencia de lo ocurrido, la Dirección General de Sitios y Monumentos del Patri-

monio Cultural del Conaculta intervino el edificio en cuatro etapas: 2008, 2009, 2011 y 2012, las cuales comprendieron desde acciones urgentes de restauración hasta la reparación completa de la cúpula, en la cual se reintegró el aplanao en el intradós, que se había eliminado en los trabajos de 1954.

En la primera etapa (2008), en la techumbre del templo se inició la demolición de dos sobrecubiertas: una a dos aguas de losas de concreto armado colocadas en las bóvedas y en el presbiterio, construida por los arquitectos hermanos Bernardo y José Luis Calderón en la década de 1950, la cual provocó un sobrepeso en todo el edificio; la otra era una lámina de zinc engargolada, la cual se colocó en la totalidad de la techumbre, “incluyendo la zona correspondiente al coro al presbiterio, lo anterior sin autorización de las dependencias responsables en la materia y por decisión personal del entonces encargado religioso”.⁴⁹ Esa cubierta ocasionaba un sobrepeso y humedades que se filtraban a la mampostería de tezontle de la bóveda, por lo que se sugirió retirar ambas cubiertas.

En 2009 se colocó el andamiaje para las obras en el interior de la cúpula, las cuales comprendieron, entre otras acciones, la inyección en las grietas existentes. Para 2011, el despacho de arquitectos Leyva Méndez Construcciones presentó un programa llamado “Cuarta etapa de los trabajos de restauración integral emergente en la cúpula principal y bóveda de presbiterio”.

Los trabajos en el exterior consistieron en la sustitución de sillares de cantera deteriorados de la cúpula, así como el retiro de la techumbre del presbiterio “arco techo” de zinc, con el objetivo de intervenir las grietas y el enladrillado, así como las bajadas de agua pluvial. También se repararon las cornisas, los pináculos y el marco de cantera del campa-

⁴⁷ Sonia Sierra, “La cúpula está bien: Conaculta”, *El Universal*, 12 de julio de 2008.

⁴⁸ *Idem*.

⁴⁹ “Informe técnico”, Dirección General de Sitios y Monumentos del Patrimonio Cultural, Conaculta, julio de 2008.

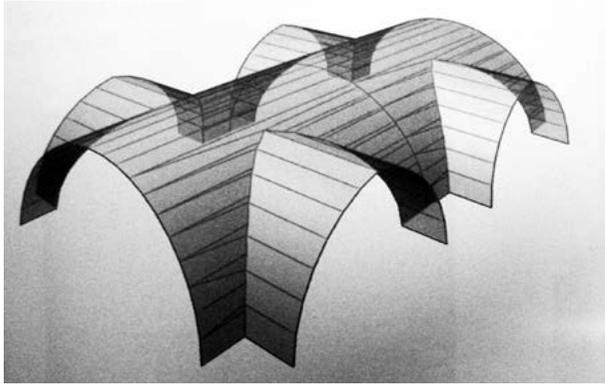


Figura 10. Bóveda de lunetos como aparece en el *Diccionario visual de términos arquitectónicos*.

nario.⁵⁰ El interior de la cúpula fue aplanado como lo había estado desde la edificación del templo.

En 2012 el mismo despacho de Leyva Méndez Construcciones presentó el informe “Conservación integral en cubiertas del templo de San Lorenzo Mártir”, donde se detallan los trabajos verificados:

- Retiro y recuperación de arcotecho existente sobre bóvedas.
- Tratamientos e inyección en grietas y muros de fachada principal por los extradós e intradós.
- Remoldeo e injertos de piezas de cantera dañadas de la cornisa de la cúpula
- Suministro y aplicación de pátina en áreas de marcos de cantera del tambor de la cúpula: incluye andamios, herramientas, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.
- Suministro y aplicación de inyección a base de lechada de mortero con *sikaground*, cemento-arena, para consolidación de ladrillos en área de bóveda de la azotea de la parroquia.
- Retiro del entortado de mezcla de concreto de espesor variable (de 4 a 10 cm) existente sobre la bóveda enladrillada del templo a cualquier altura.

⁵⁰ “Reporte del despacho de arquitectos Leyva Méndez, Construcciones S. A. de C. V.”, Archivo de la Dirección General de Sitios y Monumentos del Patrimonio Cultural, Conaculta, 2011.

- Suministro y colocación de entortado de mezcla de 5 cm de espesor, a base de calhidra, mortero, arena, aditivo.
- Suministro y colocación de enladrillado en áreas de bóveda, fabricando piezas de ladrillo de las mismas medidas y espesores cortando con disco piezas de cuarterón rojo recocido de 40 × 40 cm, y 3.5 cm, de espesor, asentadas con mortero calhidra y rejuntadas con *groud*, a cualquier altura.
- Retiro de flora parásita, arrancándola desde la raíz y aplicando veneno (herbicida), en áreas de muros y elementos de cantera como cornisas, sillares, pínaculos, etcétera.⁵¹

Igualmente, como a la cúpula le faltaba mantenimiento y en algunos de los vitrales diseñados por Goeritz faltaban piezas y otras estaban rotas —lo cual a su vez generaba escurrimientos de las aguas pluviales en el interior de la iglesia—, se colocaron piezas faltantes en los ventanales norte y sur, así como en dos ventanas de la linternilla.⁵²

La bóveda de tezontle del templo de San Lorenzo Mártir

Durante el virreinato, las bóvedas fueron muy diversas: de cañón corrido, de lunetos, de platillo, de arista o de pañuelo. En los conventos eran de platillo, cañón seguido y combinadas con lunetos, “tabicadas y con conglomerados de mampostería, hasta cerrar las mismas cubiertas con *casetones de ladrillo* y en los riñones de las bóvedas, ollas de barro o rellenos de tezontle”.⁵³ Antonio Rojas Ramírez afirma que las bóvedas, al ser de menor peralte que los muros, “se hicieron tabicadas o con sillares de mampostería; al-

⁵¹ *Idem*.

⁵² *Idem*.

⁵³ José Antonio Rojas Ramírez, *Configuración estructural de la arquitectura del siglo XIX, Ciudad de México, México*, INAH (Científica), 2002, p. 43.



Figura 11. La bóveda de tezontle alternada con ladrillo, con lunetos, del ex templo del Hospital de San Lázaro, se hallaba deteriorada pero hoy en día está en buenas condiciones. Es similar en diseño a la del templo de San Lorenzo: una bóveda de cañón corrido con lunetos y arcos torales. Fotografía de Leopoldo Rodríguez Morales, 2016.

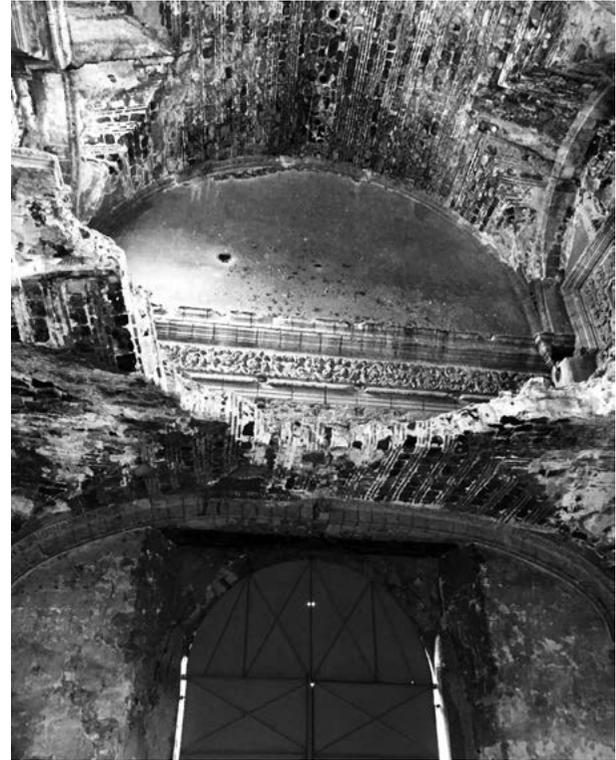


Figura 12. Bóveda del coro del ex templo del Hospital de San Lázaro en ruinas. Se aprecia el sistema constructivo a base de dovelas de tezontle alternada con ladrillos colocados de canto con juntas a base de cal, y encima de todo una mezcla de cal arena. Fotografía de Leopoldo Rodríguez Morales, 2016.

gunas se realizaron con nervaduras para recibir mejor los esfuerzos directos de compresión”.⁵⁴

La bóveda del templo de San Lorenzo Mártir está hecha con sillares de tezontle; es de cañón con lunetos; “la que está atravesada perpendicularmente por bóvedas menores o lunetos. Suelen ser bóvedas de cañón o de medio cañón y caracterizan la arquitectura del Renacimiento y el Barroco”.⁵⁵ Es decir, una apertura practicada en la bóveda de otra bóveda que penetra en ella, y debajo están los vanos para iluminar el interior; la bóveda se divide en cinco arcos torales (figura 10).

Santiago Huerta expone que en el tratado *Arte y uso de arquitectura*, de fray Lorenzo de San Nicolás,

cuando refiere a la bóveda de cañón, éste indica que es la mejor solución, pues es la más firme y de menor peso; explica los modos de construcción propios de cada tipo de material, como piedra, rosca de ladrillo o tabicado, y pone especial énfasis en el macizado de las embecaduras (enjutas) y la construcción de lengüetas, y así

[...] como vayas tabicando, la iras doblando y macizando las embecaduras hasta el primer tercio, y esto ha de ser en todas las bóvedas, echando sus lengüetas à trechos, que levantan el otro tercio, para que así reciban todo el empujo ò peso de la bóveda.⁵⁶

⁵⁴ *Idem*.

⁵⁵ Lorenzo de la Plaza Escudero, *Diccionario visual de términos arquitectónicos*, Madrid, 2009, p. 117.

⁵⁶ Santiago Huerta, *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*, Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, 2004, p. 249.

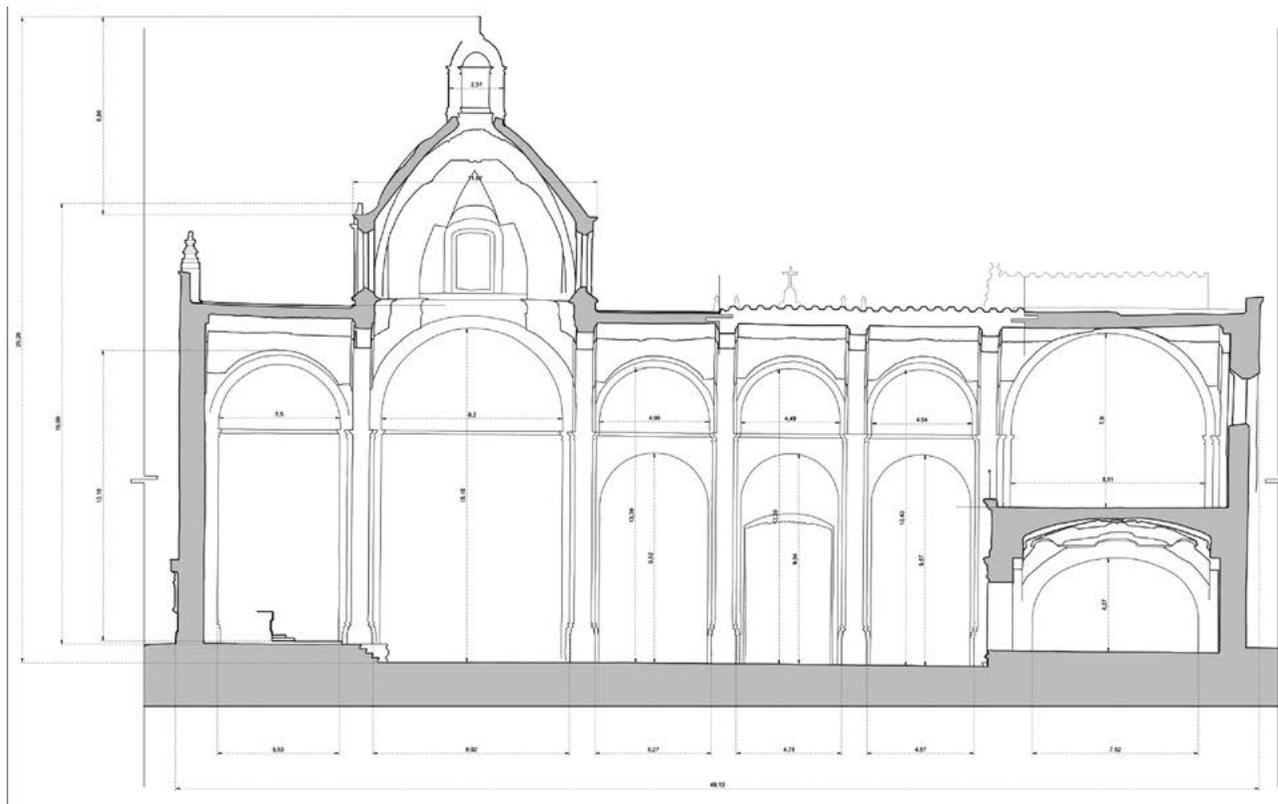


Figura 13. Corte del templo, sección A-A', resultado del escaneo en láser. Elaborado por la CNMH-INAH.

El autor manifiesta que los lunetos ejercen la misma función estructural ya indicada, “hazense en las bóvedas en unas y otras lunetas, tanto para hermostrar la bóveda, como para fortalecerla”.⁵⁷ En el caso del templo de San Lorenzo, la bóveda se hizo de tezontle por ser un material ligero, en vez de piedra de cantera o de ladrillo, pues el peso estructural habría sido mayor.

Otra bóveda de tezontle interesante es la del ex templo del Hospital de San Lázaro, ubicado al oriente del Centro Histórico; debido a las condiciones de ruina que presenta, es posible admirar el sistema constructivo íntegro. A principios del siglo XVIII, tanto el hospital (leprosorio) como el templo estaban en deterioro, por lo que se contrató al arquitecto Miguel Custodio Durán para la reedificación conve-

niente.⁵⁸ Durante el siglo XIX y sobre todo en el XX esas instalaciones se arruinaron. Ruiz no menciona las características de la antigua bóveda; sin embargo, hoy en día resalta a simple vista la magnífica bóveda de tezontle que se elaboró en aquel momento (figura 11). En la figura 12 se observa la bóveda del coro en ruina, lo cual permite apreciar el sistema constructivo.

Escaneo láser 3D del templo de San Lorenzo Mártir

En agosto de 2015, personal de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos del INAH inició los trabajos con la técnica de escáner 3D en el templo.

⁵⁸ Nain Alejandro Ruiz Jaramillo, “Nuestra Señora de la Bala, virgen protectora del oriente de la Ciudad de México”, tesis de licenciatura, México, UNAM, 2007, p. 104.

⁵⁷ *Idem.*



Figura 14. Corte arquitectónico del templo, donde se observan detalles de la bóveda de tezontle, muros, techumbre, etc., en nube de puntos con fotografía. Levantamiento en escáner Láser 3D realizado en el IAD-CNMH-INAH. Trabajo elaborado en 2015.

Los responsables de los mismos fueron el titular del Área de Informática de la Dirección de Apoyo Técnico, licenciado en diseño gráfico Ángel Mora Flores; los arquitectos Apolo Balarama Ibarra Ortiz, Juan Carlos García Villarruel, y el pasante en arquitectura Roberto Franco Durán Rodríguez. El proyecto consistió en resaltar la bóveda del templo; sin embargo, el inmueble fue escaneado en su totalidad, con lo que se pudo medir milimétricamente el templo completo, tanto en su altura como en el ancho de sus espacios, los cuales son diferentes en todos los casos. Con este método es posible restaurar con precisión los elementos estructurales y decorativos de los edificios (figura 13).

Con esta técnica aparecieron detalles de la bóveda hasta ahora desconocidos. Como asegura Benja-

mín Ibarra, este método digital aporta “la captura de una gran cantidad de detalles de las bóvedas, incluyendo las soluciones constructivas y la geometría de los elementos de piedra importantes”.⁵⁹ En la imagen de nube de puntos del templo de San Lorenzo apreciamos un corte constructivo donde aparece el espesor de la bóveda; la cubre una lámina de zinc, colocada para protegerla de las lluvias (figura 14).

Conclusiones

La bóveda de tezontle del templo de San Lorenzo Mártir de la Ciudad de México fue construida y di-

⁵⁹ Benjamín Ibarra Sevilla, *El arte de la cantería mixteca*, México, Facultad de Arquitectura-UNAM, p. 29.

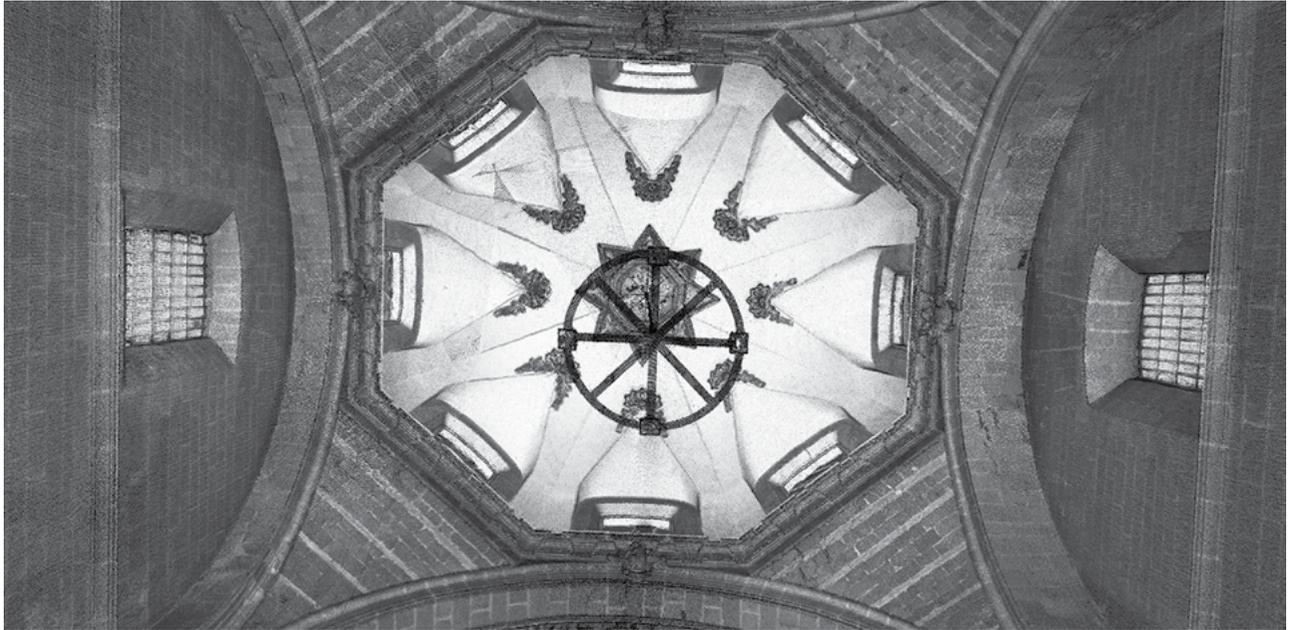


Figura 15. Abajo, a la derecha, detalle de la cúpula, donde se aprecian las dovelas cuando no tenía su aplanado; arriba, la cúpula en la actualidad, con su nuevo aplanado. Imagen elaborada con nube de puntos con fotografía, escáner 3D, CNMHINAH.

señada por el arquitecto José Joaquín García de Torres, quien eliminó la techumbre de madera y su cubierta de plomo en el siglo XVIII. La bóveda permaneció oculta durante varios siglos hasta que en 1954 le retiraron el aplanado y dejaron al descubierto el magnífico trabajo de estereotomía.

La intervención del templo, realizada entre 2006 y 2008, se llevó a cabo sin contar con la información histórica completa, sobre todo de archivo, lo cual condujo a que se ejecutara sin criterios ni bases científicas de restauración. Por supuesto, se hicieron reconstrucciones hipotéticas en el templo. A la bóveda y la cúpula se les quitaron sus aplanados, dejando expuesto el tezontle. En consecuencia, en 2008 el arquitecto Miguel Zerecero, de la Dirección General de Sitios y Monumentos del Conaculta, afirmó que el



desprendimiento de varias dovelas de tezontle de la cúpula fue causado por haber quitado el aplanado, por lo cual el material había quedado sin cohesión (figura 15).



El ingeniero y el práctico en la improvisación técnica: el Paso del Norte entre 1880 y 1910

Fecha de recepción: 31 de julio de 2018.

Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2018.

En este artículo se exploran varios tópicos de historia social del constructor en un entorno largamente influido en el tiempo por la actividad agrícola. También se revisan las implicaciones de varios cambios asociados con un impulso modernizador de principios del siglo xx. En este contexto, interesa explorar el perfil práctico y profesional de varios técnicos activos en la ciudad, discutir la evidencia que aclara su participación en la industria de la construcción y obra pública y, sobre todo, reflexionar acerca de las decisiones tomadas en la construcción de un mercado público y la reconstrucción de su techumbre. Se hace énfasis en la evidencia documental que permite estudiar el cambio tecnológico a partir del criterio que emanó de la práctica.

Palabras clave: historia social, obras públicas, mercados, contratistas, norte de México.

The article explores several topics on the social history of builders in a region influenced by agricultural activity through time. It also reviews the implications of diverse changes associated with a modernization impulse in the early twentieth century. In this context, it is interesting to explore the practical and professional profile of diverse technicians active in the city, to discuss their involvement in the building industry and public works, but especially, to reflect on the decisions undertaken in a public market building and its roof reconstruction. The emphasis is on documental evidence that makes it possible to study technological change based on the criteria that arose from practice.

Keywords: social history, public works, markets, contractors, Northern Mexico.

| 107

Es interesante notar que en los actuales estudios sobre historia de la construcción no existe mucho énfasis en la relación entre la vida de los constructores y las prácticas campesinas. A pesar de que en los siglos xviii y xix se escribieron varios textos, diccionarios y tratados prácticos sobre agronomía y construcción rústica, debidos a Charles-Etienne Briseux, Leon de Perthuis e Ignacio Dosamantes, hoy en día la relación no parece recurrente, y muchas aproximaciones académicas no revisan el contexto que permitiría explicar concepciones clásicas como la llamada “etapa heroica de la ingeniería”. De acuerdo con esta idea, desarrollada por historiadores de la ingeniería, existe un momento de actuación de los técnicos en que éstos, a través de sus proezas constructivas, imprimieron grandes transformaciones en entornos sobre todo campesinos o apenas en proceso de urbanización.

Por lo anterior, este artículo presenta un retrato —construido a partir de datos inéditos— acerca de perfiles técnicos y profesionales, así como su desempeño en tareas de construcción en un momento importante de cambios en Paso del Norte, la actual Ciudad Juárez. Para esto,

* Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

en un primer apartado se ofrece un contexto historiográfico de la zona, a fin de que se comprenda la persistencia de la actividad agrícola y su influencia en el entorno de prácticas técnicas, de la mano de una exploración de algunos tópicos teóricos de la historia de la construcción convenientes al caso. En los siguientes apartados se presenta un cuadro general sobre los perfiles profesionales y relaciones con obreros y artesanos, y los suministros de material; enseguida se revisa un caso de reconstrucción de un techo de un mercado, y por último se ofrecen varias hipótesis para considerar las fuerzas que orientan algunas decisiones técnicas.

Un contexto historiográfico de cambios: Paso del Norte y Ciudad Juárez

Puede afirmarse que Ciudad Juárez se originó con el establecimiento de una misión franciscana en la expansión, durante el siglo xvii, rumbo al Septentrión Novohispano. Hasta bien entrado el siglo xix constituyó, según varios cronistas, una de las mayores aglomeraciones del norte, equiparable en números de población con Los Ángeles, California, y Nueva Orleans, Luisiana.¹ Sin embargo, el asentamiento también era extremadamente disperso, pues desde varias décadas atrás el criterio que definió su fisonomía fue el ordenamiento de huertas y tierra para cultivo, así como el trazado de acequias y caminos rurales. Interesa destacar que durante la segunda mitad del siglo xviii el área entró en la órbita de influencia de los reformistas borbónicos, y se publicó el primer mapa conocido del lugar, debido a Joseph de Urrutia. A través de las décadas, varios comentarios y notas de los exploradores y reforma-

¹ Lisa Krisoff Boehm y Steven H. Corey, *America's Urban History*, Nueva York, Routledge, 2015, pp.50-51; Guadalupe Santiago Quijada, *Políticas federales e intervención empresarial en la configuración urbana de Ciudad Juárez, 1940-1992*, Ciudad Juárez, UACJ/El Colegio de Michoacán, 2013, p. 74.

dores no dejaban lugar a dudas en cuanto a cierto carácter primitivo e inconveniente de zonas muy septentrionales, pues se referían —en el caso de un informe de Bernardo Bonavía al comandante general de Provincias Internas, elaborado hacia 1804— a la necesidad de hacer “rationales y cristianos” a los indios, y a enseñarles a “hacer aperos para sus chozas y casas”.²

Un juicio parecido puede hallarse en otra noticia de Joseph Fayni, con motivo de un plan para reformar las misiones de religiosos de la frontera norte, en que, además de varios asuntos, se trató lo relativo a la manera en que los indios construían sus casas. De los numerales 31 al 37 Fayni comentó:

Son las habitaciones de los pueblos de naturales, unas chozas mal cubiertas de paja, o zacate; y cuando mucho cerradas por su circunferencia de amontonadas piedras sueltas, sin firmeza alguna, y tan estrechas que los cuerpos exceden a su altura, y su incomodidad, y angustia no [las] diferencia de las cabañas de pastores.³

Y en el ámbito del asentamiento en el territorio, también indicaba: “Que se destierre de estos naturales la costumbre heredada de su barbarismo, de fundar sus habitaciones notablemente dispersas unas de otras”.⁴ Son comunes estos rechazos hacia la fabricación simple y dispersa de casas, y se sugiere algo más avanzado o conveniente en los siguientes términos: “Que fabriquen en sus pueblos casas de terrados a proporción de sus fuerzas y duerman en alto por conducir a la permanencia de su salud temporal”.⁵

² “Informe de Bernardo Bonavía al Comandante General de Provincias Internas, Durango, 1804”, Archivo General de Indias (AGI), México, 2736.

³ “Nuevo método de gobierno espiritual y temporal, Durango, 1773”, Archivo General de la Nación (AGN), Provincias Internas, vol. 43, exp. 1.

⁴ *Idem*.

⁵ *Idem*.

Tal vez el comentario más ampliado y claro sobre la distancia entre las formas de construcción se deba a Juan Morfi, quien decía de modo contundente: “[...] no conocen otra Arquitectura que la mezquina fábrica de sus chozas, ni conciben más riqueza que sus pobres chozas, ni conciben más riqueza en el mundo que los cueros de cábola, y algunas flechas”.⁶ Es importante aclarar que, a finales del siglo XVIII, Paso del Norte —a pesar de encontrarse en una etapa ya avanzada de secularización— aún era escenario de reducción de indios sumas y apaches.

Parece normal que en esta etapa de conquista y control del septentrión los ingenieros llegaran con nuevas ideas; sin embargo, los detalles específicos sobre ciertas tareas de obra probablemente tuvieron que toparse con realidades complejas, y los informes en terreno se alejaron de los anteriores prejuicios. Esto parece lógico porque existen estudios que discuten las relaciones entre el reformismo borbónico, la necesidad de reactivar el campo e impulsar la industria popular, así como el esparcimiento del pensamiento agronómico.⁷

En este contexto pueden aclararse dos puntos. Primero, se presumen las calificadas y diversas tareas a que debieron enfrentarse los ingenieros, sobre todo en torno a la planeación de fortificaciones y discusión en cuanto a maneras de distribuir la tierra para asegurar el poblamiento. Al respecto es interesante advertir que la irregularidad del asentamiento precisamente debe su razón a una idea de poblamiento agrícola, que en términos simples dice así:

Siendo el beneficio del riego el principal medio de fertilizar las tierras y el más conducente al fomento de

la población pondrá particular cuidado el comisionado en distribuir las aguas de modo que todo el terreno que sea regable pueda participar de ellas [...] a cuyo fin valiéndose de peritos o inteligentes dividirá el terreno en partidos o heredamientos señalando a cada uno un arbolón o acequia, que saldrá de la madre o principal con la cantidad de agua que se regule suficiente para su regadío.⁸

Si bien la referencia trata sobre un momento de reforma de la actual ciudad de Hermosillo, Sonora, Guillermo Margadant sugiere el fuerte carácter orientador y doctrinario de la propuesta, que se llevó a la práctica en otras regiones.⁹ En otras palabras, fueron las pendientes de terreno las que determinaron un trazo de huertas y solares en función de la conducción de agua. Faltan, pues, estudios sobre dichos “peritos” e “inteligentes”.

En segundo lugar, también se ha dicho que muchos ingenieros y oficiales en general buscaban emplearse en las tareas del septentrión —zona estratégica para impulsar las reformas, pero también peligrosa—, para después conseguir puestos burocráticos de mayor beneficio.

Los presidios, por ejemplo, contaban con dinero de las arcas reales, y probablemente desde la lejanía tenían que valorarse los resultados sólo mediante informes muy vagos. Puede ser el caso de una obra en el presidio de la Junta de los Ríos (actual Ojinaga, Chihuahua), en que el informe firmado en México decía:

La fábrica del evacuado Presidio de la Junta, según documentos poco calificados, producidos por su actual capitán Don Manuel Nuño, que fue nombrado tal con este gravamen, se quiere regular a veinte y cua-

⁶ “Consideraciones del padre Morfi sobre la manera de asegurar la línea de fronteras de Nuevo México y demás Provincias Internas, México, 1778”, Archivo Franciscano (Afra), AF 3/34.1.

⁷ Lluís Argemí, *El pensamiento agrario de la Ilustración*, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1988; Jordi Oliveras, *Nuevas poblaciones en la España de la Ilustración*, Barcelona, Fundación Caja de Arquitectos, 1998.

⁸ “Establecimiento del Pitic, Chihuahua, 1800”, State Archives of New Mexico (SANM), Spanish Archives of New Mexico, rollo 6.

⁹ Guillermo F. Margadant, “El Plan Pitic”, *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, vol. XXI, núm. 62, 1988, pp. 699-715.

tro mil pesos para lo que se presenta un ridículo plano de su fortificación.¹⁰

Tampoco son raros los expedientes que en la relación de méritos explicaban la participación de oficiales en tareas diversas de afirmación del poblamiento, mediante algo que sugiere la autoconstrucción con el trabajo de indios solamente. Es el caso de la relación de méritos de Jacobo Ugarte y Loyola, quien informaba para su beneficio que había reedificado las casas reales en Santiago de la Monclova “a sus expensas” y prestando auxilios para la fábrica.¹¹

Lo anterior también puede ilustrarse bien con el caso de Diego de Borica, quien, después de desempeñarse como capitán de presidio —hacia la década de 1780—, obtuvo el cargo de gobernador de California. Entre sus méritos se mencionó la construcción de fortificaciones, la organización de milicias de Paso del Norte y el establecimiento del presidio de San Fernando de las Amarillas del Carrizal. Vale la pena detenerse aquí a revisar sus consideraciones sobre la construcción de bardas para proteger a los agricultores de las incursiones de indios apaches, porque revelan ciertas decisiones que tuvo que tomar.

En su *Diario*,¹² Diego Borica explicó los diversos pasos que tuvo que dar para organizar a la gente en la construcción de bardas, y no sólo sugirió lo pernicioso de la irregularidad de trazos y la dispersión para conseguir la defensa, sino que incluso —y en aparente contradicción— valoró dicha red de cami-

nos irregulares como un “laberinto ideal” para atajar las incursiones de indios, pues sólo sus pobladores sabrían orientarse bien. Celebró reuniones con vecinos y con caciques indios en los diversos pueblos que conformaban la zona, y organizó listas de trabajo por cada área que debía bardarse o fortificarse.¹³ En varios momentos recomendó el uso de adobes para tales bardas y murallas: un adobe “de cinco dedos” de alto por dos tercios de vara en largo y una tercia en ancho.¹⁴ Sin embargo, también se refirió a lo que puede ser más bien tierra apisonada (“tapia y cajón”), “[...] porque son pocos los vecinos”.¹⁵ Varias veces los informes de oficiales de alto rango sugirieron la necesidad de compactar la población para facilitar la defensa; no obstante, la particular dinámica agrícola constituyó una constante que no pudo pasar por alto y contradecía tal intención.

Con estos antecedentes, importa recalcar la fuerte relación entre la vida campesina y el empleo de tierra en bardas o muros. Ahora bien, interesa destacar que hacia la década de 1880 la Villa Paso del Norte sumaba un número de población considerable —6000 habitantes—, y sin duda constituía la mayor y más importante aglomeración de la frontera entre México y Estados Unidos. Las cosas, sin embargo, no habían cambiado mucho y el perfil de lugar continuaba siendo de marcada orientación agrícola.

Antes ya se había dado vuelo al cultivo de uva y la fabricación de vinos; también el auge del algodón explicaba cambios en los hábitos y preferencias de agricultores.¹⁶ A finales del siglo, con la fundación de la Villa de Franklin —origen de El Paso, Texas—, se inauguraban nuevos contactos. Quizá uno de los eventos más importantes fue cierto fracaso en la negociación

¹⁰ “Dictamen que de Orden del Exmo. Sr. Marqués de Croix, Virrey de este Reino, expone el Mariscal de Campo Marqués de Rubí, en orden a la mejor situación de los presidios, para la defensa y extensión de su frontera a la gentilidad, en los confines al norte de este Virreinato, Tacubaya, 1768”, AGI, México, 2477.

¹¹ “Méritos de Jacobo Ugarte y Loyola, Santiago de la Monclova, 1777”, AGI, Guadalajara, 302.

¹² “Diario de lo que va practicando el capitán Diego de Borica para la consecución de la reunión de indios y vecindarios de la Jurisdicción de los pueblos del Paso del Río del Norte, Paso del Norte, 1782”, Archivo Histórico de Ciudad Juárez (AHCJ), fondo Colonial (FC), c. 14, exp. 2 y c. 15, exp. 1.

¹³ *Idem*.

¹⁴ *Obras en el presidio de San Elizario, Paso del Norte, 1789*, AHCJ, FC, c. 15, exp. 1.

¹⁵ *Idem*.

¹⁶ Martín González, *Breve historia de Ciudad Juárez*, Chihuahua, El Colegio de Chihuahua, 2009.

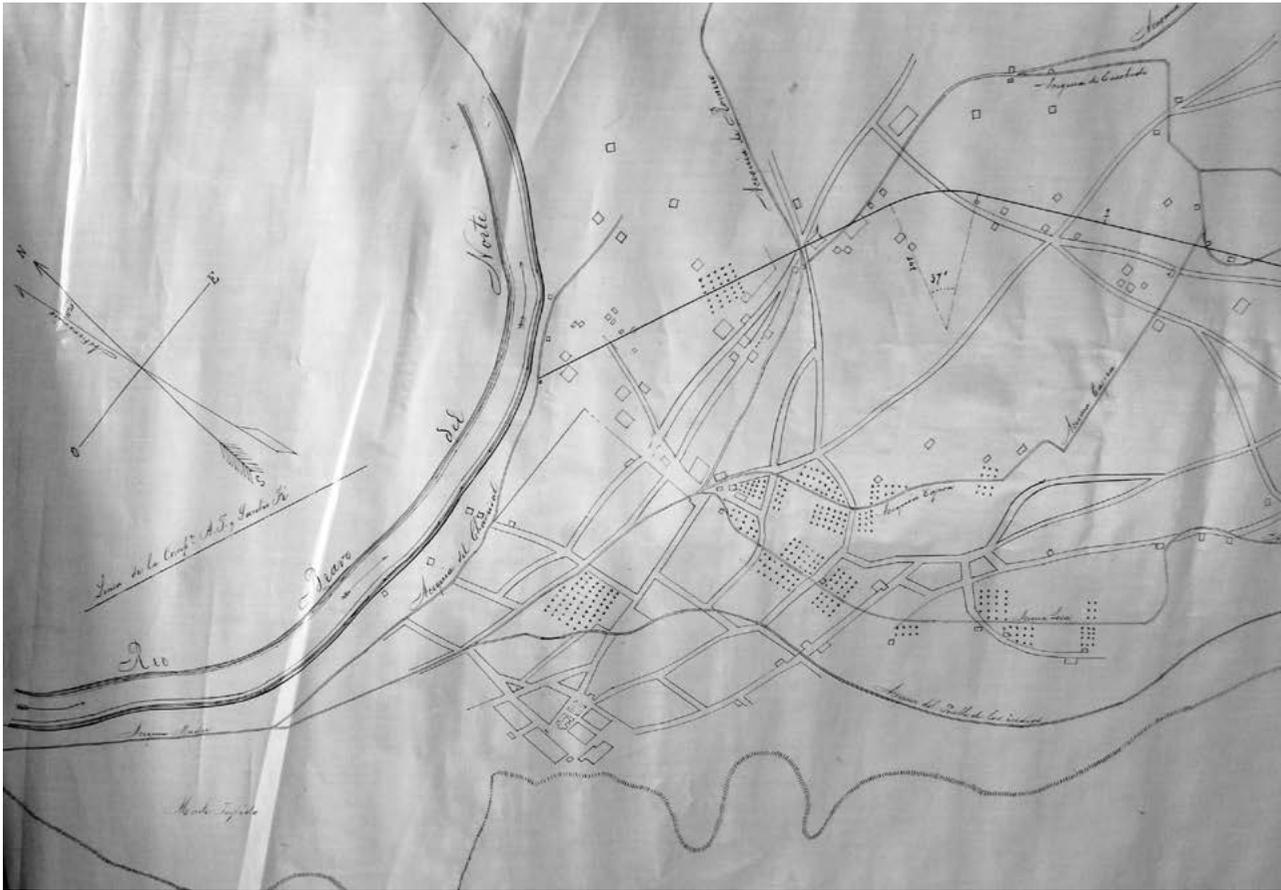


Figura 1. Mapa del área central de Paso del Norte, ca. 1882. Archivo Histórico de Hidalgo del Parral (AHHP), colección de mapas.

entre México y Estados Unidos, el cual redujo considerablemente la cantidad de agua para uso en las huertas. Esto favoreció otra oportunidad para buscar la compactación del área de poblamiento —con el proyecto de la Ciudad Moderna—,¹⁷ y desde luego cambios en las dinámicas de los técnicos (figura 1).

Perfiles prácticos y profesionales a finales de siglo

A lo largo de varios años hemos reunido numerosos datos sobre los técnicos involucrados en obras

de construcción en la zona entre 1880 y 1910. Es interesante destacar varias cosas de este conjunto de información, que —hay que aclarar— se refiere a los registros del archivo municipal de la ciudad y se limita a la relación con la obra pública.¹⁸

Desde luego que al hablar de una ciudad fronteriza surge la duda sobre las conexiones inmediatas con el país vecino, pero esto requiere otro tipo de estudio de mayor envergadura para emplear unidades documentales como los archivos de las compañías ferrocarrileras o los directorios de empresas o compañías existentes en la ciudad texana de El Paso.

¹⁷ Guadalupe Santiago Quijada, *Propiedad de la tierra en Ciudad Juárez, 1888 a 1935*, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte/ New Mexico State University, 2002, pp. 73 y ss.

¹⁸ Los principales fondos que componen este conjunto son: a) Correspondencia, b) Presidencia Municipal y c) Jefatura Política.

Resulta impresionante la cantidad de prácticos y profesionistas que estuvieron activos durante 30 años en la ciudad, quienes suman un aproximado de 50 individuos. Algunos firmaban como ingenieros o como arquitectos, si bien es difícil saber con exactitud si todos habían cursado estudios u obtenido alguna titulación en forma. Otros, aunque no ostentaban ningún título, por las operaciones que atendieron puede inferirse su capacidad y conocimiento especializado en trazos sobre terreno, planos de levantamiento, deslinde de lotes y peritajes muy diversos.

Lo mismo puede revelar el tipo de dibujos que realizaron tanto profesionistas como técnicos, e incluso su caligrafía en papel, por lo que sobresalen los planos de proyecto arquitectónico, pero también los dibujos y croquis relativos a problemas constructivos muy específicos. Otro tanto puede afirmarse sobre contratos de obra, presupuestos y descripción de especificaciones de trabajo, aunque en general tales documentos exponen obras gruesas concebidas en unidad y son escasas las especificaciones. El contexto de la muestra involucra un criterio de relevancia: se trata del momento en que empezaron a introducirse principios de higiene entre funcionarios de la ciudad, y vuelve a argumentarse que la población requería compactarse en correspondencia con la idea de una ciudad moderna. Así sucedió en 1904, cuando se publicó el plan de ordenamiento denominado Ciudad Moderna.¹⁹

De tal modo, los asuntos en que están implicados prácticos e ingenieros también abarcan rubros de obra pública, drenaje, agua potable, pavimento, banquetas, puentes y, de modo significativo, un conjunto de labores propias de entornos agrícolas, como el fraccionamiento de terrenos para huertas y operaciones con acequias que van desde el trazo de nuevos canales hasta el cierre de acequias viejas, la nivela-

ción y obras en boca tomas y compuertas. Se trata, pues, del primer intento de recopilación de datos sobre estos personajes que conozco que se haya hecho en la zona.²⁰

Hemos agrupado las referencias a los personajes en rubros distinguibles desde el punto de vista de las operaciones que realizaban (tabla 1). En primer lugar, un grupo importante se dedicaba al deslinde y fraccionamiento de ejidos, como Salvador Arellano, quien tuvo el título de ingeniero del estado de Chihuahua, y Juan Rivero, quien aparece como ingeniero auxiliar. Está también Juan Siqueiros Hart en deslindes de terreno, e igualmente en el arreglo de acequias en cuanto a sus trazos y sus pendientes. Sabemos de este último que se tituló en el Colegio de Minas de El Paso. Interesa la referencia a Alex F. McDonald, quien se ocupaba de todas las operaciones de medición de las colonias de mormones del noroeste de Chihuahua. Desde principios del siglo xx sobresalen Gustavo Durán y Maximino Alcalá como miembros de la Dirección Agraria del estado.

Con el plan de la Ciudad Moderna se intensificaron las operaciones de deslinde de lotes urbanos para concesión a particulares. La cantidad de nombres es importante, y hay quienes sólo aparecen en estas operaciones por varios años, aunque destacan personajes como Enrique Esperón, de la ciudad de Chihuahua; de los demás, se presume que vivían en Ciudad Juárez. Las operaciones que realizaban a menudo se basaron en planes para el crecimiento de la ciudad más o menos definidos. Por eso mismo interesa asociar tales labores con los distintos ingenieros que participaron en la elaboración de planos de la ciudad.

²⁰ Sólo pueden mencionarse los estudios de Gladys A. Hodges, con énfasis en El Paso, Texas, acerca de arquitectura, y de Margarita Calvo para la segunda mitad del siglo xx en Ciudad Juárez. Gladys A. Hodges, "El Paso, Texas, and Ciudad Juárez, Chihuahua, 1880-1930: A Material Culture Study of Borderlands Interdependency", tesis de doctorado, El Paso, University of Texas at El Paso, 2010; Margarita Calvo, *Los constructores en Ciudad Juárez*, Ciudad Juárez, UACJ, 2007.

¹⁹ *Periódico Oficial de Chihuahua*, 26 de noviembre de 1904.

En un primer momento, hacia principios de 1880 se mencionó a Ignacio Garfias, Pedro Larrea y Cordero, Jacinto Brito y Ricardo G. Ramírez, involucrados en la definición de expansiones hacia el sur y el oeste de la ciudad (“adiciones” se les denominó, a la usanza estadounidense de las *additions*). Sin embargo, los principales ingenieros de este rubro sin duda fueron Manuel María Mendiola y los ingenieros agrónomos Rómulo Escobar y Numa P. Escobar. De Mendiola sabemos que llegó a Ciudad Juárez tras fungir como director de Obras de Defensa contra el Río Bravo, en Matamoros, Tamaulipas; en adelante definiría los trazos generales de desarrollo de Ciudad Juárez y estuvo involucrado en tantos asuntos que probablemente se trate del profesionalista más influyente en las decisiones de obras en la ciudad.

Respecto a los agrónomos, lamentablemente aún sabemos poco, si bien en varios momentos se deduce que pudieron haber realizado un plan alterno a la Ciudad Moderna —la planificación de terrenos irrigables del valle del río Bravo—, enfocándose sobre todo en el perfil agrícola del sitio. Hacia 1910 pueden consultarse actas del ayuntamiento donde se ventilaron asuntos técnicos para la modernización de la ciudad, y se infieren posibles conflictos o confrontaciones entre los agrónomos y el ingeniero Mendiola.

El rubro de infraestructura queda representado por los ingenieros Nelson Rhoades Jr. y Tomás S. Shepperd, quienes estuvieron a cargo de obras de drenaje; lo mismo puede afirmarse sobre agua potable, drenaje, líneas de gas, tranvías e iluminación, que requirieron técnicos extranjeros.

El renglón más interesante se refiere a los proyectos y la obra pública, por el involucramiento del Ayuntamiento. Merece destacarse la presencia de personas como el ingeniero-arquitecto Camilo E. Pani en el proyecto para un mercado público y otro proyecto para una escuela; José R. Arguelles con un proyecto para escuela; Orestes Peragallo en una obra de

Ángel Calderón y Urrutia para agregar una fachada de ladrillo a unas crujías de adobe; Eugenio Prieto Bascave y Albino Bueno en el proyecto de la nueva cárcel de la ciudad, y Luis Corredor Latorre en el diseño de jardines de una importante plaza, principalmente. Estas obras nuevas modificarían el aspecto de la ciudad de manera importante, aunque también hubo otras no menos relevantes, impulsadas por individuos sobre los cuales todavía se sabe poco.

Merece señalarse por separado un conjunto de contratistas que se dedicaban de manera predominante a suministrar material, herramienta y equipo, o bien que dirigían empresas de bienes raíces o constructoras. Es el caso de Estanislao Zayas, quien fue director de Zayas Architectural Works —la única compañía de construcción con sede en El Paso de esos años—. También estuvieron Maximino Weber, presidente de la Compañía Constructora de Fincas Urbanas; A. de Lecumberri, quien dirigía la Compañía de Bienes Raíces Paso del Norte, y Geo Watson, quien era superintendente de la Compañía Bancaria de Fomento y Bienes Raíces de México, S. A.

Si bien las obras ferrocarrileras merecerían un estudio aparte, hay que referir aunque sea la mención a Lewis Kingman como ingeniero en jefe del Ferrocarril Central Mexicano; Manuel Gameros y Benito León Acosta como inspectores por parte del Estado mexicano, y Felipe Zavalza y A. V. Nesbitt como encargados de obras y estudios diversos para las compañías ferroviarias.

Todos los individuos anteriores se desempeñaron en realidad en varias actividades, aunque las mencionadas destacan sus áreas más constantes o sobresalientes de su trabajo.

Técnicos sobre los cuales aún se sabe poco son Juan Valdés, Teódulo Ruiz, Juan Amador, Francisco Rendón, Gaspar Torres, Mariano Ayarzagotia Peña, Aristano Carrascoso y otros, quienes en su mayoría sólo elaboraron dictámenes con dibujo de planos para el Ayuntamiento.

Tabla 1. Ingenieros activos en Ciudad Juárez entre 1880 y 1910

<i>Nombre</i>	<i>Actividades más mencionadas</i>
<i>Labores de deslinde</i>	
Juan Rivero	Trazo de ejidos de la colonia Guadalupe
Salvador Arellano	Trazo de ejidos de Paso del Norte, ingeniero del estado
Juan Siqueiros Hart	Arreglo de acequias entre Guadalupe y San Ignacio
Alex F. McDonald	Agrimensor de las colonias de mormones
Gustavo Durán	Miembro de la Dirección Agraria de Chihuahua
Maximino Alcalá	Miembro de la Dirección Agraria de Chihuahua
<i>Peritaje para el Ayuntamiento</i>	
Mariano Ayarzagotia Peña	Peritaje sobre acequias
Aristano Carrascoso	Perito
Juan Valdés	Perito
Teódulo Ruíz	Perito
Juan D. Hernández	Perito
A. C. Cubero	Perito
Aurelio Centeno	Perito
Enrique Esperón	Perito
E. A. Paredes	Perito
José García Cuadra	Perito
<i>Contratistas</i>	
Maximino Weber	Presidente de la Compañía Constructora de Fincas Urbanas, propuesta de mercado
Félix Martínez	Constructor de casas
A. de Lecumberri	Compañía de Bienes Raíces Paso del Norte
Geo Watson	Superintendente de la Compañía Bancaria de Fomento y Bienes Raíces de México, S. A.
B. Salazar	Contratista en obras diversas, dictamen sobre la acequia madre
Estanislao Zayas	Contratista en obras diversas, nivelación de salida de aguas en el Chamizal, dictamen sobre la acequia madre, ingeniero auxiliar de la Comisión Internacional de Límites y Aguas
Camilo Argüelles	Propuesta de construcción de quioscos
<i>Obras de ferrocarril</i>	
Lewis Kingman	Ingeniero en jefe del Ferrocarril Central Mexicano (FCM)
Manuel Gameros	Inspector del FCM en el tramo Chihuahua-Paso del Norte
Benito León Acosta	Inspector del Ministerio de Fomento en el FCM
Felipe Zavalza	Obra para el FCM, dictámenes para el Ayuntamiento
A. V. Nesbit	Reconocimientos para establecer vías de ferrocarril

Elaborada por el autor a partir de registros del Archivo Histórico de Ciudad Juárez (AHCJ), fondos Porfiriato y Terracismo y Revolución.

<i>Nombre</i>	<i>Actividades más mencionadas</i>
<i>Planeación urbana</i>	
Manuel M. Mendiola	Plano del proyecto de la Ciudad Moderna, revisión de obras de ferrocarril en Temosachic, inspección del hipódromo
Rómulo Escobar	Fundador de la Escuela Particular de Agricultura, reparaciones en el edificio de correos, plano de la ciudad
Numa P. Escobar	Fundador de la Escuela Particular de Agricultura, planeador de Villa Ahumada
Ignacio Garfias	Plano de la ciudad, ingeniero de la Villa Paso del Norte, suministró la cantera para cimiento y zócalo de la aduana
Pedro Larrea y Cordero	Plano de la ciudad
Jacinto Brito	Plano de las adiciones sur y oeste de la ciudad
Javier Larrea	
Ricardo G. Ramírez	Plano de la ciudad
Juan B. Ochoa	Ordenamiento de lotes en Corralitos
<i>Infraestructura</i>	
Nelson Rhoades Jr.	Obras de drenaje en la ciudad
Tomás S. Shepperd	Obras de drenaje en la ciudad
<i>Proyectos de obra pública</i>	
José R. Argüelles	Proyecto de escuela de niños
Oreste Peragallo	Construcción de fachada de ladrillo, sinodal en EPA
Camilo E. Pani	Proyecto de mercado, proyecto de escuela de niños
Herbert Scholfield	Reconstrucción del techo del Mercado Terrazas, gerente de la National Mill & Lumber Co.
J. Walmsley	Constructor de la fuente en Plaza Juárez
Luis Fenchler	Contratista en el nuevo rastro de la ciudad, propuesta de mercado para Ciudad Juárez
Eduardo Prieto Basave	Proyecto de la nueva cárcel de la ciudad
E. Maillefert	Dibujante del proyecto de Prieto para la cárcel
Albino Bueno	Encargado del primer proyecto de la cárcel para la ciudad
Luis Corredor Latorre	Diseño de jardines
Herbert Simpson	Proyecto de estación del FCM y propuesta de reconstrucción del mercado
Gregorio Martínez	Propuesta de reconstrucción del mercado
Francisco Portillo	Sólo referencias
Enrique Gómez Garza	Sólo referencias
Francisco Gómez Dupeyron	Sólo referencias
Francisco Randón	Sólo referencias
Armando R. Maranga	Sólo referencias
Juan Amador	Sólo referencias

Y respecto al tópico de los artesanos, quienes también estaban involucrados en suministros de material, puede referirse a Ernesto Vizcaíno, quien fue director de un taller de carrocería, pero que también contrataba obras de carpintería en edificación. Existen muchos nombres de adoberos quienes, además de fabricar adobe, cobraban por su transporte y por el acarreo de agua y tierra por igual, probablemente para fabricarlos en sitio. Llamaron la atención los contratos con Eugenio Maillefert, como dibujante auxiliar, y con León Trousettt para pintar casas. Vale la pena mencionar que el abasto de madera fue predominantemente estadounidense, a través de compañías como A. Bunsow & Co., O. T. Bassett Co., y A. L. Pierce & Wilson, a través de la Juárez Lumber Co.

En la década de 1910 se formaron dos expedientes que permiten dar una mayor formalidad a la dispersión anterior de noticias de constructores y profesionistas. El primero se refiere a un informe elaborado por el Ayuntamiento sobre los profesionistas que residían en la ciudad. Lo primero que llama la atención es que son muy pocos los ingenieros, y también destaca que la mitad era experta en tópicos agronómicos, y se habían formado en la Escuela Nacional de Agricultura, pero también en la Escuela de Ciudad Juárez y en el recién inaugurado Colegio de Agricultura y Artes Mecánicas, con sede en Las Cruces, Nuevo México.

Respecto a los demás ingenieros, cabe destacar que Manuel María Mendiola se formó en el Instituto Juan José de la Garza, de Ciudad Victoria, y Teódulo Ruiz en el Instituto de Ciencias Zacatecano; dos ingenieros señalaron que habían recibido sus títulos directamente de Porfirio Díaz y el ministro de Fomento Carlos Pacheco. Dichas certificaciones probablemente eran más bien autorizaciones para ejercer como peritos que títulos profesionales como tales.²¹ El se-

²¹ "Informes sobre profesionistas, Ciudad Juárez, 1910", AHGJ, Revolución (REV), c. 9, exp. 3.

gundo expediente se refiere a los sinodales que se designaban para los exámenes de la Escuela Particular de Agricultura; sin duda hubo que recurrir a los mejores especialistas en materias diversas. Las asignaturas que interesan aquí, por sus implicaciones con la labor constructiva, son las siguientes: matemáticas, mecánica, dibujo, agronomía, topografía, construcciones y tecnología; otros profesionistas aquí implicados —además de otros ya mencionados— fueron Elmer Stearns, Gabriel Malpica, Gustavo Durán y Francisco Gómez Dupeyron.²²

En fin, resulta difícil hacer un balance de todos los datos, y probablemente estudios más específicos de las obras en cuestión permitirían encaminar hipótesis acerca del cambio tecnológico. El siguiente apartado precisamente persigue ese objetivo, a través de la serie de proyectos, obras y reparaciones de un mercado muy importante de la ciudad.

Propuestas técnicas para un gran mercado

A finales del siglo XIX muchos rubros de actividad en Paso del Norte contaban con el involucramiento de personas notables. No era extraño que, con motivo de necesidades específicas, se convocara a esas personalidades para pedir su colaboración; incluso, el desempeño de funcionarios y síndicos a menudo revela la presencia de abogados, doctores e ingenieros. En un sentido semejante se formaban contratos para atender rubros de necesidad, como el establecimiento de un rastro para matanza de ganado y distribución de carne para consumo, la instalación de un mercado para abasto de la población y crecimiento del consumo, o diversas mejoras demandadas por eventos públicos que se celebrarían en la ciudad.

²² "Sinodales para la Escuela de Agricultura, Ciudad Juárez, 1908", AHGJ, Porfiriato y Terracismo (PYT), c. 116, exp. 2; "Sinodales de la Escuela de Agricultura, Ciudad Juárez, 1910", AHGJ, REV, c. 13, exp. 2.

Por lo general este tipo de propuestas se presentaba para cubrir dos aspectos fundamentales: la atención y el beneficio comercial del giro y la construcción del establecimiento como tal. Una parte importante de estos convenios entre particulares y el Ayuntamiento establecía —después de que los primeros invertían en la construcción— un periodo de usufructo con dividendos claros para el Ayuntamiento, y durante el cual suponemos que el empresario también podría recuperar la inversión en obra. Fue el caso de la propuesta de Francisco Jiménez, quien propuso a la ciudad la construcción y usufructo de un rastro, que a final de cuentas no se aprobó.²³

Ahora bien, para el caso del primer mercado de Ciudad Juárez, en un primer momento se elaboró una propuesta del ingeniero y arquitecto Camilo E. Pani. El contrato que se discutió se debió a los empresarios Maximino Weber y Louis Fenchler, quienes ofrecieron al Ayuntamiento la construcción y pedían un tiempo de usufructo —en la renta de locales— para recuperar la inversión por un tiempo determinado.²⁴ En ese tiempo de grandes reformas en la ciudad, otro mecanismo consistió en contratar préstamos con el Banco Minero de Chihuahua, por lo cual en los archivos abundan los informes contables de pago de esa deuda contraída por el Ayuntamiento para financiar obra pública.

Lo anterior merecería un trabajo independiente acerca del financiamiento de obras. No obstante, volviendo al mercado, resulta interesante que el expediente no mencione de manera expresa a Camilo E. Pani, aunque parece evidente que se le encargaría el proyecto porque los planos están unidos al documento. Se discutió la forma de la planta arquitectónica;

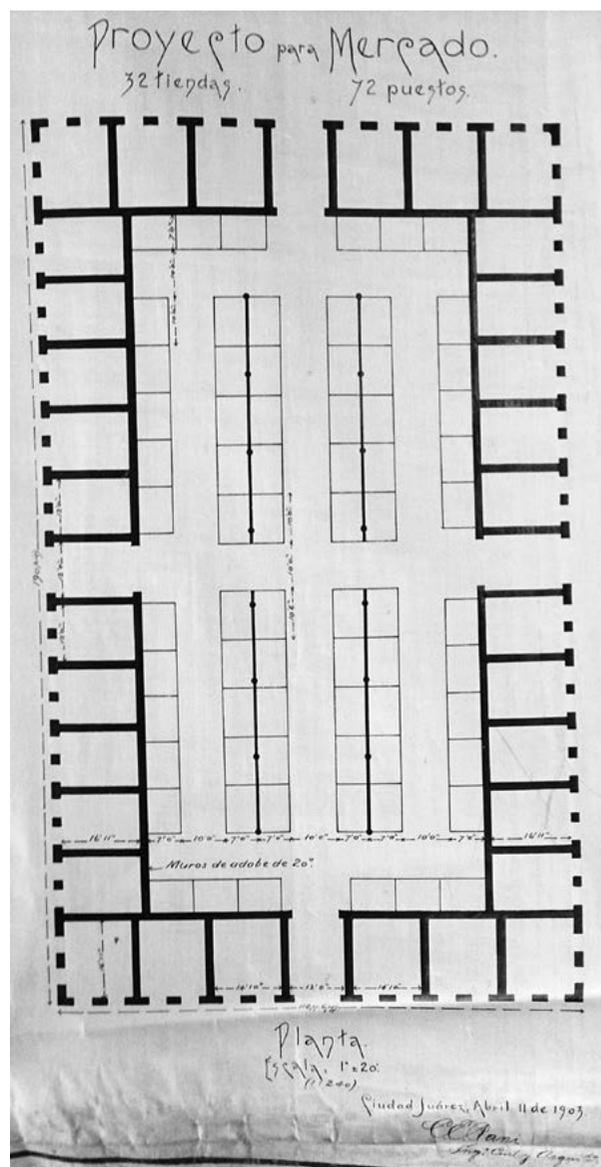


Figura 2. Planta arquitectónica elaborada por Camilo E. Pani. Fuente: AHCI, PYT, c. 76, exp. 1.

ca; dado que el terreno era irregular, los empresarios y técnicos mencionaron que no era conveniente seguir dicha forma oblonga, sobre todo por la dificultad para formar la techumbre²⁵ (figuras 2 y 3).

No obstante que el primer plan de Pani consideraba un patio central descubierto y de geometría

²³ “Petición de Francisco Jiménez para establecer una casa de abasto, Ciudad Juárez, 1894”, AHCI, PYT, c. 47, Libro Diciembre.

²⁴ “Proyecto y planos para la construcción de uno o más mercados en Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, 1903”, AHCI, PYT, c. 76, exp. 1.

²⁵ *Idem*.

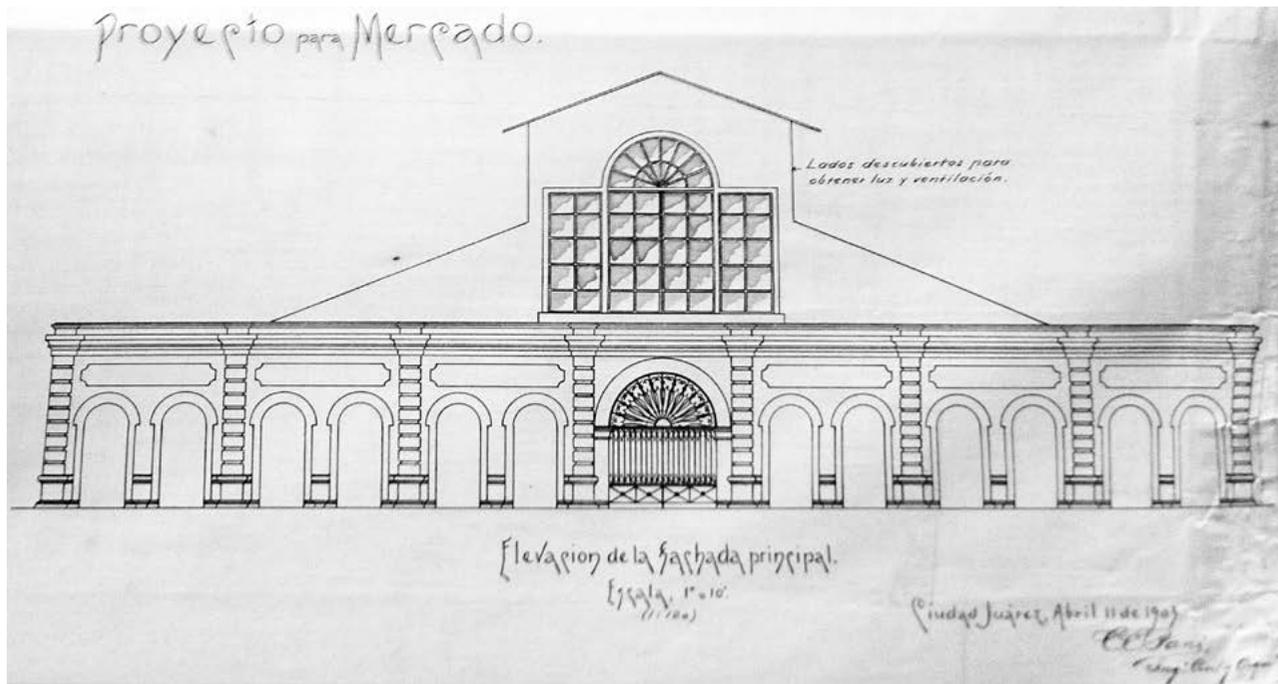


Figura 3. Fachada elaborada por Camilo E. Pani. Fuente: AHCJ, PYT, c. 76, exp. 1.

irregular,²⁶ a final de cuentas se prefirió una forma rectangular perfecta para facilitar la obra de techumbre del patio. Tanto las especificaciones como los planos permiten inferir que se proponía un conjunto de crujías perimetrales en torno a un gran patio; todos los muros se construirían en adobe, con 20 pulgadas de espesor, y como refuerzo se agregarían pilastras de ladrillo cocido en las fachadas. Dado que el claro librado ofrecía la dificultad de su considerable magnitud, se colocarían postes al centro para también cubrir el centro y aprovechar mayor superficie para locales. Sin embargo, del dibujo se deduce que los postes —asociados con armaduras— no correspondían con los ejes de carga de los muros, y las pilastras mencionadas, aunque sí se representaron en las fachadas, no se dibujaron en la planta.²⁷

El dibujo denota una formación escolar de academia, si bien no se mencionan detalles de la cubierta,

que, suponemos, tendría que construirse con armadura de madera; llama la atención, por cierto, la ausencia de pretil en la fachada. Algunos investigadores han ubicado a Camilo E. Pani como titulado en la Ciudad de México, en el programa de ingeniero-arquitecto, y también como miembro de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México. Como dato curioso que habla de su vida más privada, en Ciudad Juárez Pani se dedicaba a la venta de perros san bernardo, gatos de angora, liebres belgas, gallos ingleses de pelea y palomas mensajeras; ofrecía estos servicios en el diario *El Hogar*, publicación financiada e impresa por la Escuela Particular de Agricultura.²⁸

Este mercado recibió el nombre de La Reforma, y es difícil saber o asegurar si llegó a construirse algo conforme a aquel plan. Lo único que sabemos es que más adelante, hacia 1904, volvió a girarse correspondencia con motivo de la construcción de otro nuevo mercado, pero en un contexto distinto.

²⁶ *Idem.*

²⁷ *Idem.*

²⁸ *El Hogar*, vol. II, núm. 6, junio de 1900.

Ahora sí parecía que se emprendería la obra, aunque para esto de seguro se recurrió al pago directo y no se elaboraron convenios de obra y usufructo del servicio. El breve expediente es interesante por varias razones.²⁹ La primera es que no contiene planos arquitectónicos como tales, sino un conjunto de croquis improvisados que dan la impresión de haber sido hechos por técnicos o constructores. Es difícil asegurar algo concreto y absoluto al respecto. Lo cierto es que la obra propusieron hacerla Ernesto Vizcaíno, dueño de un taller de carrocería de la ciudad, y Gregorio Martínez, quien probablemente era carpintero o albañil.

Los dibujos merecen varios comentarios. Pareciera que a través de líneas improvisadas los constructores intentaran resolver dos problemas: el aspecto de las fachadas y la solución de la cubierta (figuras 4 y 5).³⁰ Las especificaciones de la obra sugieren decisiones de técnicos antes que un proyecto arquitectónico como tal; tales obras contemplan tareas y decisiones de prácticos como las siguientes: una arquería de ladrillo con espesor de 24 × 24 pulgadas “[...] en la proporción que permiten las condiciones del terreno, construyéndose de adobe las paredes superiores sobre la arquería hasta la altura que reciba el techo”.

En otro caso, se indica lo siguiente sobre el interior:

[...] será de adobe la pared interior abriéndosele entradas revestidas artísticamente, de madera según diseño que se acompaña, para que a la vez que evite la destrucción por el movimiento de transeúntes, dé un aspecto de agradable efecto a la vista.

Por último, el detalle de la techumbre resuelve al mismo tiempo varios problemas:

[...] el techo será de lámina de hierro acanalada, sobre un armazón de madera resistente y con sus respectivos ajustes en la forma demostrada en el croquis adjunto, llevando como adorno una cornisa de madera volada de 14 pulgadas que a la vez que da una bonita vista, arroja la caída de aguas de lluvia a mayor distancia.³¹

Los croquis y comentarios sugieren varias cosas, como la posibilidad de techar el patio interior, pero también cierta reflexión para abrir más vanos en las fachadas. Probablemente se trata de una modificación que se decidió sobre la marcha o inmediatamente después de construido el mercado (figuras 4 y 5).

Este mercado, que en efecto se construyó, recibió el nombre de Luis Terrazas en honor del gobernador de Chihuahua. Algunas fotografías e ilustraciones de la época sugieren que durante un tiempo el patio interior se mantuvo sin techar, como parece que se concibió en origen. Pero luego, en algún momento aún indeterminado, debió colocarse la techumbre; esto puede inferirse a partir de la fecha de la fotografía, tomada tres años antes del incendio y reconstrucción (figura 6). También es difícil ser concluyente en esto, ya que probablemente la fecha de la fotografía sea equivocada.

Unos años más adelante ocurrió un incendio que dañó el mercado Luis Terrazas, y el Ayuntamiento emitió una convocatoria para que constructores o técnicos presentaran propuestas para su reconstrucción. Por parte del Ayuntamiento se elaboraron especificaciones claras y se invitó a que los técnicos llevaran propuestas de costo, que desde luego implicaban varios detalles diferentes entre sí.³² Al ingeniero Manuel María Mendiola le tocó el papel de dictaminar sobre la mejor de las tres propuestas

²⁹ “Relativo a la construcción de un mercado público en esta Ciudad, Ciudad Juárez, 1904”, AHCI, PYT, c. 84, exp. 2.

³⁰ *Idem*.

³¹ *Idem*.

³² “Reconstrucción del mercado Luis Terrazas, Ciudad Juárez, 1908”, AHCI, PYT, c. 128, exp. 2.

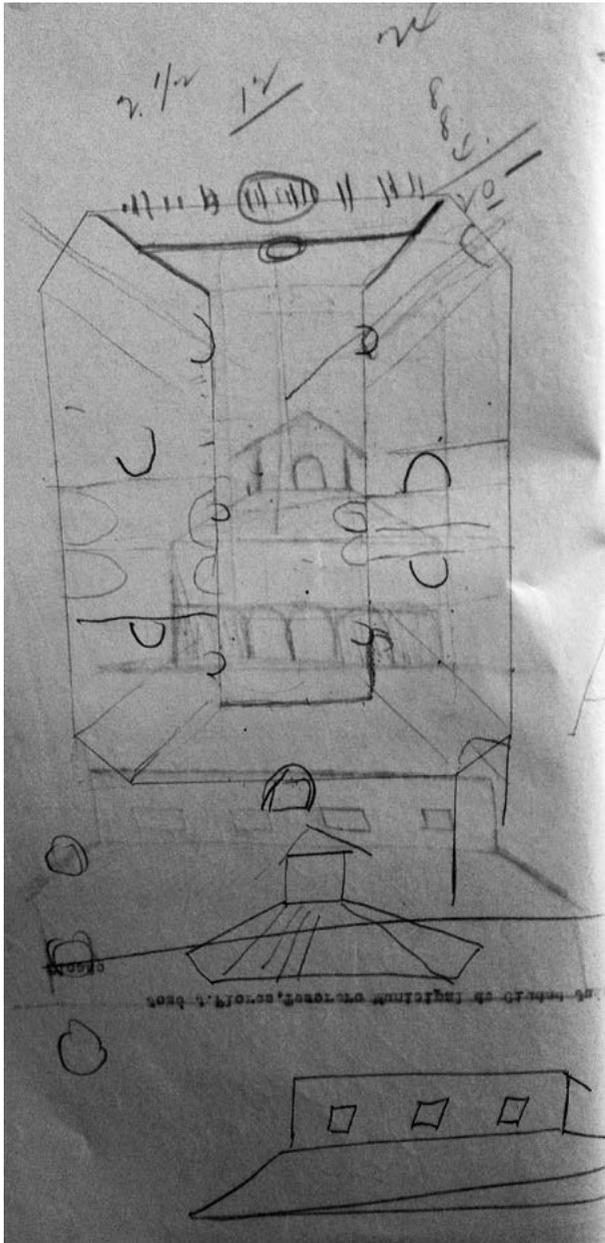


Figura 4. Croquis del expediente del mercado Luis Terrazas. Fuente: AHCI, PYT, c. 84, exp. 2.

que se presentaron, elaboradas por Gregorio Martínez —constructor involucrado en la primera obra—, por Herbert Scholfield y por Robert Simpson.

Las propuestas no se ajustaron por completo a las especificaciones preparadas por alguna comisión del Ayuntamiento, pues introdujeron variaciones sensi-

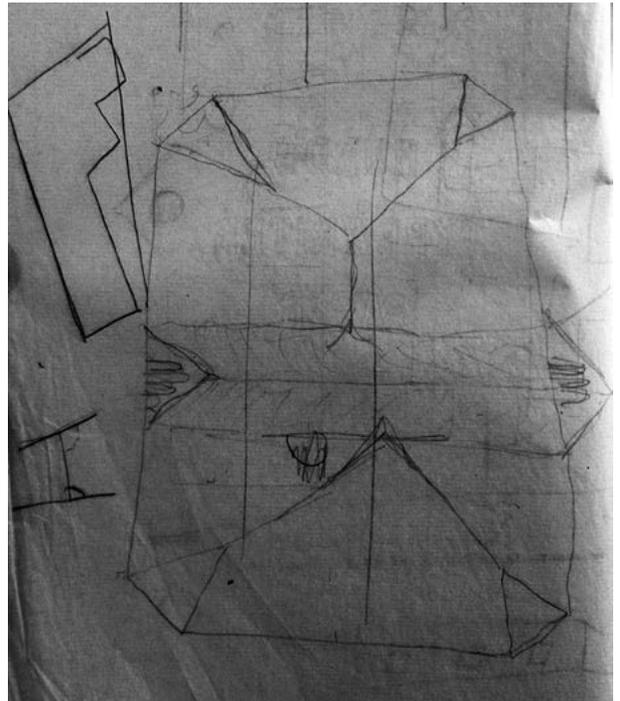


Figura 5. Croquis de la techumbre del mercado Luis Terrazas. Fuente: AHCI, PYT, c. 84, exp. 2.

bles a ciertas soluciones respecto a secciones de perfiles y modalidades de apoyos. El presupuesto y trabajos que parecieron más convenientes fueron los de Scholfield, quizá porque planteaba una cubierta más segura y contemplaba colocar gruesos pilares adosados a los muros, en el perímetro interior del patio.

La propuesta de Martínez, por el contrario, no contemplaba tirantes, y las secciones usadas son de dimensión menor en comparación con las demás propuestas; claramente era una propuesta más ligera en peso, pero también dudosa en su refuerzo (figura 7). Llama la atención el dibujo de Martínez contenido en el expediente, pues sugiere una resolución de aspectos constructivos hechos por un práctico.³³ Otro aspecto interesante es que varios técnicos mencionaron la dificultad del trabajo: en primer lugar los muros eran demasiado esbeltos para el peso total de la estructura de madera.

³³ *Idem.*



Figura 6. Techumbre del mercado Luis Terrazas. Fuente: Biblioteca Central-UACJ, colecciones especiales.

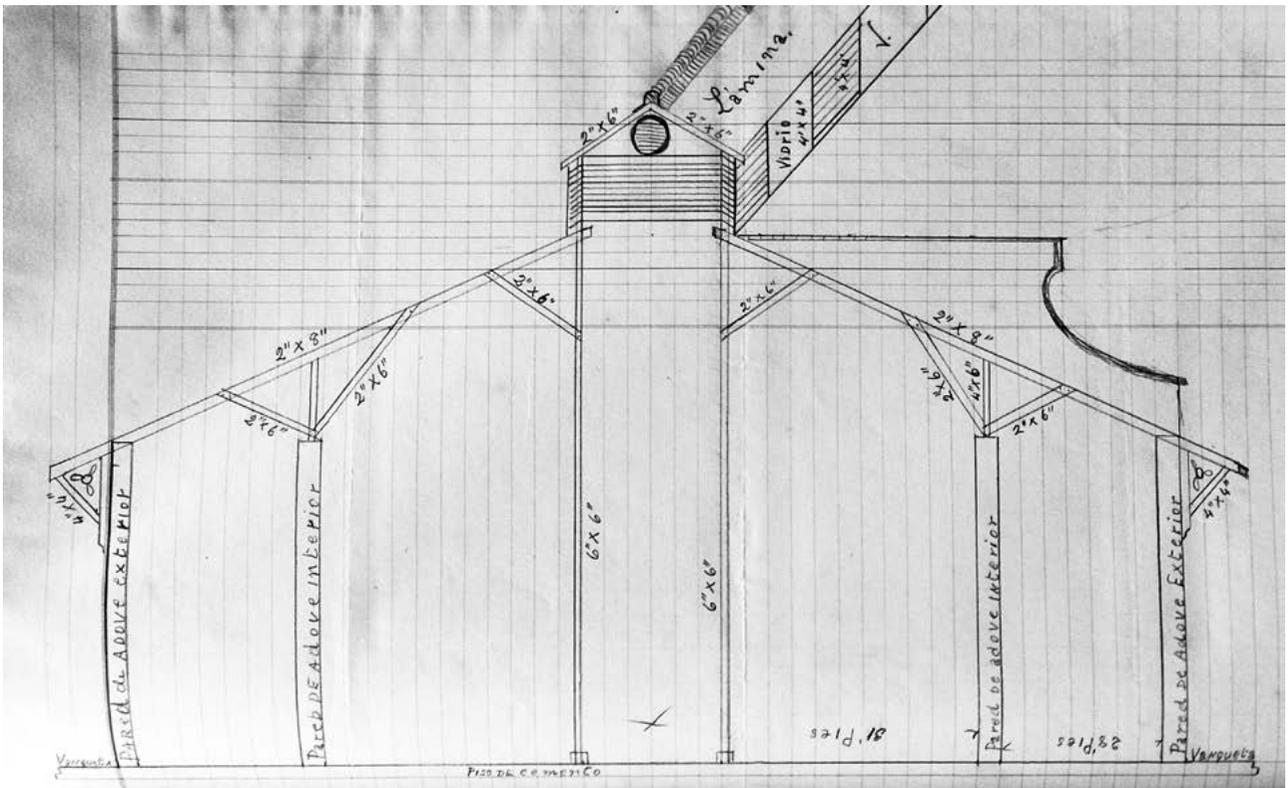


Figura 7. Croquis de solución técnica de techumbre. Elaborado por Gregorio Martínez. Fuente: AHJ, PYT, c. 128, exp. 2.

Lo último que llama la atención es que el costo total del mercado se había calculado años atrás en 12 000 pesos, y el de la reparación después del incendio se hizo por 11 800 pesos. También podemos elucubrar en torno a que, a pesar de que El Paso constituía uno de los mayores sitios de tráfico de materiales modernos, la opción de construcción y reconstrucción del mercado adoptó prácticas tradicionales de adoberos y carpinteros. Probablemente pensar en una estructura metálica estaba fuera de lugar, pues habría requerido otro tipo de muros.

Un par de problemas de historia social del constructor

La disciplina denominada “historia de la construcción”, además de ocuparse de materiales, sistemas de construcción y mano de obra, pone atención en otros ámbitos relacionados. Entre estos últimos puede mencionarse la aproximación a las dinámicas sociales, tanto en el rubro de la profesionalización como en las interrelaciones con la economía de los lugares.

El primer aspecto guarda relación con la historia de las profesiones, que en cierto modo es un viejo tipo de estudio; el segundo, por el contrario, acude a las ciencias sociales y se caracteriza por el dinamismo de sus reflexiones teóricas. Por otro lado es necesario reconocer que estos ámbitos han quedado abordados dentro de lo que anteriormente se llamaba “historia de la tecnología”.

El problema de investigar la historia de la construcción en una región como Paso del Norte tiene que pasar por reconocer la falta de estudios recientes. No se cuenta con una historia de la arquitectura ni del urbanismo, y sólo existen varios intentos por configurar historias generales o sobre perspectivas especiales, como el control de la tierra, y cuando mucho la mención a monumentos excepcionales. ¿Debe privilegiarse en estas circunstancias la adop-

ción de un encuadre teórico antes que reunir los datos para contrastarlos mediante criterios simples?

Sin embargo, una condición que los historiadores han señalado para Paso del Norte es su forzada y constante adaptación en el tiempo a circunstancias que no se originaron en la ciudad. En primer lugar, el fracaso de la ocupación española en Santa Fe de Nuevo México obligó a Paso del Norte a recibir un contingente bastante crecido de refugiados que huían de los embates del indio pueblo. Luego, sin exagerar en las épocas de carencia, puede comentarse el trazo de la línea internacional con Estados Unidos, con lo cual la ciudad se convirtió en un lugar estratégico desde varios puntos de vista, lo mismo central que subsidiario.

Desde el punto de vista de la historia política, Paso del Norte recibió al primer presidente republicano en su escape de los ejércitos imperiales, y esto tuvo varias consecuencias concretas; asimismo provocó un influjo enorme para que, al iniciarse el siglo xx, la ciudad —todavía un puñado de casas centrales y muchas huertas y campos de cultivo surcados por caminos y canales— fuera la sede de la conferencia entre William Taft y Porfirio Díaz, para lo cual hubo que embellecerse o modernizarse. Y fue la sede también para la negociación de la salida de Porfirio Díaz del país, así como de la desastrosa “toma de Ciudad Juárez”, que resultó en una destrucción de edificios sin precedentes entre las ciudades de la frontera.

Aunque nunca fue pensada como tal, la ciudad ha debido adaptarse en el tiempo a las circunstancias que se han cernido sobre ella, y esto probablemente hable de que la gente en esta región —recorremos: un vergel u oasis rodeado de desierto en todas direcciones— sobre todo ha experimentado mucho frente a tales oportunidades o retos, pero con poca visión a mediano plazo, siempre respondiendo a desafíos. Parece necesario, por lo tanto, investigar y escribir sobre los fracasos técnicos.

En cierto modo el perfil de los técnicos en la ciudad refleja esa versatilidad en torno a oficios tradicionales, titulaciones, obras y tareas. Desde el punto de vista de las obras del mercado, puede comentarse la constante improvisación y falta de un plan general con miras a un mediano plazo. La desaparición del “monumento” en nuestros días sugiere confrontación con la muerte, y no la vida que promocionaban los académicos ilustrados.

Aproximaciones a la “cultura de la construcción” —o cultura de la edificación, que merecería discusión—, como la que debemos a Howard Davis, sugieren que existen culturas constructivas sanas y malsanas; un criterio para distinguir entre ambas está dado por las relaciones cercanas o lejanas que se establecen entre quienes tienen la capacidad técnica para resolver los problemas y quienes enuncian o dan forma a las necesidades.

En medio de estos dos extremos operan distintos componentes, como los contratistas, dibujantes o los arquitectos, que permiten que la información y el saber fluyan o no. O que ciertos dibujos tengan en cuenta las implicaciones técnicas, desde el punto de vista de la fabricación del material o elecciones tecnológicas.³⁴

En un sentido parecido, podemos mencionar las formulaciones sobre la cultura de la construcción de Tom F. Peters (1989). De acuerdo con un conocido estudio que publicó en la década de 1980, la filosofía pragmatista del estadounidense tiene un reflejo en la manera de acometer la solución de problemas técnicos. Al contrario del europeo, quien formula primero un gran plan y toma decisiones sobre el tipo de elementos y conexiones —ordenando el entorno de sus industrias—, el estadounidense procede con elementos de menor tamaño y explora las posibilidades de las conexiones sobre la marcha.³⁵

En Paso del Norte la voz sonante parece haberla tenido quienes comprendían mejor el delicado equilibrio entre tierra y agua, porque sabían resolver problemas de acequias y pendientes para riego. Y la construcción parece que fue un saber de todos los días, pues aunque muchas veces se mencionaron arquitectos e ingenieros, también existen muchos practicantes involucrados en las obras.

Este texto apenas propone un primer panorama de un tema muy grande y apasionante que debe deshacerse de las tradiciones nacionales de un “no sé qué”: un “no sé qué” que le sirvió a Benito Feijoo para referirse a ciertos gestos expresivos de las obras construidas.



³⁴ Howard Davis, *The Culture of Building*, Oxford, Oxford University Press, 2006.

³⁵ Tom F. Peters, “An American Culture of Construction”, *Perspecta*, núm. 25, 1989, pp. 142-161.

El puente Maximiliano del ferrocarril mexicano. Diseños preliminares para el puente de Metlac

Fecha de recepción: 31 de julio de 2018

Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2018

El diseño del puente de Metlac en el recorrido del ferrocarril mexicano —construido entre 1837 y 1873— era un reto para los ingenieros, pues había que cruzar una barranca que, al cruzarla en línea recta, tiene una latitud de 275 m y 115 m de profundidad, en un ambiente tropical y accidentado. La búsqueda de soluciones originó una discusión profesional sobre el mejor tipo de construcción, que involucró a ingenieros mexicanos, franceses, estadounidenses y británicos. La presentación de estructuras factibles se inició durante la Intervención francesa (1862-1863), continuó durante el Imperio de Maximiliano (1864-1867) y terminó una vez establecido el régimen republicano restaurado de Benito Juárez, quien por desgracia falleció poco antes de la inauguración de este puente: el último enlace que completaba el ferrocarril mexicano. Partiendo de una propuesta de 1866, aquí se presentan y discuten las ideas y propuestas de los ingenieros involucrados en el proyecto, todos ellos observados con curiosidad por expertos internacionales.

Palabras clave: puentes de hierro, ferrocarril, ingenieros, siglo XIX, México.

The design and construction of the Metlac Bridge on the Mexican Railway route (built between 1837 and 1873) was a challenge for the engineers involved, since it was necessary to cross a ravine with a latitude of 275 m and 115 m of depth in a straight line in the midst of rugged tropical terrain. The search for possible solutions to the problem led to an extensive professional discussion on the best structural design and type of construction. Mexican and French engineers, as well as those from the United States and Great Britain were involved. The presentation of feasible structures began at the time of the French intervention (1862–1863), continued during Maximilian's empire (1864–1867), and finally ended after the Restored Republic, established by Benito Juarez who died shortly before the inauguration of the Metlac Bridge as the last missing link on the Mexican Railway. Starting from the initial design first made in 1866 this essay presents and discusses the many ideas and proposals of the engineers involved in the project, all of them observed with curiosity by international experts.

Keywords: iron bridges, railway, engineers, 19th century, Mexico.

El trayecto más difícil e impresionante del ferrocarril mexicano —Ferrocarri- les Nacionales de México, construido entre 1837 y 1873— parte de la orilla del mar y llega, después de recorrer 203 km, al Altiplano, salvando 2433 m de altura. Se construyó principalmente entre 1858 y 1873, y requirió de 39 puentes y 16 túneles bajo condiciones que precisaban soluciones audaces en un paisaje difícil de dominar, pero a la vez —único consuelo para los constructores— de una belleza natural excepcional. La construcción de estos puentes y túneles representa el legado de los ingenieros que diseñaron el trayecto y demuestra la cooperación internacional, ya que discutieron sus ideas entre ellos, manifestándolas en cartas, diarios e informes. Ambas

* Deutsches Museum, Múnich, Alemania.

características, la audacia de las construcciones y lo pintoresco del paisaje han inspirado asimismo a artistas y pintores a realizar obras destacadas.¹

El puente más audaz y más comentado en el ámbito de los ingenieros civiles de la época se ubica en la barranca del río Metlac, entre los km 115.69 y 121.69, que era el obstáculo más complejo que había que atravesar en todo el trayecto: cruzándolo en línea recta, el valle tiene una latitud de 275 m y 115 m de profundidad; un verdadero reto para los ingenieros. La presentación de estructuras factibles se inició en la época de la Intervención francesa (1862-1863), siguió durante el Imperio de Maximiliano I (1864-1867) —que será el enfoque de este ensayo— y terminó una vez establecido el régimen republicano restaurado de Benito Juárez.

El puente de Metlac se encuentra hoy entre las estaciones de Balastlera y el Sumidero, un tramo de ferrocarril que desde 1982 está fuera de servicio. El camino nuevo se separa del antiguo poco antes de llegar al pueblo de Sumidero, donde, pasando una curva, se abre la barranca de Metlac, ahora atravesado por un puente recto y gigantesco. Antiguamente allí se iniciaba la parte más interesante y pintoresca de la ruta hasta llegar a Fortín (km 114.6), donde la vía histórica se vuelve a juntar con la moderna.

El ferrocarril mexicano en tiempos de la llegada de Maximiliano I

La construcción del camino ferrocarrilero se forzó a partir de 1863, en especial debido a las exigencias militares² durante la invasión francesa que desembocó en la instalación del Imperio de Maximiliano I. De modo que el 15 de agosto de 1863 se pudo inaugurar el pri-

mer tramo del ferrocarril mexicano, que llegó hasta la estación de La Soledad, mientras que el puente de La Soledad se entregó al tráfico casi un año más tarde, el 3 de mayo de 1864, pocas semanas antes de la llegada de Maximiliano (1832-1867) a Veracruz, el 29 de mayo. En la inauguración del puente de La Soledad estaban presentes tanto los ingenieros estadounidenses como los franceses, pues ambos estaban encargados de la construcción.³ El 16 de octubre de 1864 se pusieron oficialmente en servicio los 62 km de ferrocarril entre el puerto de Veracruz y Camarón.⁴

Cuando aún residía en Miramar, el futuro emperador Maximiliano ya le daba gran importancia al proyecto del ferrocarril mexicano, que naturalmente se llamaría “Ferrocarril Imperial” durante su regencia, de manera que a finales de 1863 se puso en contacto con los empresarios mexicanos Escandón, quienes estaban en Londres, para apoyar su búsqueda de un contratista británico. En una de sus cartas, Maximiliano opina que “sin ferrocarril de México a Veracruz la ciudad de México no será una verdadera capital”.⁵

Durante el Imperio de Maximiliano I la concesión para la construcción del ferrocarril pasó a manos de la Compañía Limitada de Ferrocarril Imperial Mexicano, que en junio de 1867 terminó de construir el tramo de 76 km que partía del puerto de Veracruz hasta Paso del Macho, así como el tramo de la Villa de Guadalupe, que se podía prolongar hasta Apizaco, llegando a 139 km totales. Además se habían adelantado los trabajos en terraplenes por ambos extremos, preparando la construcción de las vías restantes.

Los ingenieros ante la globalización emergente

La fase decisiva de la construcción del ferrocarril mexicano se inició unos años antes de la Interven-

¹ Dirk Bühler, “La construcción del ferrocarril mexicano (1837-1873), arte e ingeniería”, *Boletín de Monumentos Históricos*, 3ª época, núm. 18, enero-abril de 2010, pp. 78-95.

² John Gresham Chapman, *La construcción del ferrocarril mexicano*, México, SEP (SepSetentas, 209), 1975, pp. 88-92.

³ D. Bühler, *op. cit.*, p. 82.

⁴ J. G. Chapman, *op. cit.*, pp. 96.

⁵ *Ibidem*, pp. 86-87.

ción francesa, cuando, en diciembre de 1857, el empresario Antonio Escandón contrató al estadounidense Andrew Talcott (1797-1890) para ejecutar un levantamiento topográfico de la posible ruta sur que pasaría por Orizaba, mientras que la ruta del norte, pasando por Jalapa, había sido estudiada con antelación por el ingeniero mexicano don Pascual Almazón.

Talcott había estudiado entre 1815 y 1818 en la academia militar de West Point, en Nueva York, donde se graduó como ingeniero militar. En 1824 participó en la construcción de Fort Adams, Rhode Island. Se convirtió en un hombre prestigioso cuando refinó el método para determinar la latitud del astrónomo danés Peder Horrebow (1679-1764). Trabajó como ingeniero supervisor en la construcción de los Hampton Roads, en Fort Calhoun y Fort Monroe. Hizo el levantamiento topográfico de la frontera entre Ohio y Michigan en 1835 y del estuario del Misisipi en 1839. Era supervisor del Richmond and Danville Railroad en 1849 e ingeniero del Ohio and Mississippi Railroad antes de viajar a México.

Talcott arribó a Veracruz el 4 de enero de 1858. Trabajó con tres asistentes personales⁶ y además tenía una brigada de trabajo bajo la dirección de M. Evory Lions y otra bajo la de Robert B. Gorsuch. Al cumplir su contrato con los Escandón, en 1859 estaba de regreso en Estados Unidos. Volvió a México en 1862, donde trabajó hasta 1867 junto con tres de sus hijos.

Durante la invasión francesa y el Imperio de Maximiliano trabajaron también ingenieros franceses como Charles de Sansac⁷ en la construcción del ferrocarril. Sin embargo, en la nómina de los Escandón también se encontró a un alemán, nacionalizado estadounidense en 1852: Sebastian Wimmer, autor del puente que lleva su nombre. Maximiliano lo en-

contró en Maltrata el 29 de abril 1865 durante una de las visitas que hizo a la obra y lo comprometió como guía y traductor para su esposa Carlota durante su viaje.⁸ Desafortunadamente aún no sabemos mucho sobre la vida de estos ingenieros; de Sebastian Wimmer sólo tenemos algunos datos biográficos,⁹ y sabemos que escribió un diario, citado por Low¹⁰, si bien aún no se ha encontrado el original completo.

Con William Lloyd (1822-1905), autor del plano para el puente Maximiliano, en 1864 se sumó un ingeniero británico al equipo multinacional para la construcción del ferrocarril. En 1838, a los 16 años edad, Lloyd entró a trabajar en la empresa del ingeniero y escritor Joseph Gibbs (1798-1864), en Londres, con un contrato de cuatro años como aprendiz de ingeniería. Trabajó en obras de ferrocarril en Francia de 1842 a 1843, y en la oficina de Robert Stevenson entre 1843 y 1848. Los hermanos Stephenson, Thomas Baring y otros miembros de la poderosa Institution of Civil Engineers (ICE) en Londres lo propusieron en 1863 como *chief engineer* en el gobierno de Chile. En 1864 recibió la medalla de oro del ICE y la medalla Telford por su trabajo para el ferrocarril chileno. En el mismo año se trasladó a México, esta vez sin su familia, que aún lo acompañaba en su viaje a Chile, y se reunió con Talcott en Córdoba, Veracruz. Describió la barranca de Metlac y dijo que el viaducto tenía que ser casi tan alto como la catedral de St. Paul de Londres.¹¹ En noviembre de 1864 se reunió por primera vez con el emperador Maximiliano I, quien había llegado apenas cinco meses atrás. No obstante, en la descripción de sus memorias no hizo referencia al

⁸ Emile Low, "A Review of the Report of Andrew Talcott...", en *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, paper 1371, núm. LXXX, diciembre de 1916, p. 1605.

⁹ D. Bühler, *op. cit.*, p. 88.

¹⁰ E. Low, *op. cit.*, pp. 1605-1607.

¹¹ William Lloyd, *A Railway Pioneer: Notes by a Civil Engineer in Europe and America from 1838 to 1888*, Londres, Baines & Scarsbrook, 1900, p. 97.

⁶ Francisco Garma Franco, *Railroads in Mexico —An Illustrated History—*, vol. I, Denver, Sundance Books, 1985, p. 27.

⁷ D. Bühler, *op. cit.*, p. 82.

puente que proyectó, sino que tan sólo se refirió a la puesta de la piedra fundamental¹² del puente tubular propuesto por Fairbairn, que finalmente no se construyó a causa del temblor. Al haber cumplido su misión en México, trabajó de nuevo en Chile, Argentina y California antes de volver en definitiva a Gran Bretaña en 1888.

Hay que considerar que en el mismo año de la llegada de Andrew Talcott a México también lo hizo un italiano, Francisco Javier Cavallari (1809-1896), para ocupar en 1857 el puesto como director de Arquitectura de la Academia de San Carlos. Allí instaló la nueva carrera de ingeniero civil, al lado de la ya existente de arquitectura, y reorganizó los planes de estudio de ambas profesiones.¹³ La carrera de ingeniero civil duraba seis años y contemplaba clases de construcción de “camino comunes y de fierro”.¹⁴ Cavallari había traído material de estudio de Italia, pero siguió comprando libros de ingeniería como los de Belidor (*Arquitectura hidráulica*), Viollet le Duc (*Diccionario razonado de arquitectura*), Rondelet (*El arte de construir*) y el famoso libro de Perronet (...*sobre el puente de Neuilly*), que encargó en París, los cuales llegaron en febrero de 1859.¹⁵ Para crear material didáctico adicional, también consiguió un plano del ferrocarril “de Veracruz” que encargó copiar minuciosamente a cuatro de sus alumnos como ejercicio.¹⁶ El primer examen profesional con un “proyecto de una línea de fierro” lo solicitó Ramón de Ibarrola el 13 de febrero de 1862.¹⁷ Siguió muchos exámenes más que se enfocaron en el tema ferrocarrilero, el cual era muy

solicitado. Aún no se ha podido estudiar de manera suficiente quiénes de los egresados de la carrera de ingeniería civil se incorporaron al equipo ferrocarrilero republicano e imperial.

Estas corrientes nuevas tanto en la educación de los ingenieros civiles¹⁸ como en la contratación de equipos integrados por especialistas de diferentes países para el diseño y la construcción del ferrocarril, fueron tan sólo un preludio que marcó el inicio de la primera época de globalización: estos ingenieros no sólo formaron sus propias redes de intercambio profesional e información técnica en un mundo siempre mejor comunicado, sino que fueron precursores, mejor dicho pioneros, de una “época que se caracterizó por la revolución de los medios de transporte y de comunicación”, la cual se extendió como la primera globalización en la economía mundial a partir de 1870, hasta la Gran Depresión iniciada en 1929.¹⁹ De modo que no eran sólo los comerciantes, banqueros y empresarios quienes formaban parte de este movimiento, sino, sobre todo, los ingenieros, que con sus obras en esta fase inicial abrieron el camino hacia un nuevo sistema económico mundial.²⁰

El puente Maximiliano: la propuesta del ingeniero Lloyd

Un diseño espectacular y sin precedentes en la construcción del puente de Metlac surgió en 1865, promovido por el ingeniero William Lloyd, quien se encargó de la construcción del ferrocarril mexicano en 1864, en plena época del Segundo Imperio de Maximiliano I en México. Aunque este diseño nunca llegó a realizarse, vale la pena enfocar tanto al inventor como al diseño innovador de la propuesta.

¹² *Ibidem*, p. 114.

¹³ Leopoldo Rodríguez Morales, *El campo del constructor en el siglo XIX*, México, INAH, 2012, p. 219.

¹⁴ Manuel Francisco Álvarez, *El Dr. Cavallari y la carrera de ingeniería civil en México*, México, A. Carranza y Comp. Impresores, 1906, p. 11.

¹⁵ Eduardo Báez Macías, *Guía del Archivo de la Antigua Academia de San Carlos*, México, IIE-UNAM, 1976, pp. 189-190.

¹⁶ M. F. Álvarez, *op. cit.*, p. 26.

¹⁷ E. Báez Macías, *op. cit.*, p. 169.

¹⁸ L. Rodríguez Morales, *op. cit.*

¹⁹ Sandra Kuntz-Ficker y Reinhard Liehr (eds.), *Estudios sobre la historia económica de México*, México, El Colegio de México, 2014, pp. 7-8.

²⁰ *Ibidem*, p. 17.

Hasta la fecha tenemos tres referencias del diseño de William Lloyd para el puente de Metlac: la primera y más importante es un plano acotado de 62 × 90 cm de extensión, dibujado a una escala de 40 pies por 1 pulgada (correspondiente a 1:480 m), la cual se guarda en el archivo del ferrocarril en Puebla.²¹ En la esquina inferior derecha el plano muestra una firma escrita a mano por “William Lloyd Civil Engineer”, y está fechado: “London September 1865”. No obstante, la leyenda en la esquina superior derecha de la hoja lo denomina: “Drawing N° 1”, fechado así en letras de plantilla: “August 1866”. Parece que esta fecha se agregó posteriormente a la firma a mano de Lloyd, cuando se le añadió —probablemente al autorizarse el plano por el emperador— la siguiente leyenda, también escrita con letras de planilla de diferentes estilos gráficos: “Imperial Mexican Railway” y “Puente Maximiliano over the ravine de Metlac”.

La escala gráfica en el margen inferior de la hoja está dibujada con regla y lleva la explicación “Scale 40 feet to an Inch”, escrita a mano por el propio Lloyd, cuya letra aparece en el mismo dibujo donde se corrige la línea que corta el suelo, indicando: “the red line is the proper position of the section of the ground” (la línea roja es la posición correcta de la sección del terreno). Este plano es acotado y presenta un puente en planta y alzado con un total de tres vanos iguales: dos laterales y uno central, cada uno de 96 m de envergadura, apoyados en dos pilares monumentales en medio, construidos sobre una base ancha que se adelgaza hasta arriba, una estructura de barras de hierro tubulares que en la parte alta forman un *cantilever* o una ménsula. En los espacios abiertos entre las ménsulas del *cantilever* se ponen vigas que se suspenden de un arco, arrios-

²¹ Plano y fotografía del Museo Nacional de los Ferrocarriles Mexicanos-Centro Nacional para la Preservación del Patrimonio Cultural Ferrocarrilero-Planoteca del Centro de Documentación e Investigación Ferroviarias (CEDIF).

trado por un entramado. Se trata de un puente sumamente estético, con la apariencia de tres arcos conectados entre sí por una línea ondulada y suspendidos en el aire (figura 1).

La propuesta de Lloyd comentada en una carta entre ingenieros

El segundo documento es tal vez el más revelador: se trata de la segunda parte de la carta²² que escribió Charles Gratiot Talcott (1834-1867), uno de los tres hijos que acompañaron a Andrew Talcott en su regreso a México en 1862, que legó su correspondencia con su amigo Alfred Landon Rives (1830-1903), un ilustre ingeniero estadounidense de raíces francesas graduado en 1854 en la famosa Ecole des Ponts et Chaussées de París. Era íntimo amigo de la familia Talcott, pero había rechazado la oferta de los Escandón de unirse al equipo de Talcott y decidió seguir una carrera muy exitosa en Estados Unidos.

En esta carta del 17 de mayo de 1866 hay una descripción y evaluación detalladas del proyecto que comparte con su amigo. Ilustra su correspondencia con un dibujo técnico, delineado a mano, sin regla (figura 2):

El puente de Metlac tiene que ser único. Lloyd encargó un plano en Inglaterra, pero dice que después de que dejó atrás al dibujante que había empleado para llevar a cabo su diseño, el dibujante reclamó el mérito de haberlo originado y lo patentó. Por lo tanto, Lloyd encargó otro diseño distinto al anterior. Entre nosotros: yo no creo que pueda idear un plan por sí mismo. Voy a describir el diseño definitivo y te comento

²² Carta de Charles G. Talcott a Alfred L. Rives, fechada el 17 de mayo de 1866, Durham, Alfred Landon Rives Papers, David M. Rubenstein Rare Book & Manuscript Library/Duke University. En la carta, agradece el apoyo y la ayuda de Dario Gasparini de la Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio.

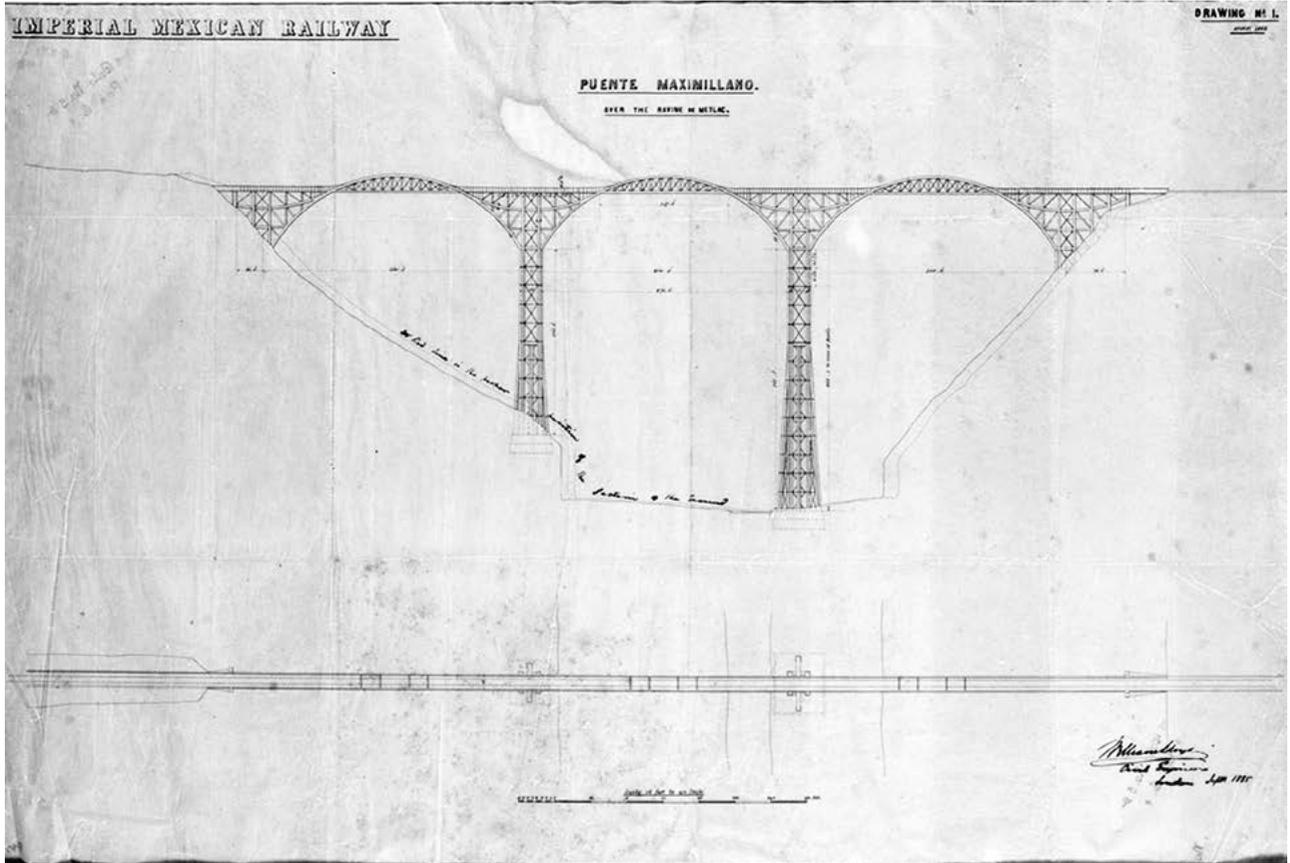


Figura 1. Plano del ingeniero Lloyd del puente de Metlac. Fuente: Planoteca del CEDIF del Museo Nacional de los Ferrocarriles Mexicanos, Puebla.

su idea sobre el segundo. La apertura es de 950 pies, la altura de 400 pies y el problema más difícil de resolver son los costos de las cimbras “comunes y corrientes” que cuestan tanto como todo el puente. Esto se ha evitado en Inglaterra por ensamblar el entramado en el suelo y elevarlo a su lugar definitivo como en el caso del puente de Britannia [en uso desde 1850] y el de Saltash [en uso desde 1859] y otros puentes. La disposición del valle aquí hace que este método no pueda ser empleado, a menos tal vez por la luz central al hacer los tramos cortos, digamos de 60 pies.²³

Después de una descripción detallada de las posibilidades de construcción, prosigue:

El plan que tenía [Lloyd] para el Metlac era construir dos pilares de hierro forjado en medio de la barranca con 30 pies en la base y apoyar el puente a ambos lados en las rocas. En ambos lados de cada pilar y en los apoyos laterales se construirían enormes voladizos sobre ménsulas de unos 80 o 100 pies. Para cerrar la abertura —ahora reducida— entre las ménsulas se pueden ensamblar las vigas en el suelo y levantarlas en su lugar con cabrestantes o balancearse en su lugar desde arriba con grúas.²⁴

La segunda idea de Lloyd para construir el puente considera una manera un poco diferente a la primera, al intentar colocar la viga principal con grúas

²³ *Ibidem*, f. 8 (transcripción y traducción de Dirk Bühler).

²⁴ *Idem*.

8

This last plan has succeeded perfectly, where one span was over 250 feet & the total length of bridging over 500 feet, but I am afraid that a deep cut in a curve at one end of the Mellac would make this method inevitable in this case -

Plan No. 1 for the Mellac was to build two pieces of wrought iron, 80 feet by 30 feet at base & abutments of stone perched on the rocks on either side - to build out from each abutment & from each side of both pieces enormous cantilevers or brackets projecting about 80 or 100 feet & then to bridge the reduced opening with a girder run into place as described in method 3, or swung across the opening with cranes - when finished the bridge would be this -

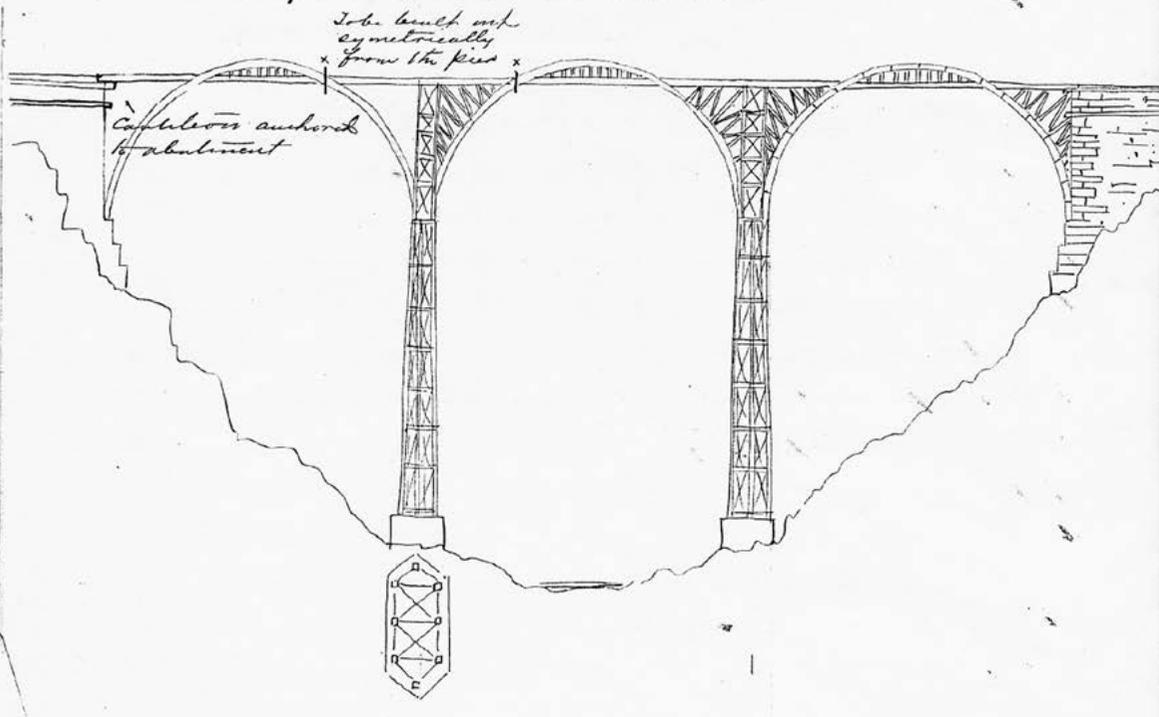


Figura 2. Página 8 de la carta de Charles G. Talcott a Alfred L. Rives, fechada el 17 de mayo de 1866. Fuente: Durham, Alfred Landon Rives Papers, David M. Rubenstein Rare Book & Manuscript Library/Duke University.

sólo desde el nivel superior del puente. Charles Talcott anota:

Este plan es casi idéntico al otro, pero el puente presentará un aspecto ligeramente diferente y se supone que [Lloyd] espera estar en condiciones de presentar el sistema de construcción en alguna forma que se evite la patente [de su dibujante]. Estoy dispuesto a pensar que hay alguna posibilidad de superar este obstáculo mejor que cualquiera de las dos propuestas y si todo el asunto no estaba en manos de los contratistas representaría un problema interesante, pero como están las cosas tomo muy poco interés en el asunto.²⁵

Con este diseño Lloyd trazó un puente de máxima elegancia que habría sido único en el mundo, pero con grandes problemas de construcción, como se ve en la carta de Charles Talcott. Si los planos definitivos que se usaron para el primer intento de construcción eran los de Lloyd o del puente tubular de Andrew Talcott, aún no se ha podido comprobar.

El puente Maximiliano: una obra de arte

El tercer documento de esta propuesta se conserva en el Museo de Arte del Estado de Veracruz, en la ciudad de Orizaba.²⁶ Tal vez por su aspecto altamente estético se representó el diseño de este puente también en un grabado anónimo en metal acuarelado que mide 16.3 × 18.5 cm, con el título *Puente de la barranca de Metlac en el ferrocarril de Veracruz a Méjico*. Este grabado representa el puente idealizado en un paisaje salvaje: enfatiza en la gran altura de los pilares y en los tres arcos de hierro que se generan armónicamente y sin quebrantamiento desde la base de los pilares hasta las cimas de los

arcos. La viga principal es un entramado rectilíneo que descansa entre los arcos. Como representación artística, capta muy bien el ánimo del diseño y demuestra la popularidad del proyecto. Tanto el tamaño y la forma de producción como el grabado en metal sugieren que tal vez se trate de una tarjeta que se reprodujo para que fuera admirada por un público mayor (figura 3).

El puente Maximiliano: un diseño estructural fuera de serie

El diseño de Lloyd para el puente Maximiliano incluye dos métodos de construcción que entonces aún se hallaban en pleno desarrollo para las estructuras de hierro. Por lo tanto, no es solamente el aspecto estético excepcional, sino también el diseño estructural novedoso lo que hace de este plano un proyecto atrevido y audaz.

Apoyado en la descripción de Charles Talcott, el plano detalla un método constructivo conocido, pero todavía no desarrollado del todo para las construcciones de hierro: la construcción a voladizos sucesivos, un método en el que se prescinde de la cimbra tradicional y que, por ende, ahorra tiempo y dinero. Talcott lo describe cuando habla de montar, en primer lugar, los pilares, y seguir construyendo las ménsulas —en este caso en forma de arco— manteniendo el equilibrio al armar las ménsulas en ambos lados de los pilares a la vez. Las ménsulas en los apoyos, que tienen sólo un lado con voladizo, se anclan directamente en las rocas de los apoyos. Estas ménsulas tienen voladizos de casi 20 m de cada lado, medidas aún módicas respecto a los puentes que se construirían con voladizos de hasta 75 m y, tan sólo dos décadas más tarde, en arcos como en el viaducto de Garabit (Francia, 1884) o el puente de ferrocarril de Müngsten (Alemania, 1897), o bien en construcciones *cantilever* con casi 200 m en el puente del Firth of Forth (Escocia, 1890), como veremos.

²⁵ *Idem*.

²⁶ Fomento Cultural Banamex (ed.), *Museo de Arte del Estado de Veracruz*, México, Banamex/Gobierno del Estado de Veracruz, 2001, p. 246.

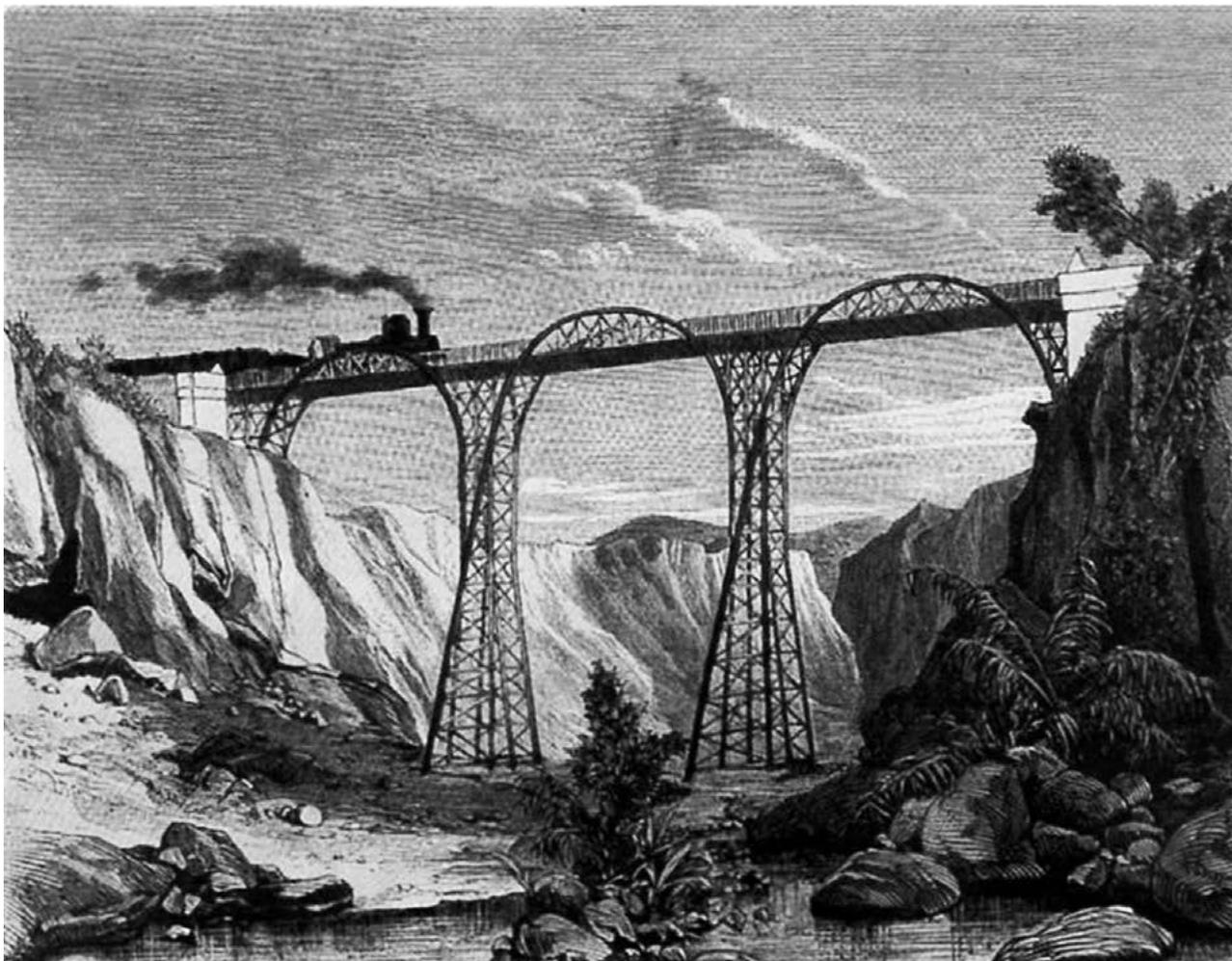


Figura 3. Anónimo, Méjico. Puente de la barranca de Metlac, en el ferrocarril de Veracruz a Méjico, grabado en metal acuarelado, 16 x 18.5 cm. Fuente: Museo de Arte del Estado de Veracruz.

El método de elevar los entramados faltantes entre los voladizos por poleas, como lo describe Talcott, era un método bien establecido desde la construcción del puente de Britannia (1850). Sin embargo, el terreno escarpado de la barranca impedía su empleo.

A la vez, el diseño anticipaba un tipo de estructura que sólo algunos años más tarde se realizaría con un fundamento científico y que más tarde generaría los puentes de hierro más grandes: el sistema *cantilever* desarrollado por el ingeniero alemán Heinrich Gerber (1832-1912). Él instaló, en vez del

cálculo estructural de una viga continua que requiere del cálculo con una ecuación indeterminada, articulaciones en la viga que facilitan tanto el cálculo estructural como la construcción de una viga en la obra. El primer puente construido por Gerber con este método fue sobre el río Meno, en Hassfurth, Alemania, en 1867 (128 m de luz). Estas estructuras, llamadas más tarde el “método *cantilever*” porque se emplean a menudo en la construcción a voladizos, tuvieron mucho éxito y se utilizaron en la construcción del famoso puente de Firth of Forth, Escocia, en 1890 (521 m de luz) y en el de Quebec, Canadá, en

1919 (549 m de luz). Naturalmente, este tipo de cálculo estructural de una “viga Gerber” o “viga articulada” aún se usa hoy en muchas estructuras, en su mayoría no tan espectaculares como los ejemplos mencionados.

Con el plano de Lloyd y la descripción de Talcott el diseño del puente Maximiliano quedó muy cerca de la solución de Gerber de vigas articuladas: en su dibujo a mano de la carta, Talcott marcó con una cruz la posición correcta que debían tener las articulaciones, sin incluirlas aún en su cálculo y diseño estructural.

El plano de Lloyd para el puente Maximiliano sobre la barranca del Metlac es, por sus muchas connotaciones estructurales e históricas, un documento invaluable para la historia de la construcción, que nos demuestra el esfuerzo común de los ingenieros en la búsqueda de soluciones técnicas innovadoras a través de sus redes de saber científico y técnico que se integran en este diseño. Finalmente este puente no llegó a construirse en México ni en ningún otro sitio del mundo, aunque su diseño parece tan grato y familiar que aquel que lo mira piensa haberlo visto en algún lado.

Otras propuestas no realizadas para el puente de Metlac: ¿un puente colgante?

Talcott menciona en su informe²⁷ de 1858 que en un principio pensó en la posibilidad de construir un puente colgante en un sitio donde el valle tiene 304 m de ancho y 106 m de elevación. Consideraba esta solución como la más económica, aunque estaba consciente de los problemas dinámicos y de flexión conocidos que ofrecen estas estructuras para el ferrocarril. Desde 1855 se había construido un puente con dimensiones similares para comunicar Estados Unidos con Canadá atravesando las catara-

²⁷ E. Low, *op. cit.*, p. 1558.

tas del Niágara, con 260 m de luz sobre una barranca de 70 m de profundidad. John August Roebling (1806-1869), uno de los pioneros de la construcción de puentes colgantes de gran envergadura y propietario de una fábrica de cables en Trenton, Nueva Jersey, tenía experiencia en este sistema de construcción cuando, en 1851, se hizo cargo del proyecto anterior de Charles Ellet, Jr. (1810-1862), quien había fracasado.

Roebling, quien más tarde construiría el famoso puente de Brooklyn, en Nueva York, proyectó aquí un puente colgante de dos pisos: el inferior serviría para el tránsito de peatones y carruajes y el superior tendría una vía de ferrocarril, considerando los cuatro diferentes anchos de carriles de las compañías que la usarían. Consciente de las flexiones que provocaban los trenes al atravesar el puente, sobre la viga principal diseñó una viga tipo Howe de madera muy rígida. Además de los cables de suspenso, adicionalmente introdujo cables diagonales y limitó la velocidad de los trenes en el transcurso del puente a 5 km/h. A fin de cuentas el puente resultó ser más estable de lo esperado y no mostró ningún daño en una investigación realizada cinco años más tarde. El costo del proyecto también era mucho menor que el de un puente de acero comparable.

De seguro fueron las dificultades de diseño estructural y de cimentación, la poca disponibilidad de materiales de construcción y de mano de obra especializada, además de un resultado incierto, las que llevaron a Talcott a descartar pronto esta posibilidad.

¿Un puente tubular?

Como alternativa, Talcott propuso enseguida un puente tubular de hierro, de dos o tres claros sobre pilares compuestos de barras tubulares de hierro fundido. Consideraba que estos pilares de hierro eran más económicos que los de mampostería, que

in 1910 and still continues, has deferred its construction indefinitely, due to the fact that, after long deliberation, it was considered that a bridge of such magnitude would be very easily destroyed, with, of course, disastrous consequences. Fortunately, the present Metlac Bridge and practically all others have escaped serious damage, but the danger has been ever present for several years past, and very great anxiety has been felt by all concerned; how much more so would this have been the case had the bridge been nearly 350 ft. high? Mr. Ingra

Some day, of course, the bridge will be built, as the development in and out of the *barranca* is perhaps the most dangerous part of the railway, and mile for mile the most expensive to operate. When this day arrives, it is to be hoped that the Mexican people will have developed into a peaceful and law-abiding nation.

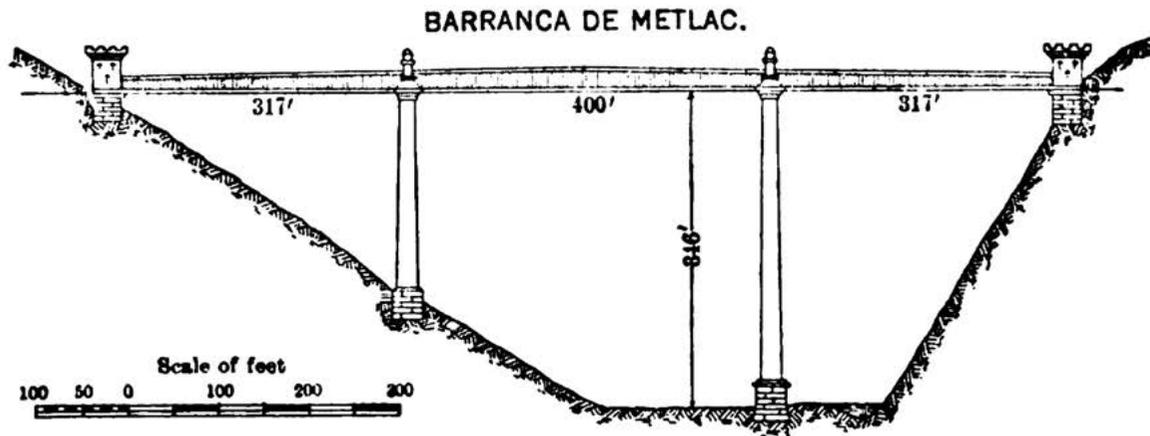


FIG. 11.

Figura 4. El diseño del puente tubular en un comentario al informe de Emile Low (p. 1611).

se construirían años más tarde. A la vez, dejó abierta la posibilidad de que más adelante se realizara el puente río arriba, donde el valle es más estrecho y menos profundo, a pesar de tener que desviar el trayecto por las orillas del valle de ida y vuelta. Talcott consultó la opinión de *sir* William Fairbairn, con quien estableció una correspondencia a través de los años,²⁸ ya que Fairbairn calculaba —comunicado

en una carta fechada en Manchester el 26 de noviembre de 1858— una propuesta para la construcción de un puente tubular sobre dos pilares (figura 4).

Los contactos de Talcott con el ingeniero británico Fairbairn (1789-1874) y las cartas de su hijo Charles Talcott confirman, junto con las evidencias físicas, que los ingenieros del siglo XIX usaban más bien libros de Inglaterra para prepararse en su gran tarea. El contacto entre Andrew Talcott y *sir* William Fairbairn aclara los vínculos que había entre los téc-

²⁸ *Ibidem*, pp. 1564-1565.

nicos. Fairbairn, el famoso ingeniero escocés, no sólo había escrito libros básicos sobre diseño estructural en hierro, sino que también era el ingeniero responsable de la construcción de los puentes tubulares de Britannia (1846-1850) y de Conway-Castle (1849), en Gales, junto con el más conocido Robert Stephenson.

El contacto de Talcott con Fairbairn de seguro no se limitó a la consulta, sino que se extendió sobre sus libros, que en 1850 eran famosos —y traducidos— en todo el mundo. Fairbairn había publicado primero sus experiencias con los puentes tubulares que construyó y más tarde se dedicó a la promoción de elementos de hierro fundido y forjado para todo tipo de construcciones.²⁹ Para los apoyos de los puentes —y de edificios— propuso construcciones a base de tubos de hierro fundido, que servían muy bien para elementos sujetos únicamente por compresión. Aparte estudió de manera especial el uso del hierro forjado en la construcción de vigas. En uno de sus libros, publicado en una traducción al alemán y en otra al castellano en 1859, comparó la utilidad y la economía del hierro forjado con respecto al fundido y le dio preferencia al primero para la construcción de vigas. Además, propuso métodos de cálculo estructural para el tipo de vigas que más tarde se usarían en los puentes del ferrocarril mexicano.

En otro libro sobre puentes y vigas de hierro fundido y de hierro forjado de William Humber, profusamente ilustrado y publicado en Londres en 1857, aparece —y es sólo uno de muchos ejemplos— el diseño de un puente ferrocarrilero sobre el río Stour,³⁰ donde se emplean las mismas vigas

en cuestión, pero también un puente ejemplar con una viga ensamblada con el sistema Warren.

Estas superestructuras de vigas descansan sobre contrafuertes, en ambos costados del valle, hechos de mampostería y pilares en medio para limitar la envergadura de la vigería. Por lo general todavía no se usaban cojinetes especiales en los lugares donde descansaban las vigas sobre los apoyos, sino que sencillamente se ponían láminas de hierro en los intermedios para permitir los movimientos causados por el ferrocarril y los cambios de temperatura. Durante la renovación de la red ferroviaria en la década de 1980 se introdujeron cojinetes de elastómeros entre la superestructura y los apoyos.

Talcott destacaba en su informe³¹ la abundancia de cantería caliza en la región y su alta calidad. Esta piedra se aprovechaba para la construcción de cimentaciones, contrafuertes, las bóvedas de las alcantarillas y el revestimiento de túneles, así como para la construcción de los edificios para el ferrocarril. Para construir los pilares intermedios de los puentes no recomendaba la mampostería porque resultaba más económico importar y ensamblar pilares de hierro en vez de transportar y ocupar un sinnúmero de albañiles y carpinteros en la construcción con piedra, la cual requería de andamios y grúas más complicadas que el hierro.

Al contabilizar los tipos de pilares, se observan algunos ensamblados con base en vigas de madera en los primeros años del ferrocarril mexicano, mientras que la mitad de los pilares en terrenos accesibles de la costa y del Altiplano está hecha completamente de mampostería. La otra mitad, ubicada sobre todo en las regiones montañosas, está hecha de hierro. Tan sólo a partir de 1912 en adelante se reforzaron y sustituyeron los pilares originales de hierro por nuevos de mampostería, y muchos fueron suplidos por muros de contención, sin dejar huella de los puentes an-

²⁹ Traducciones al alemán y español de su obra sobre los elementos de hierro se publicaron en 1859: William Fairbairn, *Die eiserne Träger und ihre Anwendung beim Hochbau und Brückenbau*, D. Brauns (trad. al alemán), Braunschweig, Verlag der Schulbuchhandlungen, 1859; William Fairbairn, *Aplicación del hierro a las construcciones: suplemento*, Madrid, Imprenta de D. José C. la Peña, 1859.

³⁰ William Humber, *Practical Treatise on Cast and Wrought Iron Bridges and Girders*, Londres, Spon, 1857, tabla 20.

³¹ E. Low, *op. cit.*, p. 1558.

teriores. Los pilares de mampostería se construyeron con sillares de piedra caliza, presentando su paramento con un almohadillado rústico. Las estructuras de hierro son un poco más complejas —como demuestra el caso del puente de Metlac—; se trata de caballetes de hierro con entramados, la mayoría hechos a base de perfiles angulares remachados, y sólo en algunos casos se ensamblaron con tirantes en forma de tubo.

Con este tipo de estructuras para los puentes, los constructores del ferrocarril mexicano escogieron un sistema constructivo fácil de transportar y ensamblar, que a la vez era económico y estaba a la altura de la tecnología de construcción.

En la primera parte de la carta de Charles Talcott,³² el autor se dedica a discutir las construcciones que estaban en uso en ese tiempo:

Deduzco de ingenieros ingleses y libros de Inglaterra que después de la elaboración de las vigas con hojalata de caldera, han comenzado a volver a utilizar en hierro forjado diversas formas de vigas entramadas que prevalecían cuando la madera era el único material utilizado para tramos largos con el fin de economizar el material y mejorar la apariencia. Parecen haber dejado a un lado el hierro fundido que se usó tan sólo para ornamentaciones, para las barras tubulares de hierro y para partes menores que no aparecen muy a menudo. La viga de hojalata se usa todavía para vanos pequeños, pero para los grandes vanos se utilizan vigas entramadas, mientras que para las más largas se emplean las vigas de celosía sencillas o dobles con barras de hierro forjado.³³

Continúa el escrito de Charles Talcott con una discusión sobre el cálculo estructural de estas vigas,

³² Carta de Charles G. Talcott a Alfred L. Rives, fechada el 17 de mayo de 1866, Durham, Alfred Landon Rives Papers, David M. Rubenstein Rare Book & Manuscript Library/Duke University.

³³ "Charles G. Talcott to Alfred L. Rives...", *op. cit.*, f. 6 (transcripción y traducción de D. Bühler).

considerando las cualidades del material, los diferentes perfiles I y H disponibles, las juntas y los variados casos de fuerzas estáticas que actúan sobre la viga. Prosigue así:

Tenemos la idea de emplear vigas de hojalata para vanos hasta de 45 pies (15 m) con el siguiente formulario que se utiliza hasta cierto punto. A veces la viga transversal debe ser suspendida de las vigas principales que se colocan sobre ménsulas para formar las pasarelas [véase, en la figura 5, el dibujo de arriba a la derecha]. Los largos tramos son vigas de celosía hechas un poco como se muestra en el dibujo [véase, en la figura 5, el dibujo de en medio, a la izquierda]. La viga tipo Warren [véase en la misma figura el dibujo de abajo, a la izquierda] tiene una gran ventaja que es su bajo precio, pero no es previsto para ser utilizado en su línea [el ferrocarril mexicano]. El uso de hierro forjado o más bien hojalata prevalece en todas partes, para los pilares se utilizan barras tubulares de hierro siempre y cuando convenga.³⁴

Con estas líneas, Charles Talcott expresó tanto la actualidad de sus conocimientos de constructor como las dudas que compartieron los ingenieros civiles de su época. Las vigas de celosía, que eran motivo de muchas controversias entre los ingenieros europeos, ya habían pasado a la historia para la década de 1870 debido a sus problemas de deformación en los pilares y su poca durabilidad. Viaductos con vigas entramadas tipo Warren sobre pilares formados de hierro fundido tubular eran apreciados desde la construcción del viaducto de Crumlin sobre el río Ebbw, en el sur de Gales, en 1857. Esta construcción, publicada por primera vez en el libro de William Humber,³⁵ se hizo ejemplar a través de muchas reseñas y publicaciones didácticas con detalles constructivos. En algunos

³⁴ *Ibidem*, f. 6.

³⁵ W. Humber, *op. cit.*, tablas 7-38.

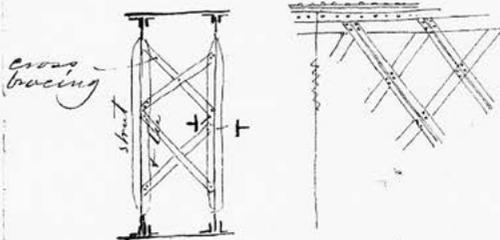
sections of the flanges or chords vary in very short lengths + the struts + ties in almost every pair.

Carrying out these ideas our short spans up to 45 feet are made with solid plate girders the following form being used to some extent



Sometimes the cross girder is to be suspended from the main girders which are placed further apart + sometimes it will rest upon them + project to form the walk way.

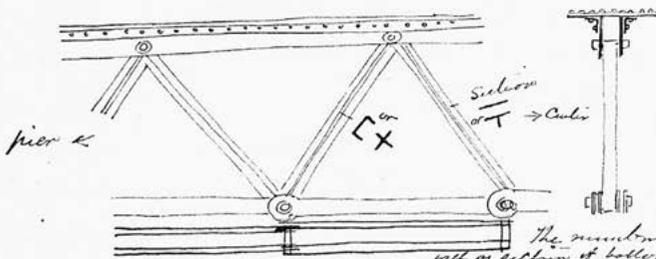
The long spans are of lattice girders made some what as shown in sketch -



Struts + ties of T iron or of T form made with a plate + 2 angle irons (Ties sometimes of flat bars + struts of H or channel iron -) they are riveted at their intersections

+ are also riveted at top + bottom to the chords or flanges - when lattice is double as in the sketch, the tie + struts of each set are connected by intermediate cross bracing -

The Warren girder is in great favor on account of its cheapness, but is not to be used in this line - it is made thus -



Wrought or rather boiler iron is used altogether new for piers - Cast iron cylinders being in favor -

Figura 5. Página 6 de la carta de Charles G. Talcott a Alfred L. Rives, fechada el 17 de mayo de 1866. Fuente: Durham, Alfred Landon Rives Papers, David M. Rubenstein Rare Book & Manuscript Library/Duke University.

aspectos el diseño final de los pilares del puente de Metlac se parece mucho al ejemplo a seguir del viaducto de Crumlin (figura 6).

La propuesta del padre Andrew Talcott se refleja también en los periódicos contemporáneos como el *Scientific American* de 1866,³⁶ en el que se anuncia como una estructura que rebasa los límites de la ingeniería del presente, la cual sería una razón más para visitar México.

El puente de Metlac realizado: una solución acreditada

De 1866 son los planos definitivos; la supervisión del proyecto quedó a cargo del general H. T. Douglas. El 26 de abril de 1866 se colocó la primera piedra para el puente;³⁷ sin embargo, cuando ocurrió un terremoto dos semanas más tarde, Douglas le propuso a William Cross Buchanan —entonces sucesor de Andrew Talcott— una solución menos peligrosa. Buchanan diseñó una alternativa, aprobada por el Ministerio de Fomento el 28 de junio de 1871.³⁸ Era una construcción más sencilla, mas no menos impresionante, en un lugar más seguro y en su forma actual. La prueba de carga se efectuó en julio de 1872 y estuvo a cargo del ingeniero Buchanan. En esta construcción intervinieron, bajo la dirección de Buchanan, el ingeniero George Foot (trabajos de campo), Thomas Branniff (obras de albañilería) y, como ingenieros constructores, Donald, Murray, Hill y González Cosío.³⁹

³⁶ "A Great Railway Enterprise", *Scientific American*, 7 de julio de 1866, p. 18.

³⁷ E. Low, *op. cit.*, pp. 1564-1565.

³⁸ Gustavo Baz y Eduardo Gallo, *Historia del ferrocarril mexicano: Riqueza de México en la zona del Golfo a la Mesa Central, bajo su aspecto geológico, agrícola, manufacturero y comercial/estudios científicos, históricos y estadísticos por Gustavo Baz*, 3ª ed., México, Planeta, 1977 (facsimilar de la ed., de 1874), p. 148.

³⁹ *Ibidem*, pp. 147-148.

En un testimonio de 1916,⁴⁰ el ingeniero W. T. Ingram, uno de los ingenieros veteranos del ferrocarril mexicano sobre el puente de Metlac, puso énfasis en el hecho de que durante la Revolución, para entonces aún no concluida, se destruyó un sinnúmero de puentes de ferrocarril en otras rutas, pero no entre Veracruz y México, y que el puente, planeado originalmente por Fairbairn, habría estado mucho más sujeto a acciones de vandalismo que el actual. En la misma carta presenta un dibujo de la propuesta de un puente tubular (figura 4)

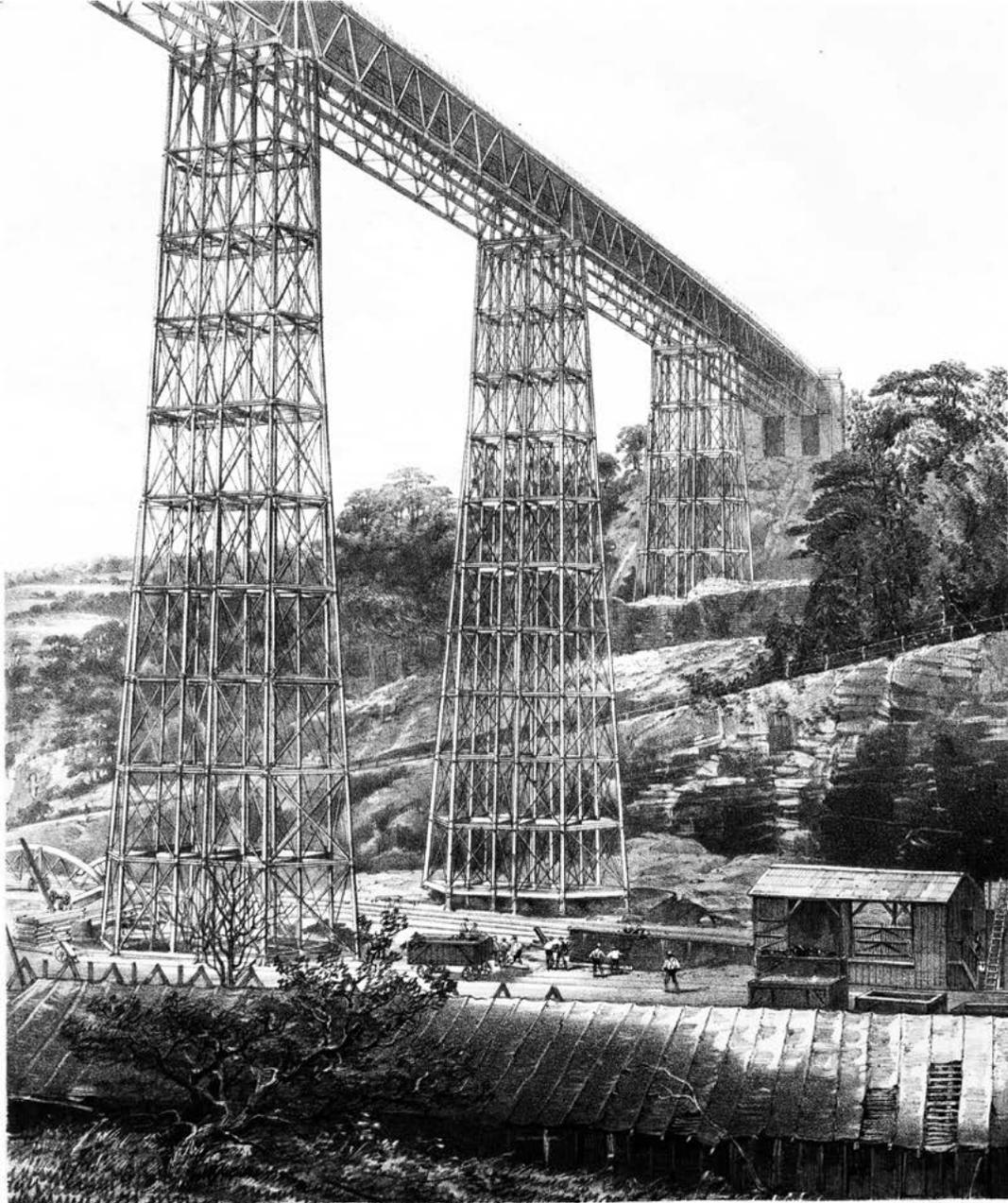
Descripción técnica y proceso de construcción

Las vigas empleadas originalmente en los puentes del ferrocarril mexicano que se podían examinar tienen una sección en forma de H y se componen de diferentes traversas de hierro forjado, planos y angulares, encerrando y arriostrando una hojalata o lámina de caldera. Todos estos elementos se unieron a través de remaches de acuerdo con el cálculo estructural de los ingenieros. Dos vigas de este tipo se conectan a través de un entramado que arriostraba la construcción. A diferencia de las vigas originales, que se cambiaban por otras entre 1903 y 1910, las posteriores tienen perfiles de traversas más complejos y más fáciles de ensamblar. El puente más largo de todo el trayecto es el de Metlac, con sus 165.65 m de longitud total.

El puente de Metlac finalmente construido tiene 164.65 m de longitud total, salvados por una viga corrida con nueve claros de 15.29 m de luz, colocadas a unos 28 m sobre el fondo de la barranca. Las vigas se fabricaron en los famosos talleres de Crumlie Shops, en Gran Bretaña.⁴¹ Cada uno de los ocho pilares intermedios de hierro fundido consistía de ocho columnas; los cuatro pilares interiores se yerguen verticalmente, mientras que los cuatro

⁴⁰ E. Low, *op. cit.*, p. 1610.

⁴¹ G. Baz y E. Gallo, *op. cit.*, p. 149.



CRUMLIN VIADUCT.

TAFF VALE EXTENSION.

NEWPORT ABERCAVENNY & HEREFORD RAILWAY.

DESIGNED BY W. HUBNER.

Figura 6. El viaducto de Crumlin en la lámina xxxvii del libro de William Humber: *Practical Treatise on Cast and Wrought Iron Bridges and Girders*, Londres, Spon, 1857.

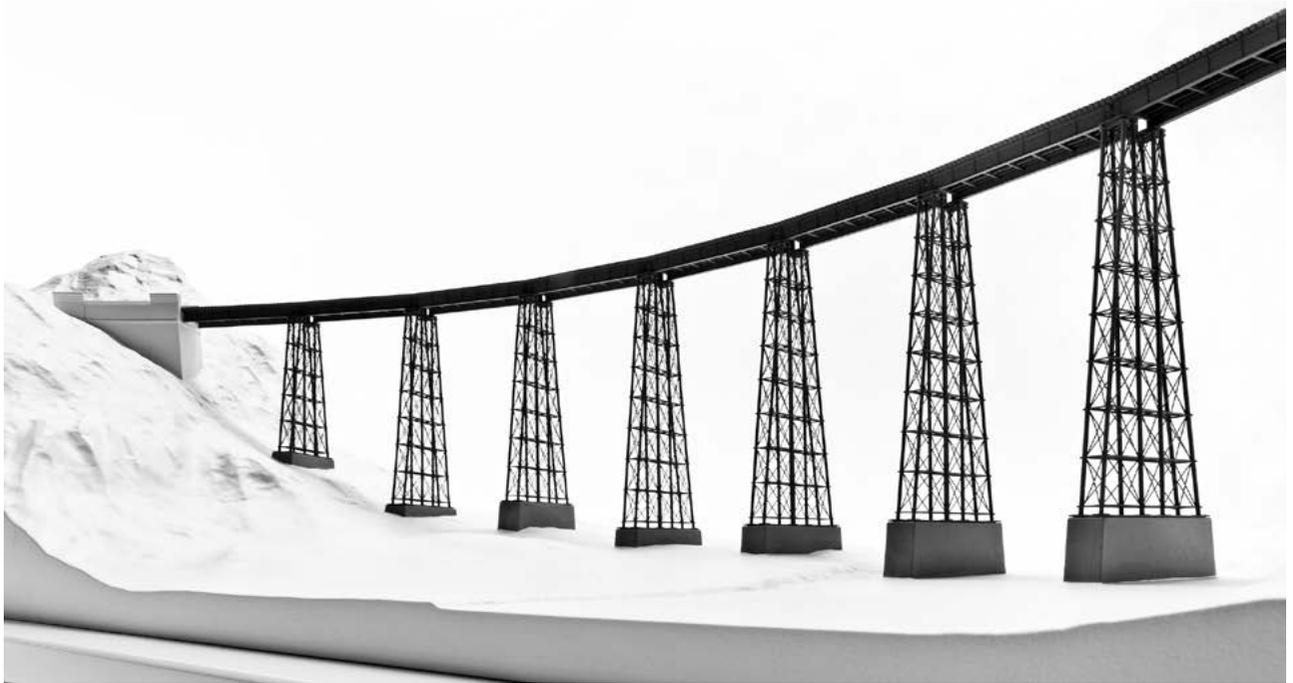


Figura 7. Maqueta del puente de Metlac en el Deutsches Museum. Fuente: Deutsches Museum, Múnich.

140 |

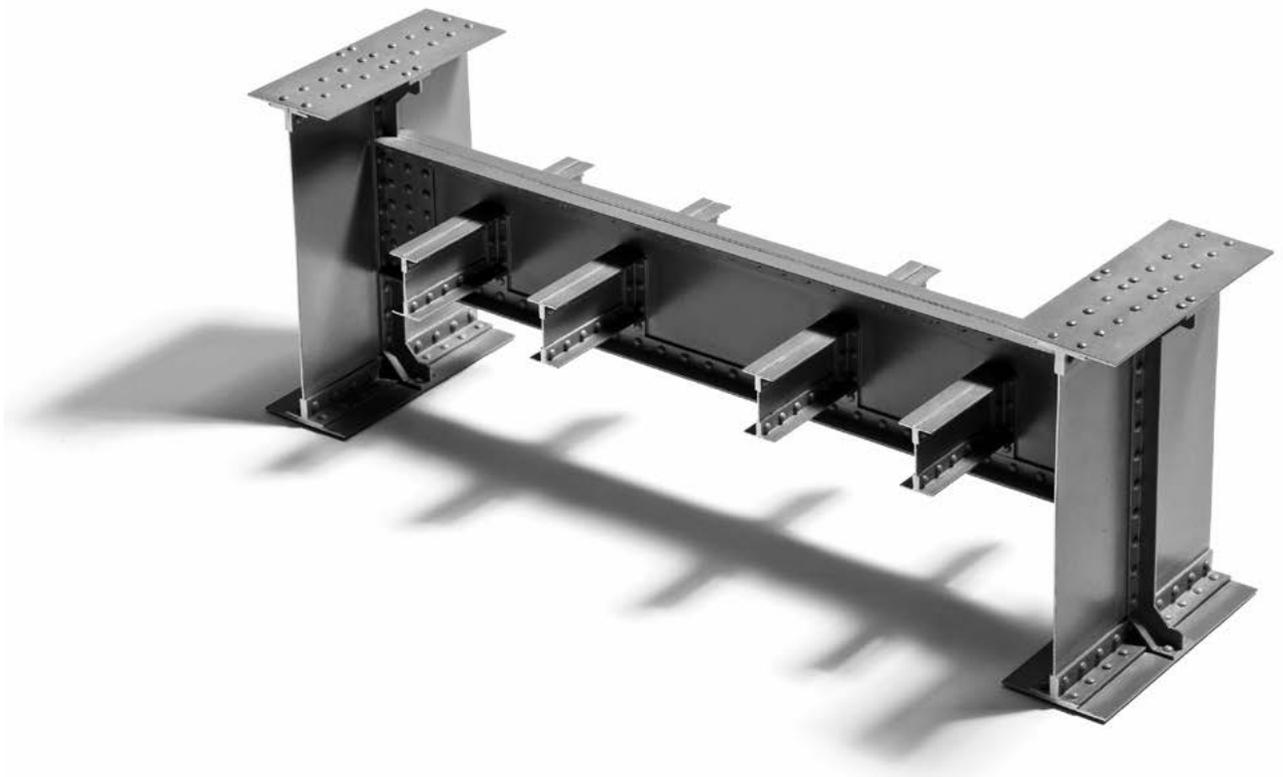


Figura 8. Maqueta de la viga principal original del puente de Metlac. Fuente: Deutsches Museum, Múnich.



Figura 9. El puente de Metlac en 1883. Fuente: colección privada, Puebla.

exteriores tienen una inclinación de entre 1° y 8° hacia dentro, respectivamente. Las vigas de lámina reforzada que soportan los rieles tienen una altura de 1.22 m.⁴² Toda la estructura vertical y horizontal se encuentra estabilizada por medio de entramados. A los dos rieles se les agregó un tercero —llamado guardarriel— para que no se descarrillara el tren en la curva y sobre el puente. Las fotos presentadas en el libro de Aguayo⁴³ representan tanto un estado durante el proceso de construcción del puente de

Metlac como el puente de Atoyac de la misma línea, construido de la misma manera originalmente (figuras 7-10). El puente ejecutado no sólo fascinó a los ingenieros, sino también a artistas como Casimiro Castro⁴⁴ y a fotógrafos como Guillermo Kahlo.⁴⁵

El puente de Metlac en la actualidad

A partir de 1970 el puente presentó serios problemas de estabilidad, por lo que se buscaron solucio-

⁴² F. Garma Franco, *op. cit.*, p. 53.

⁴³ Fernando Aguayo, *Estampas ferroviarias. Fotografía y grabado, 1860-1890*, México, Instituto Mora, 2003, pp. 109, 119-121.

⁴⁴ Antonio García Cubas y Casimiro Castro, *Álbum del ferrocarril mexicano*, México, Debray, 1877, láms. XII y XIII.

⁴⁵ Gaby Franger y Rainer Huhle, *Fridas Vater. Der Fotograf Guillermo Kahlo*, Múnich, Schirmer/Mosel, 2005, pp.184-185.



Figura 10. El puente de Metlac en 1909. La fotografía fue tomada en enero de ese año, cuando se efectuó el primer cambio de vigas. Se nota que dos de los apoyos originales ya se habían reforzado por mampostería. Fuente: Fondo Ferrocarril Mexicano. Secretaría de Cultura/CNIPPCF/CEDIF.

nes alternativas. En 1983 se inició la construcción del nuevo puente de Metlac —al lado del puente de la autopista Orizaba-Córdoba de la década de 1960—, inaugurado el 17 de octubre de 1985, cargando dos carriles de ferrocarril en el lugar donde Talcott, 110 años atrás, quería cruzar la barranca con el puente Maximiliano o un puente colgante o tubular. El puente ahora construido es uno de los más modernos: tiene 430 m de longitud y cuenta con cinco pilares de 120 m de altura máxima.

La construcción de la superestructura, de concreto presforzado por el método de dobles voladizos, con dovelas de 5 m de largo y alcanzando claros hasta de 90 m, constituyó un récord mundial para puentes de doble vía férrea donde se emplearon sistemas de izaje hidráulico, carros de colado auto-

matizados y un sistema innovador de postensado multitorón (figura 11).

Conclusión: el puente de Metlac, un monumento digno de conservación

Esta investigación logró interpretar el diseño de un puente novedoso, audaz y espectacular como estructura que integraba muchas de las ideas científicas, técnicas y métodos constructivos a la altura de su tiempo. Además, emplea estos medios para un diseño extremadamente estético que llama la atención sobre los valores artísticos de la obra de ingeniería. De haberse construido, el puente Maximiliano pudo representar una obra universalmente novedosa y ejemplar.



Figura 11. Los nuevos puentes de Metlac: de concreto para el ferrocarril (izq.) y de acero para la autopista (der.). Fotografía de Dirk Bühler.

Además, se hace un esbozo de la manera en que los ingenieros involucrados en la planificación del puente de Metlac repasaron entre ellos todas las posibilidades de construcción de su época para construir un puente técnicamente a la altura de su tiempo, que en el mejor de los casos pudo haber resultado en un puente aún más excepcional e impactante del que al final se construiría. Fue posible presentar, además, las biografías de algunos de los ingenieros y de las redes de comunicación que mantenían. Queda por investigar mucho más con respecto a otras biografías, en especial de los mexicanos egresados de la Academia del Arte y de la Escuela Nacional de Minería.

Queda también por destacar el valor monumental de este puente para México y para la comunidad

internacional, tanto como construcción particular así como por ser parte de una de las primeras líneas ferrocarrileras de Latinoamérica que superan alturas extraordinarias.⁴⁶ La historia de su construcción y su tecnología, a la altura de su tiempo, además de la integración del puente al paisaje, le otorgan un valor patrimonial excepcional. El ferrocarril mexicano, el puente de Metlac y los otros puentes y túneles de esta línea son verdaderamente dignos de conservación, también para un turismo ecológico y sustentable.⁴⁷

⁴⁶ Véanse el *dossier* y las tablas recuperados de: <<http://whc.unesco.org/uploads/nominations/1276.pdf>>, pp. 362-461, en especial la página 399, consultada el 27 de julio de 2018.

⁴⁷ Agradezco mucho la revisión del manuscrito por parte de Elid Rafael Brindis Gómez, Lima, Perú.

Una casa de finales del siglo XIX: la casa del arquitecto Antonio Rivas Mercado

Fecha de recepción: 31 de julio 2018.

Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2018.

Cuando Antonio Rivas Mercado (1853–1927) se casó con Matilde Castellano, resolvieron que un extenso terreno en la colonia Guerrero sería el lugar idóneo para erigir su casa familiar. Situado en la tercera calle de Héroes número 45, éste había sido antes la huerta y potrero del convento de San Fernando. Rivas Mercado construyó a su entero gusto el inmueble, aprovechando al máximo el área adquirida, y lo habitó por más de 20 años. En ese lugar también nacieron sus cuatro hijos: Alicia, Antonieta, Amelia y Mario. El 3 de enero de 1927, a los 72 años de edad, el arquitecto falleció y la casa quedó en manos de la hija mayor, Alicia. Sus descendientes no la conservaron y fue vendida para ser usada con distintos fines. Hoy, a más de 10 años de la compra y rescate de esa casa, es oportuno revisar la historia de un inmueble familiar que ha sido eclipsado por otras obras arquitectónicas, como el Teatro Juárez y la Columna de la Independencia.

Palabras clave: casa, propiedad, construcción, arquitectónicamente, pisos, rescate, restauración, influencia europea.

When Antonio Rivas Mercado (1853–1927) married Matilde Castellano, they decided that a large piece of land in Colonia Guerrero would be the ideal place to build their family home. In that house their four children were born: Alicia, Antonieta, Amelia, and Mario. The extensive land on the third block of Héroes number 45 was formerly the garden and pasture of the convent of San Fernando. In that place, Rivas Mercado constructed his home to his full satisfaction, and built it taking as much advantage of the area as possible. He lived in that house for more than 20 years. On January 3, 1927, Antonio Rivas Mercado died at the age of 72 and the house was left in the hands of his eldest daughter, Alicia Rivas Mercado. His descendants did not keep it and it was sold to be used for different purposes. Today, more than ten years from the purchase and recovery of the house, it is worth reviewing the history of this architect's family home that has been eclipsed by his other architectural works, such as the Juárez Theater and the Column of Independence.

Keywords: house, property, construction, architecturally, floors, recovery, restoration, European influence.

Cuando el arquitecto Antonio Rivas Mercado se unió en matrimonio con Matilde Castellanos, resolvieron que un terreno extenso en la colonia Guerrero sería el lugar idóneo para erigir su casa familiar. Allí nacieron sus cuatro hijos: Alicia, Antonieta, Amelia y Mario. Antiguamente, el predio situado en la tercera calle de Héroes número 45 formó parte de la huerta y el potrero del convento de San Fernando. En ese lugar Rivas Mercado construyó y experimentó sus ideas arquitectónicas, se entregó con libertad a la tarea de edificar a su entero gusto el inmueble, y lo construyó aprovechando al máximo el área adquirida. Habitó esa casa por más de 20 años. El 3 de enero de 1927, a los 72 años, Antonio Rivas Mercado falleció, y a su muerte la casa quedó en manos de su hija mayor, Alicia Rivas Mercado, quién no la conservó y la vendió, con lo que fue usada para distintos fines.

* Dirección de Estudios Históricos, INAH.

En 2006, tras varias gestiones, el Gobierno de la Ciudad de México adquirió la propiedad a la inmobiliaria Century 21 con el objetivo de restaurarla. La casa, catalogada por el Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA) con valor artístico, se utilizó como sede para conmemorar el Bicentenario de la Independencia y el Centenario de la Revolución Mexicana, lo cual no sucedió. Hoy, a más de 10 años de distancia de la compra y rescate de la casa del arquitecto Rivas Mercado, es oportuno revisar la historia de este inmueble familiar que ha sido eclipsado por otras obras arquitectónicas del autor, como el Teatro Juárez y la Columna de la Independencia, realizada ex profeso para la conmemoración del Centenario de la Independencia.

El arquitecto Antonio Rivas

Originario de Tepic, Nayarit, Antonio Rivas Mercado nació el 25 de febrero de 1853 en el seno de una familia conformada por su padre, don Luis Rivas Góngora, su madre, doña Leonor Mercado, y sus siete hijos: Juana, Leonor, Luis, Alberto, Elena, Carlos y él. La familia gozaba de una buena posición socioeconómica. Los Rivas Mercado tenían una amistad con los Barrón Forbes, una de las familias más poderosas de la zona. Esa estrecha amistad llevaría a que su padre mandara a Antonio a estudiar a Inglaterra en 1864, quien residió en la casa de esa familia cuando contaba con tan sólo 11 años de edad. Antonio fue inscrito en el Colegio Baylis House y posteriormente se trasladó a París, donde cursó la secundaria en el Liceo de Burdeos. Luego estudió arquitectura en L'École des Beaux-Arts de París.¹

Los conocimientos adquiridos por Rivas Mercado durante esos años de formación procedieron de teóricos de la arquitectura de influencia en L'École des Beaux-Arts, como Viollet-Le-Duc, Julien Guadet,

¹ Teresa Rodríguez Méndez, "Biografía de Antonio Rivas Mercado. La vida casi inadvertida de un connotado arquitecto", tesis de licenciatura, México, FFL-UNAM, 2014, p. 136.

Carlos Garnier, Leoncé Reynaud y François Blondel, entre otros.² Para 1879 la estancia de Rivas Mercado en Francia estaba por concluir; abandonaba así la ciudad que lo albergó durante 16 años. A su llegada a México revalidó sus estudios, y el 15 de abril de ese mismo año aprobó de manera brillante el examen correspondiente, después de lo cual recibió el título de ingeniero-arquitecto en la Escuela Nacional de Bellas Artes (ENBA).³

Los conocimientos adquiridos por Rivas Mercado estaban acordes con las nuevas directrices de la arquitectura europea, las cuales pretendía poner en práctica en la arquitectura mexicana. De allí surgieron sus primeros trabajos. Su obra arquitectónica abarcó desde lo civil hasta lo público: casas residenciales, mercados, teatros, monumentos y haciendas.

Desde 1882 se convirtió en profesor de elementos de arquitectura y dibujo arquitectónico y de máquinas en la Escuela Nacional de Ingenieros. Para 1890 su labor arquitectónica se fue incrementando, al encargarse de la terminación y remodelación del Teatro Juárez en Guanajuato. Hay que decir que por entonces proyectaba la instalación de la tubería para agua de la presa La Esperanza, en esa misma ciudad, así como el ferrocarril interoceánico a Salina Cruz, en Oaxaca, y la transformación de un ex convento para el teatro Zaragoza en Silao.⁴

Para 1900, el trabajo del arquitecto Rivas Mercado había alcanzado notoriedad. Prueba de esto fue que en agosto de ese año se le asignó la construcción de la Columna de la Independencia para conmemorar el centenario de la gesta libertaria. En 1901 ingresó a la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México, y en 1903 recibió el nombramiento como director de la ENBA o Academia de San Carlos.

² Martha Olivares Correa, *Primer director de la Escuela de Arquitectura del siglo xx. A propósito de la vida y obra de Antonio Rivas Mercado*, México, IPN, 1996, p. 88.

³ Nicolás Mariscal, "El desarrollo de la arquitectura en México", *El Arte y la Ciencia*, vol. II, núm. 8, 1900.

⁴ M. Olivares Correa, *op. cit.*, pp. 186-187.

La casa familiar de Antonio Rivas Mercado

Concentrémonos en su residencia familiar: obra personalísima, ancla familiar, espacio de solaz intelectual e ingenio es lo que encierra la casa particular del arquitecto Antonio Rivas Mercado, cuyo sello quedó plasmado en esta obra, centro de su vida cotidiana, origen de anécdotas curiosas y de sus mejores proyectos, llevando sus trabajos más allá de esas paredes. El 31 de mayo de 1893 Antonio Rivas Mercado se unió en matrimonio con Matilde Castellanos Haff (1869-?), hija de don José María Castellanos Bustamante y de María de la Luz Haaf Mejía. Rivas Mercado resolvió que su casa familiar se construiría en un terreno extenso que poseía en la colonia Buenavista, que posteriormente sería la colonia Guerrero. Aunque se desconoce cómo fue adquirida la propiedad, el terreno pudo ser recibido como pago en especie por algún otro trabajo realizado como arquitecto.

La colonia Guerrero se desarrolló al mismo tiempo que la primera estación del ferrocarril que iba de México a Veracruz,⁵ durante el gobierno del presidente Sebastián Lerdo de Tejada, cuyo fraccionador, Rafael Martínez de la Torre, planeaba que la colonia fuera promovida como establecimiento de los obreros y artesanos. El fraccionamiento se inauguró oficialmente el 5 de mayo de 1874, un año después de la inauguración del ferrocarril mexicano.⁶ Pero no fue hasta 1882 cuando la zona de San Fernando adquirió un estatus alto,⁷ debido quizá a que era la parte que se encontraba más cercana a la zona urbanizada de la ciudad. Por tal motivo Rivas Mercado le vio posibilidades urbanísticas y no dudó en establecerse allí.

⁵ Dolores Morales, "Rafael Martínez de la Torre y la creación de fraccionamientos. El caso de la colonia Guerrero", en *Ensayos urbanos de la Ciudad de México en el siglo XIX, México*, División de Ciencias Sociales y Artes para el Diseño-UAM-X, 2011, p. 244.

⁶ *Ibidem*, p. 245.

⁷ *Ibidem*, p. 375.

Los Rivas Mercado se instalaron en 1895 en su nuevo hogar, ubicado en la tercera calle de Humboldt número 717, en el terreno de las antiguas huertas del convento y potrero de San Fernando, rodeado por árboles plantados por los primeros misioneros fernandinos que llegaron a la Ciudad de México. En 1898, como parte de los festejos para la conmemoración del Centenario de la Independencia, se tenía planeado construir un monumento a los héroes de la Independencia en la Rotonda de los Hombres Ilustres del Panteón de Dolores, con una propuesta del arquitecto Guillermo Heredia, quien diseñó un gran monumento. El proyecto fue aprobado por el presidente Porfirio Díaz, aunque por el tamaño y la majestuosidad del mismo no pudo llevarse a cabo en el panteón de Dolores.

Así, el proyecto se ubicaría en la que había formado parte del jardín y de las huertas del Hospital de San Hipólito, extendiéndose hasta el Panteón de San Fernando, ahora con el nombre de Panteón Nacional, dejando sin uso la Rotonda de los Hombres Ilustres.⁸ Debido a serios problemas en su construcción, y debido al retraso en los trabajos, la obra no fue concluida, si bien se mantuvo el trazo y la apertura de la calle que conectaba a la avenida de los Hombres Ilustres con las calles de Mina hacia 1913, quedando con el nombre de Héroes: de ahí que el domicilio de Rivas Mercado haya cambiado de tercera calle de Humboldt número 717 a tercera calle de Héroes número 45. Fue allí donde nacieron y crecieron sus cuatro hijos: Alicia, Antonieta, Amelia y Mario (figura 1).

Por el tipo de construcciones, la calle de Héroes se convirtió en una de las más lujosas del Porfiriato. Antonio experimento sus ideas y concepciones arquitectónicas en su propia casa, fruto de su formación en

⁸ Héctor Ceja Pérez, "Siglos de historia y de olvido: Panteón de San Fernando", tesis de licenciatura, México, FFL-UNAM, 2008, pp. 101-112.

Francia. Así, se entregó con libertad a la tarea de edificar a su entero gusto el inmueble y a reflejar su propio pensamiento y sus consideraciones como arquitecto. Antiguamente, vivir en una residencia o casa ubicada en una zona moderna y próspera colonia significaba tener espacios arquitectónicos amplios, elegantes y cómodos, acordes con su uso y función. Destinadas a familias grandes, estas casas fueron notables por su lujo, que se acentuaba en su decoración y con los materiales empleados tanto en las fachadas como en los interiores, en las cuales tal suntuosidad se daba a notar en los elementos ornamentales, en el mobiliario, en los objetos y los utensilios, que muchas veces fueron traídos directamente de Europa.⁹

La casa de Rivas Mercado, como toda la Ciudad de México, estuvo influida por concepciones europeas que respondieron a una necesidad de urbanización y remodelación, en aras de adaptar a un país toda una moda. En general se advirtió el predominio de la influencia francesa, aunque también se tomaron modelos de procedencia inglesa o anglosajona, así como del Renacimiento italiano.¹⁰ Así que las familias de la elite porfiriana no dudaron en entrar en esta influencia europea, dejándolo ver, entre otras cosas, en sus propias casas: ese toque europeo que tanto gustó. Las familias más ricas podían darse el lujo de mandar traer de ciudades y países en boga, como París e Italia, planos de casas, dibujos de fachadas y de ornamentaciones, elementos decorativos y materiales constructivos, como mosaicos, *parquet* francés para los pisos, plafones, lambrines, vidrio y cristal para bóvedas y ventanas. Incluso hubo personajes ricos y poderosos que mandaron traer a los propios arquitectos del extranjero.¹¹

⁹ María Eugenia Aragón Rangel, *Casas escasas: el art nouveau en la Ciudad de México*, México, INAH, 2011, pp. 11-12.

¹⁰ Vicente Martín Hernández, *Arquitectura doméstica de la Ciudad de México, 1890-1925*, México, UNAM, 1981, p. 160.

¹¹ M. E. Aragón Rangel, *op. cit.*, p. 49.

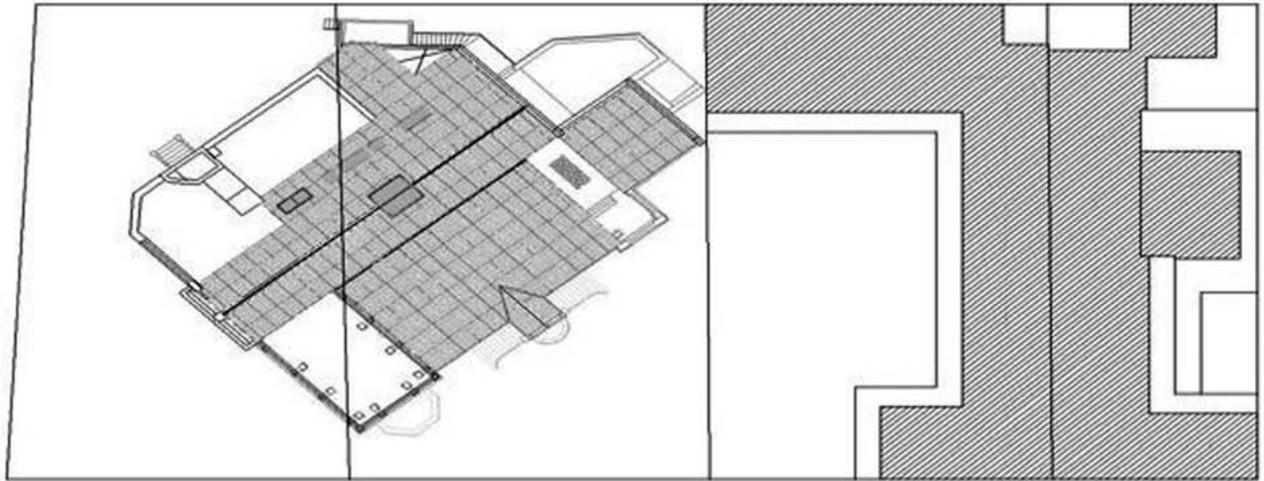


Figura 1. Antonio Rivas Mercado con sus hijos Antonieta, Alicia, Amelia y Mario. Fotografía de la Fundación Rivas Mercado, A. C., 2014.

La influencia de esta corriente europea también se observa en la distribución de las habitaciones de la casa, que se dividían en tres sectores: uno para la vida privada, otro para las actividades sociales y otro más para las habitaciones del servicio. En general las casas de esta época contaban con un vestíbulo muy amplio que a veces se elevaba hasta la cubierta, donde había una cúpula o un domo para jerarquizar, es decir, para marcar la importancia social de las visitas. En este vestíbulo estaba la escalera principal de hierro o madera, que también fungía como el distribuidor en la planta baja hacia las demás habitaciones de la casa. Algunas veces contaba con un antevestíbulo para que el ingreso no se diera directamente desde el exterior.

En las casas de inspiración inglesa se adoptó una disposición más flexible para las habitaciones, con base en una concepción más funcional. La diferencia fundamental radica en el vestíbulo o *hall*. En la planta de tipo inglés, el acceso al mismo no se da directamente, sino a través de un recodo, en atención a preservar la intimidad. En algunas residencias se logró ese efecto haciendo dos entradas independientes: una por el costado, para los familiares, y otra situada al frente, para las visitas.¹² Esta división la presenta la casa de Rivas Mercado, cuya distribución explico más adelante.

¹² V. Martín Hernández, *op. cit.*, p. 169.



Lote 45a área 671.40 m ²	Lote 45b área 758.85 m ²	Lote 45c área 220.00 m ²	Lote 43 área 940.00 m ²
---	---	---	--

Figura 2. Planta de lotificación de la calle de Héroes. Levantamiento del arquitecto Víctor García, 2006.

En los interiores de estas residencias el gusto predominante consistía en decorar cada habitación con un estilo diferente; variaban de color, tapizados y mobiliario de una habitación a otra. Las decoraciones en yeso, molduras, frisos, plafones y artesanados se contemplaban con pinturas de los más diversos estilos, y en algunos casos se utilizaban azulejos. Los recubrimientos de los muros por lo regular eran de empapelados o tapizados con tela. La mayor parte de los muebles y enseres y objetos ornamentales eran importados del extranjero, sobre todo de Francia e Inglaterra.

En el caso de Antonio Rivas Mercado, él fue un digno representante de la cultura francesa, quien supo impregnarle a su propia casa esa influencia, combinada con el estilo inglés. Esto lo hizo gracias al estilo ecléctico, el cual se había constituido en la tendencia dominante desde la segunda mitad del siglo XIX en Europa. Sin abandonar el interés por las diferentes etapas históricas y los monumentos antiguos, los par-

tidarios del eclecticismo, como lo fue Rivas Mercado, optaron por no tratar de obtener de esas etapas reglas absolutas para todo tiempo, sino más bien en hacer un uso libre de las formas y los estilos. Así, los arquitectos extraían de los diferentes estilos a través del tiempo lo que consideraban útil, decorativo y estético para realizar nuevos edificios, suponiendo que la elección de este repertorio se hacía según el carácter, propósito e importancia de la obra y de acuerdo con su peculiar temperamento y forma de pensar.

El terreno de la casa de los Rivas Mercado tiene una superficie de 1 430.25 m², y el desplante no posee la misma orientación que las contiguas, sino que se orienta 45° al noroeste, de modo que siempre recibe la luz natural durante el día, aunque una parte de las habitaciones eran más frías que el resto. El arquitecto construyó su residencia aprovechando al máximo el área adquirida (figura 2).

Las características espaciales del proyecto se apegaron a una distribución armónica y coherente



Figura 3. Fachada de la casa Rivas Mercado. Fotografía de Teresa Rodríguez Méndez, 2017.

entre el interior y el exterior; a fin de lograr una obra donde los elementos arquitectónicos, la decoración, las fábricas y los acabados se conjugaran en una obra integral, bien estructurada y bellamente compuesta. El diseño arquitectónico de la casa de Rivas Mercado incorporó procedimientos constructivos de vanguardia, como el uso de estructuras metálicas, el aprovechamiento de una ventilación natural, producto de la altura de las cubiertas inclinadas y de la apertura de dos vanos en las fachadas norte y sur que favorecían el movimiento del aire en el interior de la vivienda, al integrar elementos decorativos de muy buen gusto que resaltaban cada detalle de los espacios construidos.

De estilo ecléctico, la casa cuenta con una fachada que tiene un frontón trabajado con azulejos. El vestíbulo es porticado y luce una herrería forjada y cantera. La casa conjuga elementos decorativos ingleses, franceses clásicos, moriscos, y prehispánicos. La suma de estos estilos y los materiales y

acabados seleccionados por el arquitecto fueron conjugados y amalgamados armoniosamente para producir una casa única dentro de la importantísima obra de Rivas Mercado.

La residencia se distribuye en tres niveles y se encuentra desplantada sobre un sótano, que era el área destinada por lo regular a los servicios y la bodega, aunque probablemente también resultaba un espacio de vivienda para la servidumbre. A la casa se accede por una escalera doble con barandal de herrería. Nos encontramos con el pórtico con techos inclinados y un frontón decorado con azulejos, rodeado de columnas de cantera. En el interior, los muros son de tabique y los entrepisos de madera y bóveda catalana, perceptibles desde el vestíbulo, el cual comunica a toda la casa, con habitaciones muy amplias y lujosas. La distribución está bien definida: el área de las habitaciones destinadas a las actividades sociales, a la vida pública, y otra consagrada a la vida privada, a la intimidad familiar (figura 3).

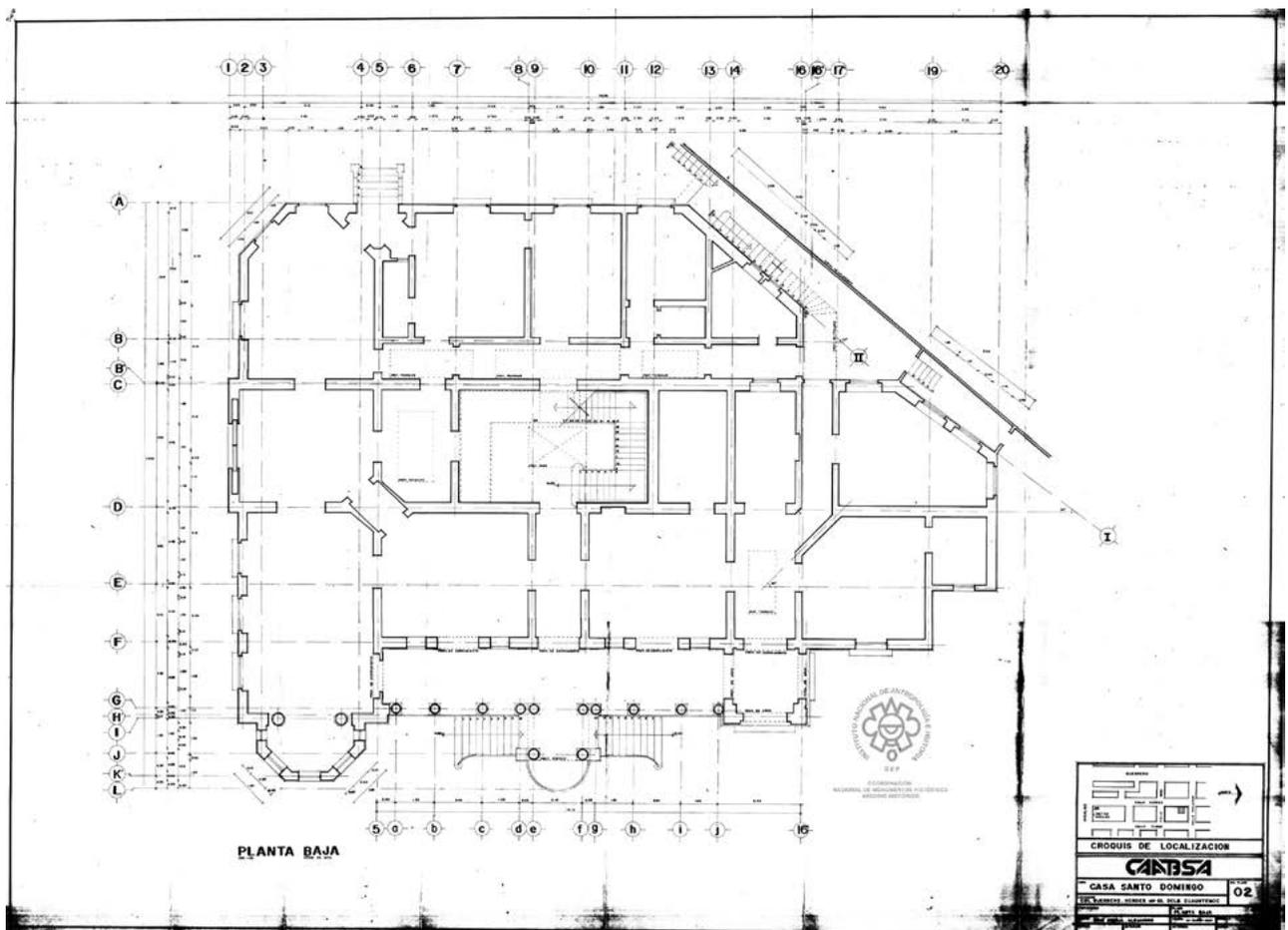


Figura 4. Plano de la casa de Antonio Rivas Mercado, planta baja. Fuente: Archivo Histórico Jorge Enciso (AHIE)-CNMH-INAH.

La planta baja se destinaba a las actividades sociales, pues allí se situaba el salón principal, el salón morisco, la biblioteca y el vestíbulo. Éstos se utilizaban para las reuniones o las visitas; así como la cocina y el comedor principal, que precedía a uno más pequeño. A pesar de ser privadas, las recamaras del arquitecto y la de su esposa se hallaban en esta área de la casa, y entre una y otra se encontraba un pequeño oratorio, el cual aún se halla en buen estado. Pero también se ubican los cuartos de los niños o cuneros, pues mientras eran pequeños dormían abajo, y una vez que crecían eran pasados al segundo nivel (figura 4).

Como eje central de la composición, en el vestíbulo se ubica una lujosa escalera de madera de encino que conducía a la planta alta, donde se encontraban

las habitaciones privadas, la de los hijos mayores una vez que alcanzaban la edad suficiente. En esta parte se localizaba el estudio-taller del arquitecto, el cual daba paso a una terraza que resultaba ser una zona de esparcimiento y desde donde, según las descripciones de la época, se podían ver la Alameda y Palacio Nacional. Además contaba con un salón de clases, adonde acudían los tutores para impartir clases a los niños. Esto da cuenta de la vida familiar de la época.

Dada su distribución y separación, la ordenación de las habitaciones es de influencia francesa: las dedicadas a las actividades sociales y la vida en común; las familiares, para la vida privada e íntima, y las destinadas al servicio. La casa tenía además caballerizas, así como una cochera y, en la parte trasera, un

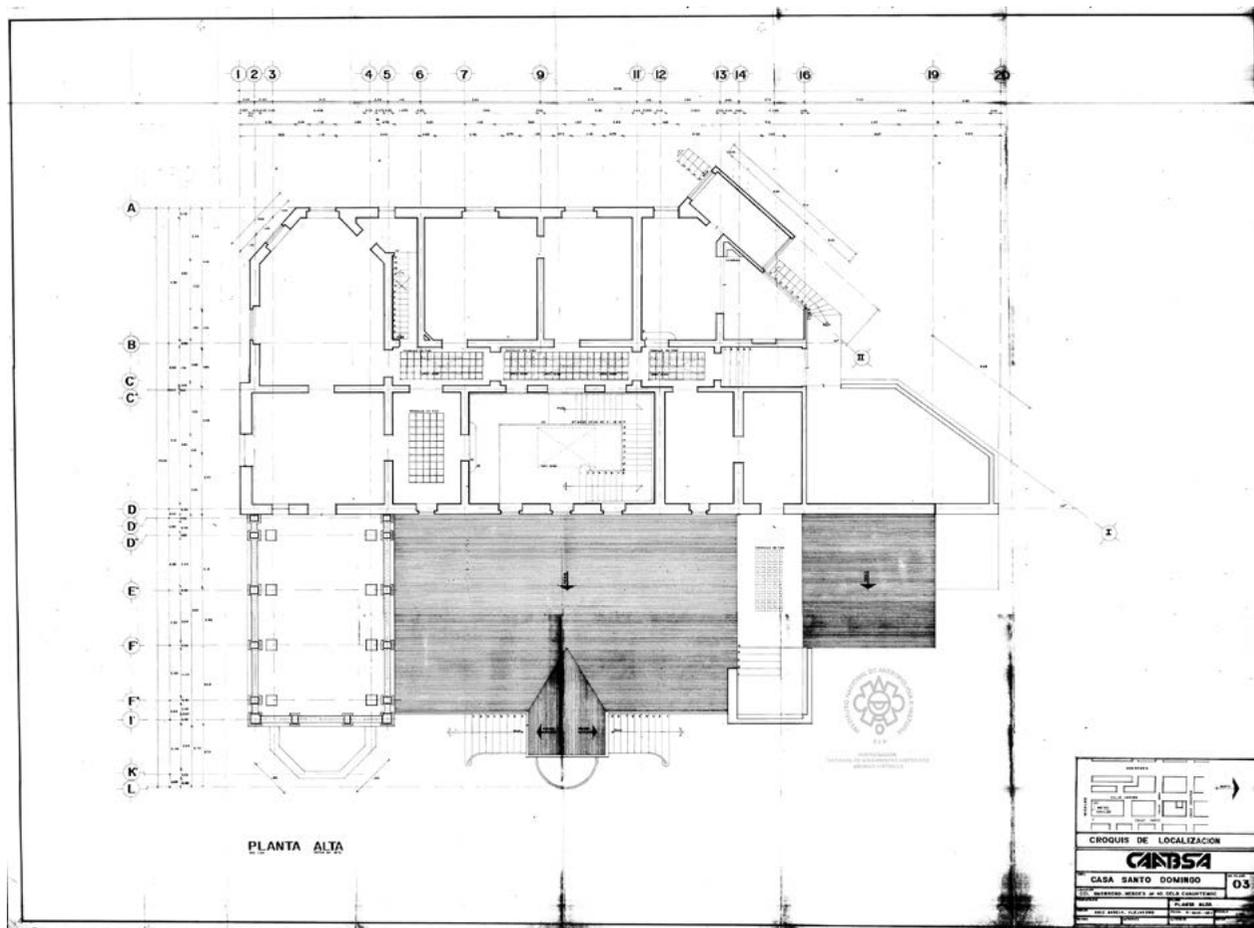


Figura 5. Plano de la casa de Antonio Rivas Mercado, planta alta. Fuente: AHJECNMHINAH.

huerto. Toda la propiedad estaba rodeada de abundante vegetación (figuras 5 y 6).

Sin embargo, una de las características más sobresalientes la constituye el tratamiento de los pisos, pues la composición con que se fue armando la casa es la siguiente: los salones principales son de *parquet* de madera; los cuartos destinados al servicio (la cocina), de cantera, y las áreas públicas fueron terminadas con mosaicos encáusticos, concibiendo un diseño especial para cada espacio. En los que he puesto mayor atención son los del pórtico, pues esos mosaicos fueron elaborados especialmente en una fábrica en Inglaterra. La restauración implicó recuperar esos pisos, lo cual no resultó tarea fácil, ya que las losetas se tuvieron que mandar pedir di-

rectamente a la fábrica Craven Dunnill Jackfiel, que por fortuna aún existe y guarda los moldes originales, tal cual como lo hizo Rivas Mercado hace más de 100 años. Así, con la restauración se colocaron las piezas faltantes.

Además, en vista de su técnica y de su trabajo, esa fábrica es considerada patrimonio de la humanidad, ya que la cerámica encáustica que realizan es hecha a mano, pieza por pieza. Se trata de más de 50000 piezas de mosaicos encáusticos con más de 80 modelos en diferentes tamaños, formas, colores y diseños.¹³

¹³ *El Universal*, 9 de mayo de 2017, recuperado de: <<http://www.eluniversal.com.mx/articulo/cultura/artes-visuales/2017/05/9/casa-rivas-mercado-centro-cultural-en-la-guerrero>>, consultada el 4 de abril de 2018.



Figura 6. Terraza de la casa Rivas Mercado. Fotografía de Teresa Rodríguez Méndez, 2017.

En las figuras 7 y 8 se muestra el piso del pórtico, y aunque muy dañado aún se aprecian los colores originales que el propio Rivas Mercado trazó y coloreó para llevar a cabo la composición del tapete; de ahí la particularidad de ese piso, impregnado del buen gusto del arquitecto Rivas Mercado. En la figura 9 se observa el piso del pórtico ya restaurado, donde se aprecia más a detalle el diseño y los colores.

Se trata de una obra de riqueza y calidad arquitectónica relevante, que refleja un ejemplo de la arquitectura habitacional de su época. Los espacios arquitectónicos de esta casa dan cuenta de la vida cotidiana de entonces, mansión que fue habitada por la familia Rivas Mercado durante más de 20 años. A más de un siglo de su edificación, sigue en pie gracias a sus buenas formas y manufactura. Durante los últimos años del Porfiriato la residencia se convirtió en un punto de reunión social, ya que eran visitados con frecuencia por parientes, amigos, artistas, in-

telectuales y hasta por alumnos del arquitecto. Los años entre 1879 y 1910 fueron los más prolíficos de la vida del arquitecto, pero con la llegada de la Revolución a la capital hubo saqueos y deserción por los rumbos de la colonia Guerrero. A pesar de esto la familia se mantuvo en su casa, utilizando el sótano para su resguardo.

En 1923, una vez concluida la lucha armada, Antonio Rivas Mercado decidió emprender un viaje a Francia en compañía de sus hijos y nietos, con el objetivo de pasar allí una larga temporada, donde vivieron años de una vida desenfadada, viajando por Roma, Italia, Holanda y España.¹⁴ Después de una larga estancia en Europa, el arquitecto regresó a México. El desenlace de don Antonio Rivas Mercado fue el 3 de enero de 1927, a los 72 años de edad: “el oso” se derrumbó en su querida casa de Héroes 45.

¹⁴ T. Rodríguez Méndez, *op. cit.*, p. 72.



Figura 7. Piso del pórtico antes de la restauración de la casa Rivas Mercado. Fotografía de Teresa Rodríguez Méndez, 2017.

Luego de la muerte del arquitecto, y conforme a lo dispuesto en su testamento, Alicia, su hija mayor, quedó en disposición de la casa, mientras que Antonieta, Mario y Amelia recibieron otras propiedades y capital. En 1927 Alicia rentó la casa y Antonieta retiró la totalidad de los muebles para guardarlos en una bodega del convento de San Jerónimo. Es importante señalar que Antonieta, la hija que nació con el siglo xx, heredó el talento y la sensibilidad de su padre y con el tiempo se convirtió en mecenas de la cultura de nuestro país.

A partir de ese momento la casa de Héroes 45 sería vendida a la familia Sosa, que la convertiría en sede del Instituto Washington y a la vez servi-

ría como despacho, oficina, casa y bodega de dicha familia.

En 1985 quisieron demolerla por presentar daños a causa de los temblores de septiembre.¹⁵ Después de un largo proceso, la casa fue rescatada por la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos (CNMH) y por el Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA), que desde 1982 la tenía catalogada con valor artístico.¹⁶ Así, en conjunto con algunos descendientes de la familia Rivas Mercado y el Gobierno

¹⁵ Archivo Histórico Jorge Enciso (AHJE), Coordinación Nacional de Monumentos Históricos (CNMH)-INAH, exp. Casa de Antonio Rivas Mercado, Héroes núm. 43-45, 1986-2003, f. 14.

¹⁶ *Ibidem*, f. 27.



Figura 8. Vista del pórtico. Fotografía del arquitecto Víctor García, 2006.



Figura 9. Piso del pórtico después de la restauración de la casa Rivas Mercado. Fotografía de Teresa Rodríguez Méndez, 2017.

de la Ciudad de México, fue posible recuperarla para protegerla y restaurarla.

Años más tarde se proyectó utilizarla como sede para conmemorar el Bicentenario de Independencia de México y el Centenario de la Revolución Mexicana, para lo cual se creó la Fundación Conmemoraciones 2010, A. C., que buscaba establecer un centro cultural en la casa. Además, se instalarían las fundaciones Rivas Mercado y Conmemoraciones de 2010, circunstancias que tampoco prosperaron.¹⁷

Por fortuna, su restauración inició formalmente en 2007: una de las primeras acciones consistió en demoler la parte de las aulas que colindaban con el inmueble. Los trabajos estuvieron a cargo del arquitecto especialista en restauración de edificios históricos doctor Gabriel Mériego Basurto. Se contempló que la obra estuviera lista a mediados de 2010 para la

conmemoración de las fiestas del Bicentenario. Con el paso de los años, innumerables inconvenientes y desavenencias aplazaron el proceso del rescate, aunque los trabajos llegaron a buen término.

Finalmente, el 8 de mayo de 2017 se inauguró la primera etapa de restauración de la casa. En el discurso inaugural, Ana Lilia Cepeda, presidenta del Patronato Conmemoraciones 2010 A. C., quien además encabezó e impulsó el rescate de la casa, comentó: “La casa tendrá un destino cultural, será un polo de desarrollo para la colonia y la ciudad”.¹⁸

Se pretende que se convierta en un “museo de sitio en donde además de hablarse de los Rivas Mercado, se organizarán visitas previas y se realizarán actividades culturales”. Así pues, desde el comienzo de su rescate se pensó a esta casa como un espacio museístico o centro cultural comunitario, donde se ofrezcan oportunidades para la creación cultural,

¹⁷ Entrevista con el arquitecto Víctor García, de *vg Diseño*, S. A. de C.V., 2015.

¹⁸ *El Universal*, *op. cit.*

para crear arte. Se trata de un proyecto que servirá como catalizador de transformación en la colonia Guerrero.¹⁹ Así pues, la importancia de su rescate no sólo radica en su valor histórico y artístico, o por haber lucido una atractiva ornamentación en la fachada ecléctica que la caracterizaba, o por haber sido reflejo de la opulencia de la familia que la habitó, donde cada espacio fue una respuesta a una forma de vida —sin escatimar recursos económicos, materiales de construcción y elementos decorativos y artísticos técnicamente avanzados—, sino también porque es importante rescatar la imagen del arquitecto a través de la obra más personal que tuvo: su propia casa familiar.

Conclusión

Resulta trascendental que, al tratarse de un personaje que trabajó dentro del régimen de Porfirio Díaz, al igual que todo lo que “oliera” a Porfiriato era condenado al olvido. A través de estas líneas pretendí dar a conocer la obra de un personaje emblemático, esbozando una de sus tantas obras que no es pública ni monumental, pero que encierra los aspectos más relevantes del pensamiento y de los manejos de los espacios que tenía, tal como quedó plasmado su propio estilo. De ahí la importancia del rescate.

Aunado a esto, no puedo dejar de lado que dentro de la casa se gestaron dos etapas distintas igual de importantes: la primera con Antonio Rivas Mercado, quien la diseñó y la construyó. Ahí vivió y ahí se generaron los proyectos más importantes de su trayectoria, como el Monumento a la Independencia. Y la segunda por la relevancia que tiene con

la generación de su hija Antonieta Rivas Mercado, pues dentro de esas paredes se gestaron dos proyectos importantes de la cultura mexicana, como fueron el teatro y la música.

La casa constituye un ejemplo de riqueza arquitectónica y también espiritual. Dentro de sus salones aún guarda la creación, la creatividad, el talento y el despliegue de mucho trabajo tanto arquitectónico como intelectual. Aunado a lo anterior, considero que el rescate, la restauración y la conservación de esta casa son fundamentales para la memoria de la colonia, pero también es indispensable el rescate del espacio público, la rehabilitación de la zona, que es de vital importancia para que la casa pueda resaltar. La intención no sólo es la conservación física, sino también el desarrollo de la misma, para que converja su pasado con un presente que permita la integración de la sociedad bajo una vital propuesta cultural que responda a las necesidades de la población, y ya no sólo de la colonia, sino también de la ciudad, para que esta casa siga en pie.

Los esfuerzos han sido muchos y diversos. Como sabemos, su rescate requirió de apoyo económico y humano tanto de las autoridades como de la sociedad. Es decir, demandó altos costos, y su conservación necesita personal especializado. Por eso, la sociedad, junto con las autoridades, debemos comprometernos en la gestión y el rescate del patrimonio cultural, a fin de preservarlo y mantenerlo. La casa de Antonio Rivas Mercado es una clara muestra de que entre sociedad y autoridades se puede llevar a buen puerto el rescate del patrimonio arquitectónico.



¹⁹ AHJE-CNMH-INAH, *op. cit.*, f. 31.

La arquitectura de madera en el Porfiriato yucateco

Fecha de recepción: 31 de julio de 2018.

Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2018

La arquitectura de madera en Yucatán, en particular la producida durante el Porfiriato, ha sido injustamente ignorada por la mayor parte de los estudiosos de la historia de la construcción locales. Relacionada con el auge henequenero que propició la rápida expansión de la ciudad, la proliferación de inmuebles en planta abierta en las haciendas y las zonas de equipamiento de Mérida, así como con la llegada de nuevos tipos constructivos derivados de la mayor relación económica y cultural de Yucatán con Europa y Estados Unidos, tal arquitectura es una parte importante de la historia constructiva de la entidad y, por lo tanto, debe ser registrada y estudiada. Aun cuando muchos de los principales ejemplos ya fueron destruidos, quedan excelentes ejemplos de la misma, en especial en las haciendas. En este trabajo se contribuye al estudio para iniciar un camino hacia su revaloración y reconocimiento.

Palabras clave: arquitectura, madera, haciendas.

Wooden architecture in Yucatan, particularly that produced during the age of Porfirio Díaz, has been unjustly overlooked by scholars in the history of local construction. This architecture, related to the henequen boom that led to the rapid expansion of the city, the proliferation of open-plan constructions on haciendas and equipment areas of Mérida, and the arrival of new building types derived from the greater economic and cultural relationship of Mexico with Europe and the United States, is an important part of the constructive history of the state of Yucatán that therefore must be registered and studied. Even though many of the main examples have already been destroyed, superb examples of this type of architecture still survive especially on haciendas. This work contributes to the study of this architecture to pave the way to its reappraisal and recognition.

Keywords: architecture, wood, haciendas.

La historia de la construcción en México, y en cualquier lugar, no sólo se conforma a partir de los grandes momentos de cambio o los grandes tipos constructivos, que son fácilmente identificables y que de alguna manera marcan puntos de inflexión en la misma. Al igual que la historia en general, la de la construcción se construye a partir de la historia particular de elementos menos llamativos y valorados, pero que indudablemente forman parte del complejo entramado que ha llevado a la concreción material de nuestras ciudades en el presente.

Uno de estos aspectos, poco valorados en nuestra arquitectura yucateca, y por ello en mayor riesgo de perderse, es la arquitectura de madera. Ésta forma una parte importante de la historia constructiva del estado de Yucatán, tanto en la fabricación de viviendas como en la de espacios públicos y comerciales, en particular en grandes casas de máquinas de las haciendas henequeneras. Antes de la llegada de las estructuras de hierro a nuestro estado, a finales del siglo XIX, y aún algunos años después, los grandes claros requere-

* Centro INAH Yucatán.

** Coordinador de la licenciatura en diseño del hábitat, Universidad Autónoma de Yucatán.



Figura 1. Casa de madera que aún existe en el Paseo de la Reforma, una de las pocas que perviven en la ciudad de Mérida. Fotografía de Rubén Vega.

ridos para los almacenes, bodegas, fábricas, talleres, casas de máquinas, etc., fueron resueltos utilizando estructuras de madera con cubiertas de lámina, cuya solidez y estabilidad se ha comprobado a través del tiempo, ya que algunas aún existen, aunque muchas fueron sustituidas por estructuras metálicas, no por fallas de las primeras, sino por ese sentido de la modernidad que lleva a privilegiar técnicas nuevas por encima de las que han ya probado su eficacia, y en algunos casos por el temor a ese enemigo implacable de las construcciones de ese tipo: el fuego.

El panorama es semejante en la vivienda. Las casas hechas de madera abundaron a principios del siglo xx, cuando la expansión constructiva de la ciudad, detonada por el *boom* henequenero, demandó soluciones rápidas y funcionales. Sin embargo, la mayoría de

ellas se han perdido y sólo se conservan escasos ejemplos, como la Casa de Reforma, las Casas de la Alianza y otros menos conocidos (figura 1).

La arquitectura de madera forma una parte importante de la historia constructiva de Yucatán, y por eso debe ser registrada y estudiada. Este trabajo pretende contribuir al estudio de esta arquitectura, en particular la producida durante el periodo porfiriano en Yucatán, relacionada con el auge henequenero que propició la rápida expansión de la ciudad de Mérida, la proliferación de construcciones en planta abierta en las haciendas y las zonas de equipamiento de la ciudad, así como la llegada de nuevos tipos constructivos derivados de la mayor relación económica y cultural de la entidad con Europa y Estados Unidos.



Figura 2. Casa esquinera de madera y cubierta de lámina, ubicada en uno de los suburbios de Mérida, actualmente inexistente. Fotografía de Rubén Vega.

Para este trabajo partimos del estudio de los escasos registros documentales y fotográficos existentes y del análisis de los ejemplos pervivientes, utilizando herramientas como la reconstrucción virtual a partir de las evidencias materiales para entender y exponer los enormes valores patrimoniales que posee esta arquitectura (figura 2).

La construcción de madera porfiriana

El periodo porfiriano, en particular en los primeros años del siglo xx, fue de grandes cambios y procesos sumamente acelerados en Yucatán, y por supuesto la construcción no fue una excepción. Se introdujeron nuevos materiales y sistemas constructivos provenientes del extranjero y se privilegiaron aquellos

que respondieron mejor a los requerimientos de la nueva época. En este contexto, en el cual el acelerado proceso comercial y tecnológico requirió de espacios amplios, en planta libre, con gran rapidez de edificación y facilidad de ampliación y adaptabilidad para su uso como fábricas, talleres, almacenes, casas de máquinas, etc., la madera jugó un papel esencial en la elaboración de estructuras en una o varias aguas con cubiertas de lámina, de paja o de teja, tanto en la ciudad de Mérida como en el interior del estado y en las haciendas en expansión. Asimismo, la llegada de nuevos habitantes a la ciudad, atraídos por el esplendor porfiriano y que requerían de espacios para vivir, demandó la construcción de viviendas en el menor tiempo y al menor costo posible, lo cual hizo que en los barrios porfirianos de

Mérida se multiplicaran las casas de madera de diferentes complejidades.¹

La arquitectura no habitacional en la ciudad de Mérida

Durante el auge henequenero, el proceso de extracción, transformación y comercialización del henequén generó la aparición de un enorme mercado interno de equipamiento y servicios que creó nuevas necesidades de espacios que debieron ser rápidamente satisfechas, las cuales se materializaron en la construcción de una creciente cantidad de edificios y conjuntos utilitarios en la ciudad de Mérida y en el área rural.² Muchos de estos edificios fueron resueltos en madera, al menos parcialmente, con lo que las construcciones de este tipo se desarrollaron significativamente, utilizándose para edificaciones con usos diversos como estaciones de ferrocarril, almacenes, bodegas, naves para fábricas, mercados y quioscos, entre otros.

Las construcciones para estos usos de soporte —almacenes, fábricas y bodegas— fueron generalmente resueltas con sistemas mixtos de muros de mampostería y cubiertas con armaduras de madera y lámina, de diferentes grados de complejidad: desde armaduras simples con una pendiente hasta arma-

duras complejas con cuatro aguas, ventilas y cumbreas. Asimismo existieron ejemplos de edificaciones hechas totalmente de madera, incluyendo los muros, aunque con una expresión fisonómica simple y sin mayores ornamentos, de acuerdo con la racionalidad de su uso. Desafortunadamente, la gran mayoría de estas construcciones se ha perdido en la zona central de la ciudad de Mérida³ (figura 3).

En contraste, lejos de ser consideradas sólo como edificios utilitarios, las construcciones de madera para edificios públicos eran diseñadas cuidadosamente en todos sus detalles, logrando obras cuya ligereza visual las hace muy atractivas. En estas construcciones fue muy común el uso de arcadas hechas mediante tablonés de madera recortados, fijados sobre postes con una función estructural. Estas arcadas evidentemente tenían una función ornamental y constituían una forma de integrarse a los tipos arquitectónicos de la arquitectura de mampostería.

En muchas ocasiones las arcadas eran resaltadas con tableros y medallones sobre las claves, y estuvieron formadas con arcos de muy diversos trazos: medio punto, rebajados, escarzanos, trilobulados y hasta ojivales. En algunos casos, en especial cuando las columnas de madera eran muy gruesas, utilizaban arcadas con doble vista con tambor intermedio (figura 4).

Entre las principales construcciones de madera levantadas para la época podemos citar las estaciones de ferrocarriles, en particular la del ferrocarril de Mérida a Peto, construida hacia 1890; salones de espectáculo como el teatro Apolo de 1915 y, por supuesto, el primer mercado Lucas de Gálvez, inaugurado el 16 de septiembre de 1887. Este mercado,

¹ Según comenta Suárez Molina, en 1850 la ciudad de Mérida contaba con aproximadamente 26068 habitantes, y para 1900, apenas 50 años después, ya tenía 51468, lo cual implica casi 100% de aumento poblacional, que desde luego no se refería a la tasa de crecimiento natural, sino que estaba fuertemente ligado con la inmigración. En ese mismo año Mérida contaba con 11764 casas habitadas por 11197 familias. Víctor M. Suárez Molina, *La evolución económica de Yucatán a través del siglo XIX*, Mérida, UADY, 1977, t. 1, p. 95. Véase asimismo el apartado “Las casas de madera” en Rubén Vega González, *La industria de la construcción en Yucatán. Su origen y su repercusión en la arquitectura de las haciendas*, Mérida, UADY, 2012, p. 103.

² Para un riguroso y analítico estudio acerca del equipamiento erigido en el Porfiriato para sustentar la producción y el comercio henequeneros, véase Laura María Sáenz Cetina, “El equipamiento de apoyo a la industria henequenera. Transformador arquitectónico de la ciudad de Mérida”, tesis de maestría en arquitectura, Facultad de Arquitectura-UADY, 2002.

³ En el área central de la ciudad de Mérida, limitada por los originales cuatro cuarteles, no quedan más allá de tres o cuatro estructuras de madera porfirianas de las muchas que existían, que servían para usos básicamente de equipamiento. Algunas de ellas aparecen mencionadas en el trabajo de la maestra Laura Sáenz (*op. cit.*), y de todas las incluidas en el texto sólo subsiste parcialmente la del taller Dutton.

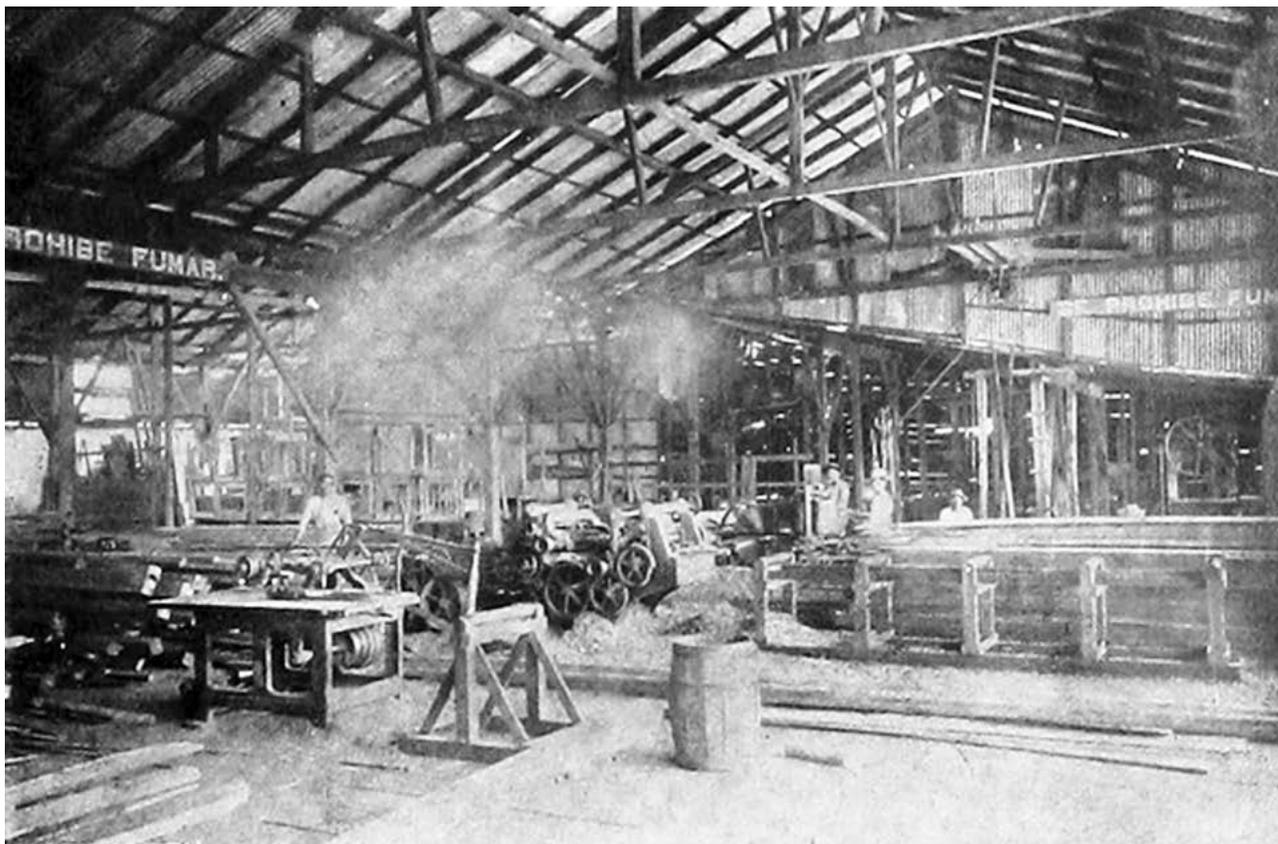


Figura 3. Vista del interior del taller de Agustín Vales, mostrando la estructura de madera y lámina de la techumbre. Fuente: *Reminiscencia histórica ilustrada de las fiestas presidenciales en la ciudad de Mérida, Yucatán*, 1906.

cuyo diseño sirvió de modelo para otros del interior, como el de Tizimín, constituye uno de los ejemplos más relevantes y característicos de la arquitectura de madera en el Porfiriato yucateco, como bien analiza Espadas Medina.⁴ Originalmente se concibió como un doble cuadrángulo concéntrico formado por columnas de madera, delimitando un área central y un pasillo exterior. Esta estructura, compuesta por columnas cuadradas de madera unidas entre una y otra con arcos del mismo material y con las albanegas resaltadas con tableros, sostenían una cubierta de lámina a cuatro aguas que tenía una pri-

⁴ La descripción que haremos del edificio del primer mercado Lucas de Gálvez se basa en el trabajo del arquitecto Aercel Espadas Medina, *El modernista bazar-mercado de Mérida. De la modernización yucatanense-porfirista, 1880*, Mérida, UADY/INAH, 2010.

mera pendiente correspondiente al pasillo exterior hasta el paño de los arcos que delimitaban el área central, y ese paño, sobre la cúspide de la pendiente se levantaban un tramo de ventilas de madera que permitían el flujo del aire para refrescar el interior. Sobre el nivel de las ventilas se completaban las pendientes de las cuatro aguas, confluyendo en una cumbre de lámina.

El pasillo exterior tenía un tapanco, también de madera, que probablemente formaba un área de almacenaje a manera de buhardilla. El área central no tenía este tapanco, a fin de permitir la ascensión del aire caliente; con este mismo objetivo tenía una celosía vertical formada por listones de madera entrecruzados por encima del nivel de los arcos y hasta el nivel de la ventilas, lo que permitiría la

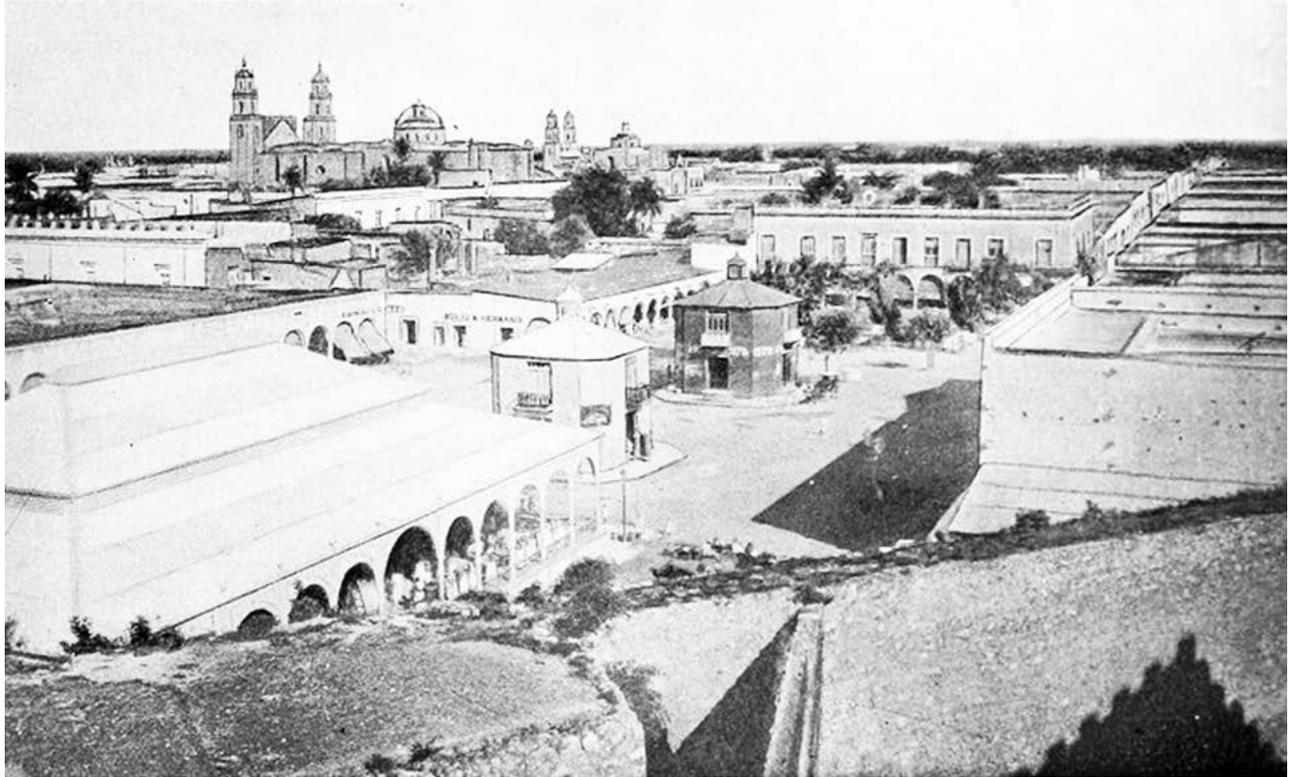


Figura 4. Vista del primer mercado Lucas de Gálvez, donde se aprecia la fachada oriente con sus 11 arcos de madera, con el central de mayor tamaño. Fuente: Marie Robinson Wright, *Picturesque México*, 1897.

ventilación de las mercancías almacenadas en los tapancos (figura 5).

El interior era una planta libre delimitada por el mobiliario de madera de cada uno de los puestos. En este edificio podemos ejemplificar algunas de las características de la arquitectura de madera porfiriana: su rapidez y facilidad de edificación, su racionalidad constructiva, su versatilidad funcional, su diseño estético utilizando elementos como los tableros y medallones en las arcadas, las celosías de listones y los arcos de mayor tamaño en accesos, y su intento de adaptación ambiental a través de los tapancos que aislarían el calor y las ventilas que permitirían el flujo del aire caliente.

Sin duda, uno de los principales factores que provocaron el abandono de la construcción en madera en los edificios públicos y utilitarios en el área central de la ciudad fueron los incendios que periódicamente

afectaban al gran número de almacenes y fábricas que existían en esta zona. Por eso, desde los primeros años del siglo xx se tomaron medidas para desalentar la construcción de nuevas edificaciones de este material, con la intención de sustituirlas por materiales menos combustibles.⁵

Las casas de madera porfirianas

Sin duda alguna las casas de madera constituyen un buen ejemplo de arquitectura de madera desarrollada en Yucatán, y al mismo tiempo del peso de

⁵ Uno de los mayores incendios que asoló la zona comercial de Mérida fue el ocurrido el 3 de octubre de 1903 en la llamada calle ancha del Bazar. El fuego afectó muchos de los edificios, que tuvieron que ser reconstruidos. A partir de ese momento se desalentó la construcción con madera en la zona, llegando a establecerse prohibiciones en los reglamentos subsecuentes.

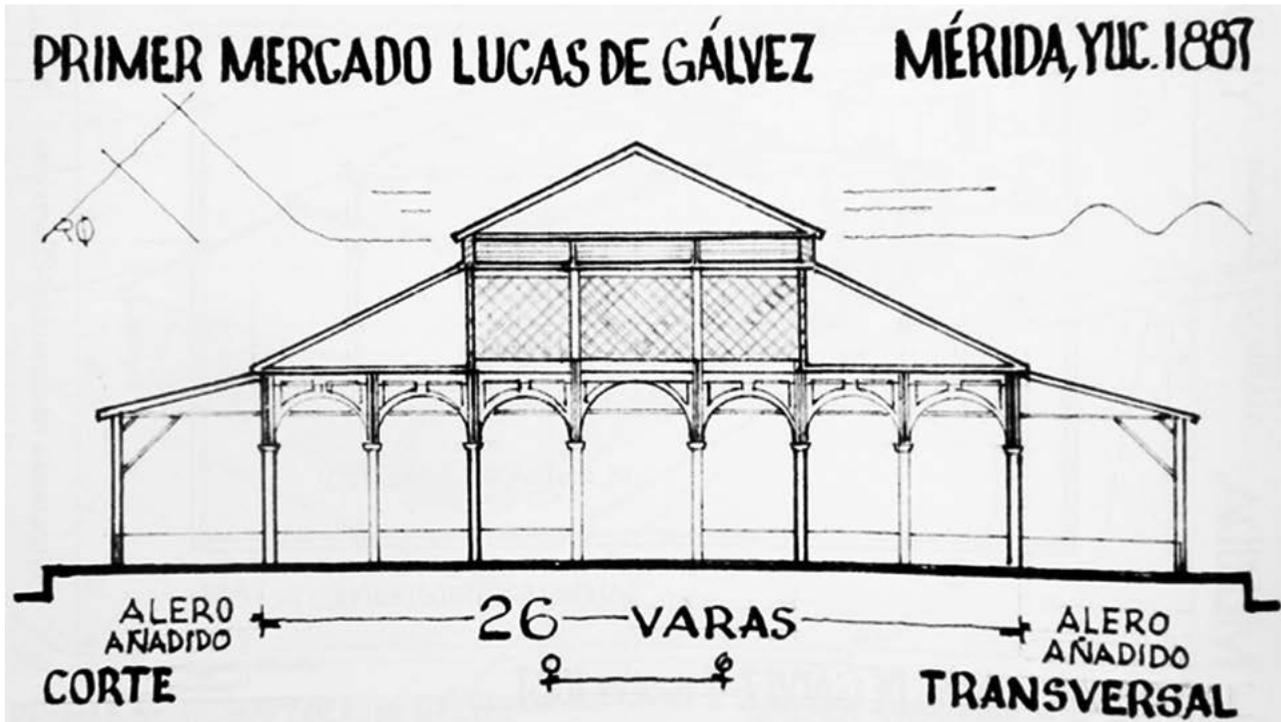


Figura 5. Corte del primer mercado Lucas de Gálvez, donde se aprecian los arcos de madera, las celosías y los tapancos, así como las ventilas superiores. Fuente: Arcel Espadas Medina, *El modernista bazar-mercado de Mérida. De la modernización yucatanense-porfirista, 1880*, Mérida, UADY/INAH, 2010.

la relación comercial que existía con el extranjero. Casas hechas con maderas no producidas en nuestro estado e importadas en todas sus piezas, hasta el mínimo detalle, hablan de una gran dependencia comercial y de un mercado de materiales saturado por materiales provenientes del extranjero.⁶

Desde luego, no todas las casas de madera eran importadas como unidades prefabricadas en todas sus piezas, pero es muy probable que la gran mayoría de la madera utilizada, tanto en las estructuras como en los recubrimientos y accesorios, fuera importada de Estados Unidos, como parecen probarlo los grandes volúmenes de importación de madera

⁶ Para un estudio sobre la importación de materiales de construcción en el estado de Yucatán durante esa época, incluyendo la madera y las propias casas de madera, véase Rubén Vega González, "El comercio de materiales de construcción en Yucatán durante el Porfiriato", *Cuadernos de Arquitectura de Yucatán*, núm. 7, 1994, pp. 30-38.

ordinaria, machihembrada y labrada que se registraron a partir de la década de 1880. De hecho, para 1883, entre los registros de importación aparecen 193 bultos de "casas de madera" enviadas desde Nueva York a la empresa del ferrocarril⁷ (tabla 1).

Aunque existen referencias de importación de casas de madera desde mediados del siglo XIX,⁸ sin duda el auge de las construcciones de madera en Yucatán se dio a partir de un evento sumamente significativo en la historia del estado: el traslado en

⁷ Registros de importación del 27 de enero de 1883, *El Eco del Comercio*.

⁸ La primera referencia de una casa de madera importada a nuestro estado corresponde a la traída desde Nueva Orleans junto con la máquina desfibadora para la hacienda Conkal, en 1853. *Apud* Narcisa Trujillo, "Las primeras máquinas desfibadoras de henequén", en *Enciclopedia Yucatanense*, t. III, México, Gobierno de Yucatán, 1944, p. 63. Sin embargo, es muy probable que en este caso la "casa" se refiera a una caseta de protección para la maquinaria.

Tabla 1. Estadística de importación de maderas en Yucatán

Año	Mad. Ord. Cons. (kg)	Machihembrada (m ²)	Nacional (kg)
1895	1 412 786	25 712	241 419
1896	2 347 256	42 391	392 179
1898	6 030 430	60 623	490 292
1900	7 529 415	104 481	746 340
1902	20 295 321	340 532	1 389 068
1904	7 696 324	144 317	2 866 206
1908	1 650 284	77 914	1 868 670
1910	3 467 969	470 267	720 176

Fuente: *Boletín de Estadística*. Años señalados.

1871 de la aduana de Sisal a Progreso, y el consiguiente *boom* constructivo de ese puerto, cuya rápida expansión, debido al gran movimiento comercial que significó y la repentina facilidad de importación a través del mar de materiales como la madera y la lámina de zinc y galvanizada provenientes de Estados Unidos y las tejas de barro importadas de Francia, fueron factores que se conjugaron para lograr un tipo constructivo rápido, eficiente, agradable visualmente y adaptado a las condiciones climáticas del lugar, el cual utilizaba la madera como material básico de construcción, en especial asociada a la teja de barro francesa, que hizo su entrada al estado en las décadas de 1860 y 1870.⁹

Las construcciones de madera constituyeron una de las tipologías constructivas dominantes en Progreso, no sólo en edificios habitacionales, sino también para los grandes depósitos y almacenes, para estaciones, casas comerciales, hospedajes,¹⁰ edificios públi-

cos¹¹ y en casi todos los géneros edificatorios. En su estudio sobre la tipología arquitectónica de Progreso, el doctor Pablo Chico¹² relaciona al menos tres tipos de casas hechas totalmente con muros de madera y cubiertas de teja de barro o lámina, además de otros tipos en los que se mezclan muros de mampostería o ladrillo con cubiertas hechas de estructuras de madera y lámina de zinc o tejas de barro. Al referirse a la madera utilizada en las construcciones de madera en Progreso, el doctor Chico afirma:

Es casi seguro que se trataba de madera de importación, que llegaba en medidas estandarizadas y ya lista para ser ensamblada en obra; también debieron ser productos de importación algunos detalles de madera que enmarcan las puertas, como pilastrillas, ménsulas y cornisuelos, o bien las guardamalletas o lambrequines de los aleros, o la madera calada como encaje, en el intradós de los cerramientos.

Desafortunadamente, a casi 30 años del estudio citado, la gran mayoría de las construcciones he-

⁹ Roberto Reyes Pérez y Rubén Vega González, "La teja plana de barro en la arquitectura yucateca", en Manuel Arturo Román Kalisch y E. Canto Cetina (coords.), *Tecnohistoria. Objetos y artefactos de piedra caliza, madera y otros materiales*, Mérida, UADY/INAH, 2014.

¹⁰ R. y P. Burgos Villanueva, y Yoly Carrillo, "Los portales de madera frente a la estación del ferrocarril en Progreso", *Cuadernos de Arquitectura de Yucatán*, núm. 5, 1992, pp. 22-28; R. Frías Bobadilla, *Monografía histórica, geográfica, marítima y cultural del puerto de Progreso de Castro, Yucatán*, Progreso, H. Ayuntamiento Constitucional de Progreso, 2006.

¹¹ Véase la fotografía publicada en *El Eco del Comercio*, 26 de septiembre de 1902, donde se aprecia el hospital del puerto hecho de madera.

¹² Pablo Chico Ponce de León, "Desarrollo histórico de la tipología arquitectónica de Progreso, Yucatán", *Cuadernos de Arquitectura de Yucatán*, núm. 3, 1990, pp. 5-19.

chas con madera en Progreso han sido sustituidas a través del tiempo y han desaparecido en la actualidad, quedando apenas unas cuantas viviendas de este tipo arquitectónico¹³ (figura 6).

En Mérida, las casas de madera techadas con zinc, hierro galvanizado o teja comenzaron a surgir por esas fechas en los suburbios de la ciudad, y un poco más adelante en las primeras colonias como Itzimná y Chuminópolis.

El rápido crecimiento poblacional provocado por el auge del comercio henequenero y la inmigración generada por la guerra de castas creó un sector de pobladores de recursos medios y con necesidades de vivienda que fueron desplazados hacia los suburbios de la ciudad debido a los altos precios de las propiedades en las zonas centrales.¹⁴ Para solventar sus necesidades habitacionales, en algunos casos esta población recurrió a la construcción de casas de madera utilizando materiales importados de pino y pinotea con diseños locales, adecuándose a las limitaciones dimensionales del terreno, por lo general sencillos, si bien algunos de ellos son de buena calidad.

Es difícil valorar con exactitud el impacto de las construcciones de madera en los suburbios de la ciudad de Mérida durante el Porfiriato, ya que la mayoría de estas casas se han perdido y no contamos con registros de su número; sin embargo, considerando las cantidades de madera machihembrada im-

portada por eso años, que en 1902 alcanzaron más de 350 000 m²,¹⁵ junto con las escasas fotos de los suburbios existentes, podemos decir que las casas de madera, con cubiertas de lámina o teja, fueron un componente importante en la imagen urbana de los suburbios de la Mérida porfiriana.¹⁶

Desde luego, la arquitectura de madera en las casas habitación no solamente tuvo presencia como elemento predominante de la construcción. Muchas casas de mampostería con techos de *bah-pec* tuvieron muros divisorios de madera llamados “tabiques” y portales de madera traseros o delanteros hechos con estructuras ligeras del mismo material cubiertas con teja o lámina, en muchos casos formando arcadas abiertas o cerradas con cristales o ventilas y en algunos otros utilizando listones de madera para formar celosías que filtraban la luz solar hacia estos espacios (figura 7).

Más allá de los suburbios, en los nuevos desarrollos habitacionales las casas de madera también tuvieron presencia. En el caso de Itzimná y Chuminópolis, primeras colonias de Mérida, ambas planteadas bajo el concepto de quintas de campo estacionales, las construcciones de madera jugaron un papel esencial en su desarrollo. En Itzimná, aunque ya existían construcciones de materiales menos perecederos a principios del Porfiriato, el auge desarrollista que sufrió la colonia a finales del siglo XIX, cuando fue elegida como lugar de veraneo para las clases altas del henequén, promovió la construcción

¹³ Como bien menciona Pablo Chico, dos de los principales factores que han hecho que la arquitectura de madera en Progreso desaparezca son los incendios y los ciclones. Los primeros, como el acaecido en marzo de 1881, apenas a algunos años de fundado el puerto, devastaron sobre todo el área comercial en repetidas ocasiones, y los segundos, que hasta el día de hoy azotan periódicamente el puerto, destruyendo en forma violenta o gradual la arquitectura habitacional de madera, en especial la cercana a la playa.

¹⁴ Cabe mencionar que en Mérida, a diferencia de otros lugares del país, el fenómeno de las vecindades como respuesta a la necesidad de vivienda de sectores medios y bajos fue prácticamente inexistente.

¹⁵ *Boletín de Estadística*, 1902, tabla 1.

¹⁶ Como referencia, en la escasa documentación con que contamos existe un documento de remate de la empresa de Dondé y compañía, en el cual se relacionan 20 predios rematados, todos ubicados en los suburbios: 13 tenían paredes de madera, y de éstos, 11 tenían techo de teja y dos de zinc; aunque desde luego esto no constituye una muestra estadística, nos da una idea de la importancia que las construcciones de madera tenían en la composición edilicia de los suburbios de Mérida a finales del siglo pasado. “Remate de los predios inventariados... por el juicio de quiebra de Dondé y Ca”, *El Eco del Comercio*, 21 de marzo de 1896.



Figura 6. Casa suburbana de madera de escaso frente pero de delicado diseño. Nótese la cornisa de madera, los dentículos, el enmarcamiento con su frontón semicircular con un sol radiante inserto, entre otros aspectos. Actualmente ya no existe. Fotografía de Rubén Vega.

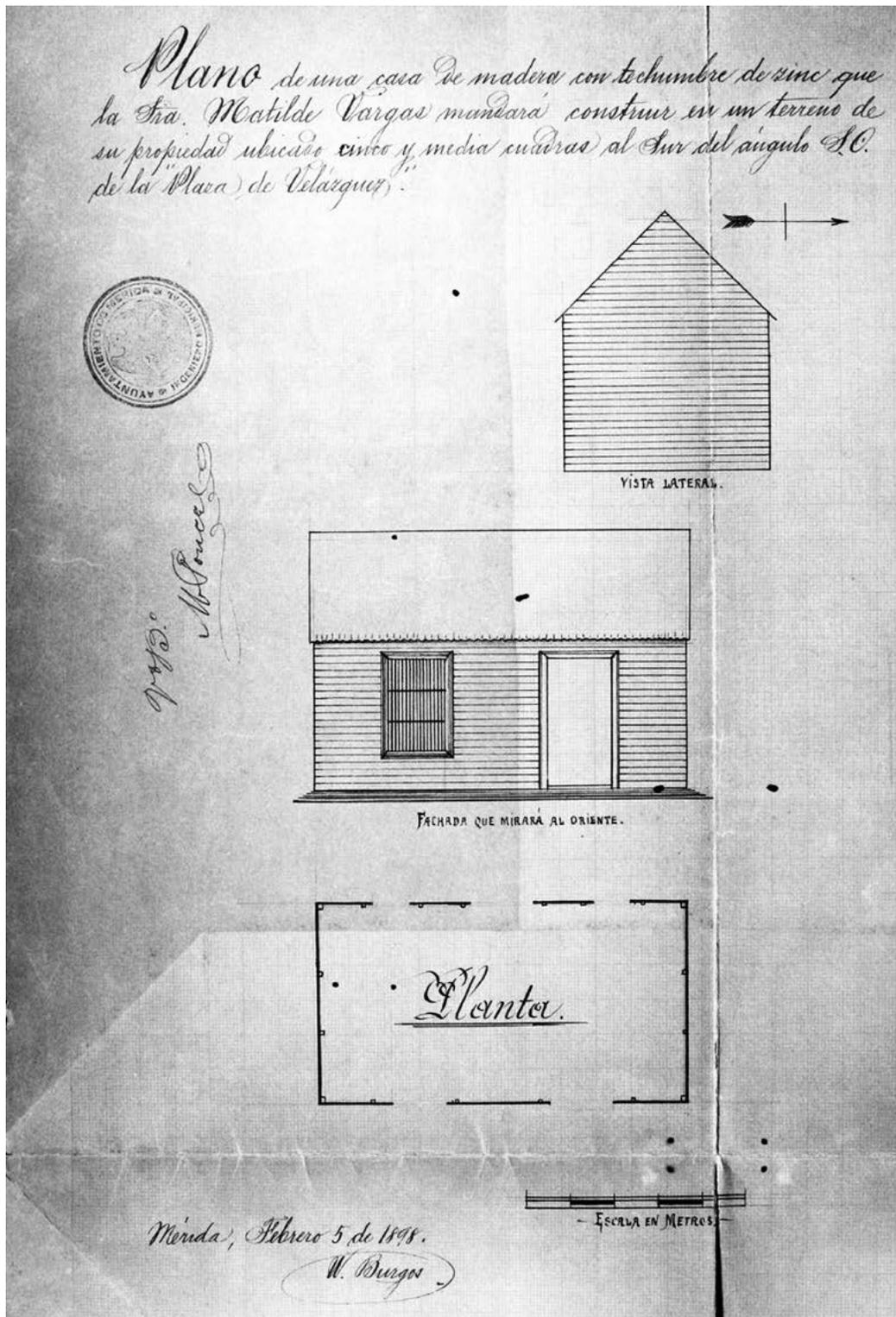


Figura 7. Plano de una casa de madera para la señora Matilde Vargas, a construirse en el suburbio de Santiago, 1898. Fuente: Biblioteca Virtual de Yucatán.

de casas con portales de madera, algunas de ellas de alta complejidad volumétrica, quizá con base en la identificación de la arquitectura de madera con la arquitectura veraniega, aunado a la facilidad constructiva y la rapidez que permitía el sistema.

Hasta hace poco tiempo existía un buen ejemplo de esta arquitectura en la zona de Itzimná, que hoy ya fue destruida, aunque por fortuna quedó registrada por el arquitecto Pablo Chico: una vivienda construida en un sistema mixto de mampostería y madera en dos niveles con portales delanteros en las dos plantas (figura 8).

El ejemplo más relevante que subsiste de este tipo de arquitectura en Itzimná es sin duda el conjunto de casas de La Alianza, diseñadas por el arquitecto español Ángel Cano e Infante para la empresa del mismo nombre, como un primer intento de especulación inmobiliaria en esta zona.¹⁷ Un conjunto de seis casas de mampostería con portal delantero de madera cubierto de lámina con cinco arcos con tableros resaltados: el del centro marca el acceso, rebajado, y los laterales son pinjantes.

Quizá el caso más claro de la utilización de la arquitectura de madera como imagen de descanso y de tranquilidad fue el de la colonia Chuminópolis, fundada en 1889 por el señor Domingo Sosa Escalante como una zona de descanso donde las personas de Mérida pudieran ir “durante la temporada de calores”. Para acentuar este carácter de descanso, y quizá con la intención de agilizar la comercialización de la colonia, el señor Sosa decidió importar de Nueva Orleans 30 casas de madera prefabricadas de dos plantas,¹⁸ para lo cual, el 6 de agosto de ese año se

embarcó hacia el mencionado puerto estadounidense. No tenemos la fecha de erección de las casas ni fotografías, pero entre los predios rematados siete años más tarde, propiedad de la empresa Dondé y Compañía, encontramos la descripción de dos casas de madera de dos pisos ubicadas en Chuminópolis que muy probablemente formaron parte de las 30 que se trajeron.¹⁹ Hoy sólo sobrevive una parte de una de las casas, y hasta hace unos años quedaba una casi completa, la cual fue demolida para subdividir el lote en dos partes (figura 9).

Un caso distinto a los anteriores fue el de la colonia San Cosme, hoy llamada García Ginerés, ya que ésta no fue fundada como un asentamiento de ocupación estacional, sino como una colonia agrícola. Allí también se establecieron construcciones de madera al inicio de su ocupación.²⁰ De acuerdo con las fotos existentes, podemos decir que casi todas ellas al parecer estaban hechas artesanalmente y no prefabricadas. Existen testimonios de muchas de ellas y algunas fotografías, pero en la actualidad prácticamente no subsiste ninguna.

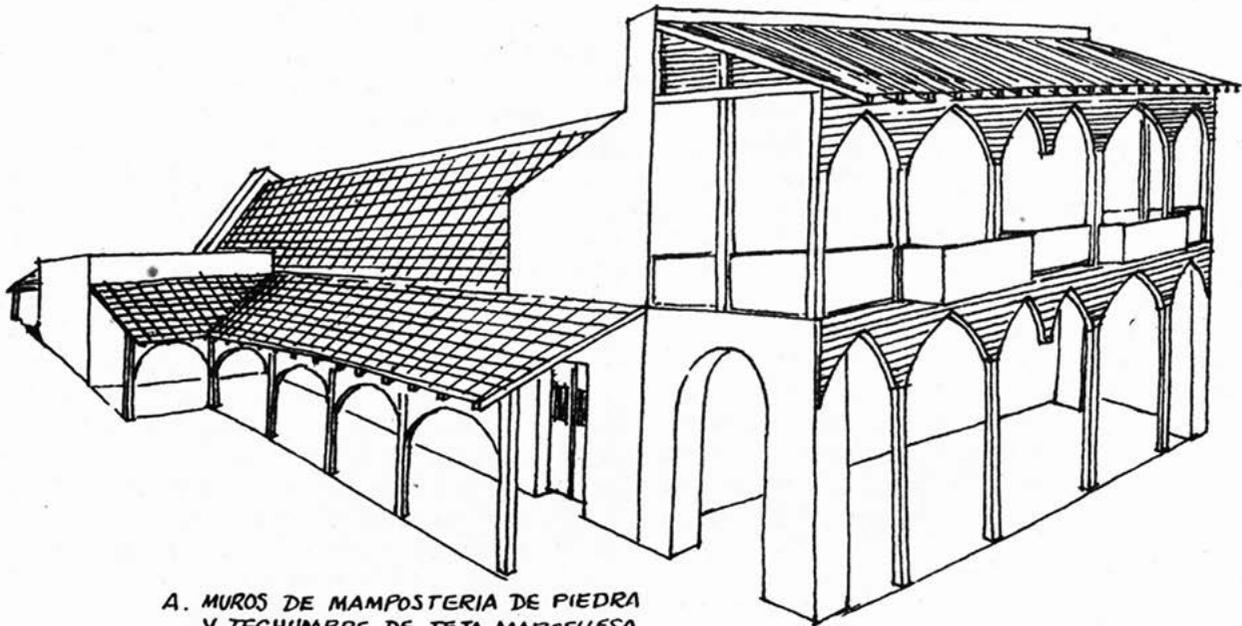
Aunque no contamos con los registros de las marcas de casas de madera que se importaron a Yucatán por esos años, sabemos que entre los catálogos y revistas que podían leerse en el estado se encon-

¹⁷ El caso de la empresa inmobiliaria La Alianza se trata con mayor amplitud en R. Vega González, “El ensanche de Mérida durante el Porfiriato”, en Lucía Tello Peón y Alfredo Alonzo Aguilar (coords.), *Evolución y estrategias del desarrollo urbano ambiental en la península de Yucatán*, Mérida, FAUADY, 2003, pp. 99-116.

¹⁸ Véase la descripción del proyecto de fundación de esta colonia en el artículo “Colonia”, publicado en *El Eco del Comercio*, 9 de febrero de 1889.

¹⁹ “Casa de madera de dos pisos con balcones arriba y abajo, volados y corridos por los lados oriente y poniente: la planta alta con tres piezas con puertas y ventanas a los balcones de ambos lados, puertas de comunicación entre las piezas, escalera de pino-tea. La planta baja se compone de tres piezas con puertas y ventanas a los balcones de ambos lados: además tiene en los extremos del corredor o balcón que da al patio formando cocina al norte y departamento con escusado inglés, al sur una escalera que arranca de la puerta de la cocina y conduce a la planta alta por el balcón del patio, situada en la manzana 2a. de Chuminópolis en la calle 59 casa No. 523 que consta de 33 varas de frente por 29 de fondo y que está valuada en \$2 000”, “Remate de los predios inventariados... por el juicio de quiebra de Dondé y Ca.”, *op. cit.*

²⁰ L. Ramírez Aznar, “Breve historia de la colonia García Ginerés y del parque de Las Américas”, *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán*, núms. 258-259, 2011, pp. 71-82.



- A. MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA Y TECHUMBRE DE TEJA MARSELLESA A DOS AGUAS.
- B. MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA Y TECHUMBRE PLANA CON VIGAS DE FIERRO

- C. ESTRUCTURA DE MADERA Y TEJA
- D. ESTRUCTURA DE MADERA Y LAMINA DE ZINC.
- D. CELOSIA DE MADERA Y TECHO CON TEJA .

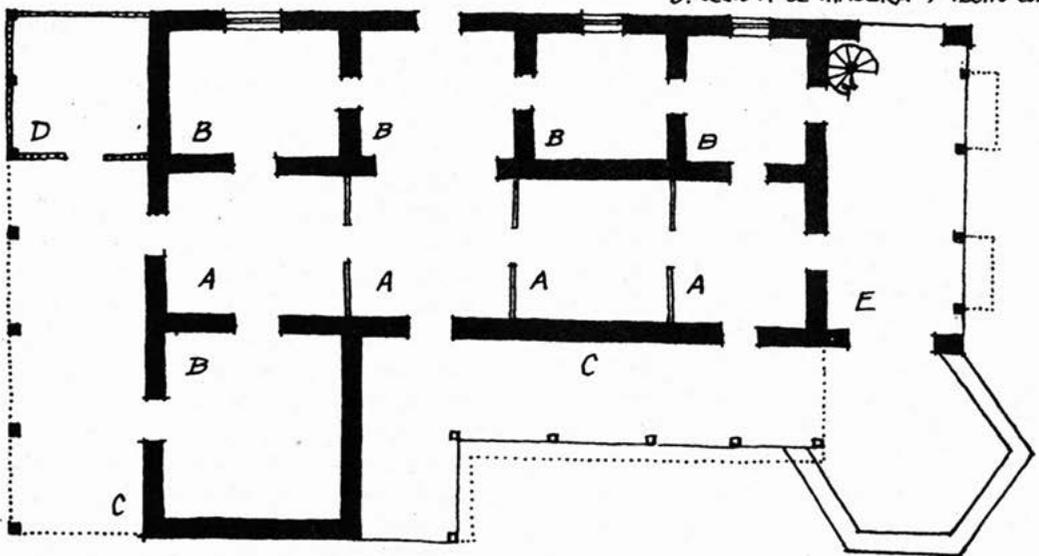


FIGURA 7. Planta y apunte en perspectiva de una casa del Tipo 5 en Itzimná, ciudad de Mérida; 1900 ca.

Figura 8. Planta y apunte de una casa de madera en Itzimná. Fuente: Pablo Chico Ponce de León, "Desarrollo histórico de la tipología arquitectónica de Progreso, Yucatán", Cuadernos de Arquitectura de Yucatán, núm. 3, 1990.



Figura 9. Casa de madera en Chuminópolis, hoy inexistente. Fotografía de Rubén Vega.

traban diferentes anunciantes, como la Compañía Americana de Casas Portátiles, de Nueva York; la Ducker Portable House Company, también de Nueva York; la New York & Flushing Lumber & Building Company, y la T. W. Harvey Lumber Company, de Chicago, Illinois.²¹

La adaptación climática

La arquitectura de madera porfiriana estuvo indisolublemente ligada a dos materiales ligeros de cubierta: la lámina corrugada de zinc o galvanizada y la teja de barro. Evidentemente, en los espacios donde eran necesarios claros mayores, como en los edificios fabriles, talleres e inmuebles públicos, la lá-

mina de zinc constituyó una mejor opción dada su economía relativa ante la teja, por su menor peso y por sus mayores dimensiones modulares. Esta asociación incidió en la adaptación ambiental de los edificios de madera a nuestro clima.

Evidentemente, los edificios cubiertos con lámina tuvieron una menor adaptación climática. Esta mala adaptación, inherente al material, se intentó paliar con elementos como tapancos y ventilas en algunos casos, en especial en edificios públicos y de espectáculos.

Sin embargo, en la arquitectura habitacional este efecto no pudo ser disminuido, en muchos casos especialmente en la arquitectura de escasos recursos de los suburbios, en los cuales las viviendas con techos de lámina constituyeron una opción económica, aunque de muy malas condiciones de ha-

²¹ R. Reyes Pérez y R. Vega González, *op. cit.*

bitabilidad, al llegar incluso a ser calificadas como “verdaderos hornos”.²²

En el caso de las viviendas de mayores dimensiones y mayor nivel económico, como las utilizadas en Chuminópolis, traídas ya prefabricadas de un lugar con clima frío como es la mayor parte de Estados Unidos, es muy probable que no contaran con elementos incluidos para eliminar el calor transmitido y acumulado por las cubiertas de lámina, aunque este efecto sería un tanto disminuido por los tapancos y las alturas mayores. En contraste, las viviendas hechas de madera con techumbres de teja sí ofrecieron un mayor confort ambiental, tanto por el material de barro que proveyó un aislante térmico ante la radicación solar como por el hecho de existir pequeños intersticios entre tejas que permitían la salida del aire caliente y la reconversión del aire dentro de la habitación.

La arquitectura de madera en el interior del estado. El caso de las casas de máquinas de las haciendas henequeneras

La arquitectura empleada en la edificación de las casas de máquinas de las haciendas henequeneras yucatecas fue el resultado de la interacción de factores y condicionantes técnicas y productivas.

Entre los factores técnicos y productivos que determinaron la propuesta arquitectónica de la casa de máquinas, se encuentran los siguientes: 1) la necesidad apremiante de adecuar la estructura hacendística existente, heredada de la etapa maicera y ganadera, a los requerimientos del nuevo uso; 2) el requisito impostergable que significó la industrialización

del proceso de transformación del henequén, para obtener mayores dividendos en el binomio producción/utilidad, y 3) el surgimiento de nuevas tecnologías para la extracción de la fibra del henequén y para responder a nuevas características arquitectónicas resultantes de procesos productivos industrializados.²³

Las nuevas tecnologías relacionadas con la floreciente industria henequenera —tanto la usada para transformar el henequén como la constructiva— definirían la configuración espacial y las características de la planta productiva, sobre todo de la casa de máquinas, espacio destinado para la extracción de la fibra henequenera. Fue allí donde la perspectiva técnico-constructiva, funcional y espacial definiría tanto los sistemas estructurales y constructivos como los materiales idóneos para su edificación. Para responder a la temática abordada en este trabajo, haremos especial énfasis en el tema del uso de la madera como material constructivo en la edificación de las casas de máquinas.

La madera y los sistemas constructivos derivados. La innovación tecnológica de las casas de máquinas de la hacienda henequenera yucateca

El siglo XIX se caracterizó como un periodo plagado de transformaciones e innovaciones tecnológicas. La madera apareció como uno de los primeros materiales impactados negativamente por estas circunstancias. Sin embargo, algunas de las principales características de la madera permitieron su permanencia, su uso constante e incluso su comercialización y exportación como material estructural en la construcción de las casas de máquinas durante algunos años más.

²² “Visitando nuestros suburbios encontramos algunas fábricas nuevas con bajos techos de zinc galvanizado, verdaderos hornos en que se siente un calor sofocante [...] la legislatura deberá dictar una ley prohibiendo esta clase de fábricas o al menos fijando ciertas condiciones climatológicas”, *El Eco del Comercio*, 13 de junio de 1885.

²³ Roberto Reyes, “El código tecnológico de la hacienda henequenera en Yucatán. Tipologías estructurales y constructivas empleadas en la edificación de las casas de máquinas durante el Porfiriato”, tesis de maestría, Mérida, Facultad de Arquitectura-UADY, 2007, p. 85.

Entre las maderas locales empleadas con fines constructivos destacan el cedro, el roble, la caoba, el *chucum*, el *chimay*, el ciricote, el *chintok*, el *chacté*, el granadillo y el *pucté*, a las que se les agregan el pino y la pinotea en forma de tablas, alfardas y tablas machihembradas importadas en grandes cantidades de Estados Unidos —lo cual reducía su costo—, a fin de emplearse, por ejemplo, en casas de madera, las cuales, según comenta Vega González, se contemplaban en el reglamento de comercio local en 1845,²⁴ años antes de la Exposición Universal de París.

Por su resistencia y duración, las maderas duras yucatecas se emplearon para la elaboración de los rolizos, canes, vigas y viguetillas necesarios en los sistemas de cubiertas, mientras que la madera de pino y pinotea importada de Estados Unidos se utilizó en la construcción de muros —que resultaron ser los de mayor uso después de los de mampostería de piedra— exteriores o interiores, así como para recubrir algunas fachadas; por ejemplo, en aquellas casas de máquinas, en las que en los espacios entre pilares se forjaban arcos con tablas de este material, como sucedió en Ticopó y en Pebá.

Si bien la madera es un material tradicional, los nuevos usos que se le otorgaron durante la construcción de las casas de máquinas pueden considerarse como innovadores, pues con ese material se construyeron, además de los elementos ya mencionados, pilares, vigas —simples o reforzadas con varillas de hierro a tensión—, cubiertas ligeras, entresuelos e incluso armaduras. Sin duda este material se adaptó con velocidad a los requerimientos, sobre todo a aquéllos relacionados con los claros y las dimensiones de los nuevos espacios del programa henequenero, como la citada área de desfibrado. Respecto a los muros, es importante señalar que en las haciendas yucatecas muchas casas de madera fueron importa-

das, en un inicio, con fines predominantemente industriales, incluso por encima de los habitacionales.

Tales casas fueron destinadas al área productiva para brindar protección a la maquinaria que se utilizaba en la transformación del henequén; así, en 1853, al terminarse de construir en la ciudad de Nueva Orleans la máquina desfibadora diseñada por Manuel Cecilio Villaseñor, fue importada y colocada en el pueblo de Conkal, junto con la casa de madera diseñada para resguardarla.²⁵

La madera constituyó el material más popular, después de la piedra, para construir muros divisorios en las haciendas yucatecas, aun por encima del tabique. Los muros de madera trascendieron el uso como elementos divisorios, construyéndose incluso con fines estructurales como muros cargadores. Este tipo de muro se construyó con una combinación integral de tablas machihembradas de pino usadas como recubrimiento final, y una serie de marcos formados con vigas y pilares de madera dura, que cumplían con una doble función: sujetar las tablas machihembradas y soportar las cubiertas que en éstos se apoyaban. Tal fue el caso observado en la hacienda de San Antonio Tehuizt (figura 10).

En el caso de la construcción de las áreas de desfibrado, con claros y alturas mayores que los imperantes en la época, los sistemas constructivos usados fueron cubiertas ligeras de madera y láminas metálicas, apoyadas sobre marcos formados con vigas y pilares de madera. Las haciendas en que observamos tales sistemas constructivos fueron Nuestra Señora de la Soledad Pebá, San Antonio Tehuizt, Santa María Acú, Techoh, Ticopó, Uayalceh, X'canchakán y Yaxché de Peón.

En cuanto a los apoyos horizontales, las vigas, junto con las armaduras, fueron elementos que representaron con claridad el uso racional e innovador de la madera con base en posibilidades técnicas

²⁴ R. Vega González, 2012, *op. cit.*, pp. 48-49.

²⁵ P. Chico Ponce de León, *op. cit.*, p. 30.

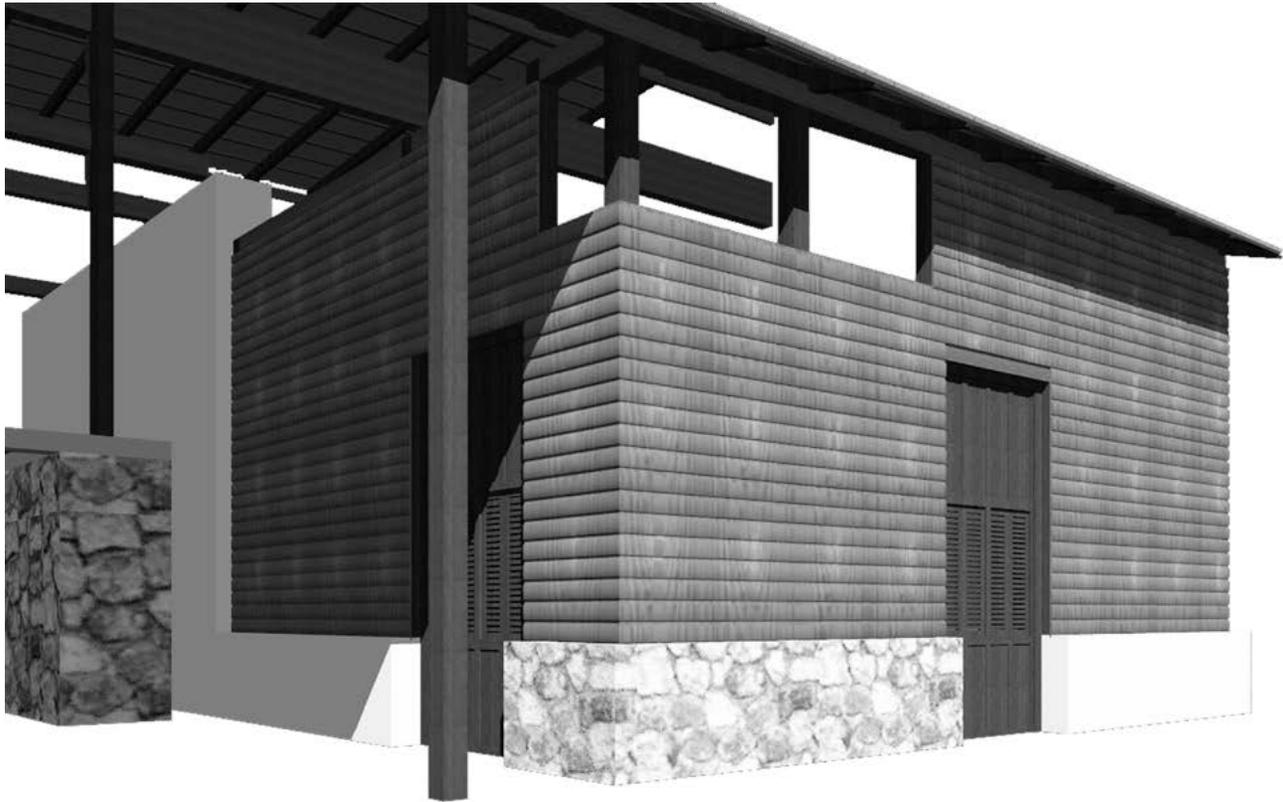


Figura 10. Casa de madera en la hacienda de San Antonio Tehuiz. Fuente: Roberto Reyes.

y constructivas para la edificación de las mencionadas casas de máquinas. El uso de las vigas de madera como soporte horizontal resultó muy frecuente en aquellas haciendas que, como las de Techoh, San Antonio Tehuiz, Uayalceh y Nuestra Señora de la Soledad Pebá, recurrieron al empleo de estructuras construidas con este material en las áreas de desfibrado de sus respectivas casas de máquinas.

De igual forma, en otras haciendas como las de Xcanchacán, Santa María Acú y Yaxché de Peón, tales vigas sirvieron de soporte de las techumbres de maderas y láminas que cubrían corredores en sus fachadas. En los casos observados, la sección de estas vigas es rectangular, de entre 15 y 20 cm en sus bases y 15 y 30 cm de peralte (figura 11).

Un caso particular es el observado en la hacienda de Santo Domingo, en cuya área de desfibrado se utilizaron traveses construidas con una viga de ma-

dera de 30 cm de peralte y 15 cm de base, la cual trabajaba a compresión, reforzada para resistir los esfuerzos a tensión mediante el uso de seis cuerdas inferiores con diferentes inclinaciones, hechas con varillas de aproximadamente una pulgada de diámetro (figura 12).

Las armaduras fueron otro de los elementos estructurales en que se utilizó la madera como material constructivo de manera novedosa en la península de Yucatán. Estos elementos estructurales permitieron aprovechar todas las propiedades de la madera, material capaz de resistir esfuerzos a tensión y a compresión, dependiendo del modo en que se colocara. Con estos apoyos horizontales se consiguieron librar los claros existentes en las áreas de desfibrado de haciendas como las de Techoh y Chunchucmil. También se observaron armaduras de cuerdas paralelas en Santa Rosa de Lima, donde

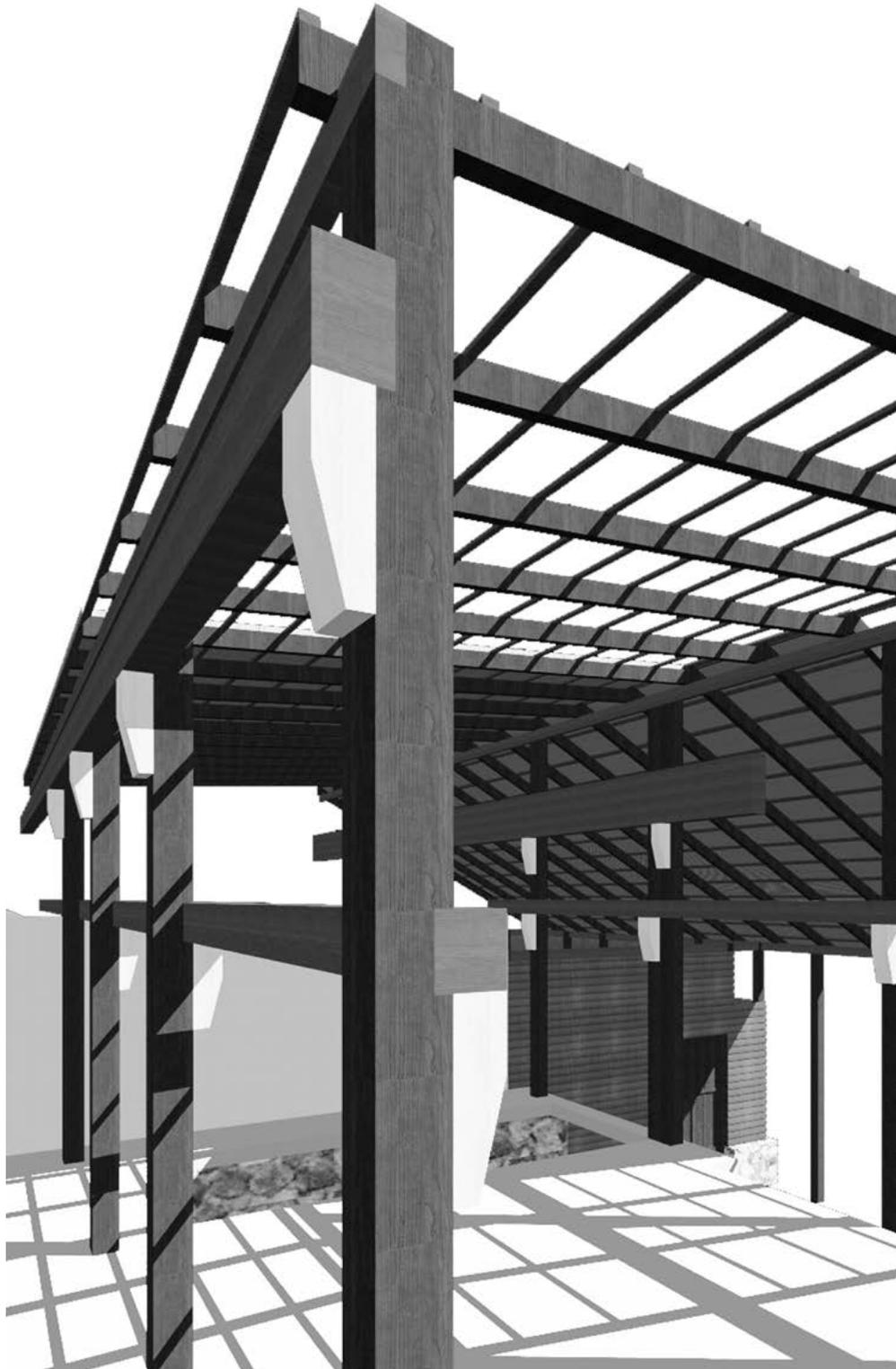


Figura 11. Detalle de la casa de máquinas en la hacienda de San Antonio Tehuizt. Fuente: Roberto Reyes.

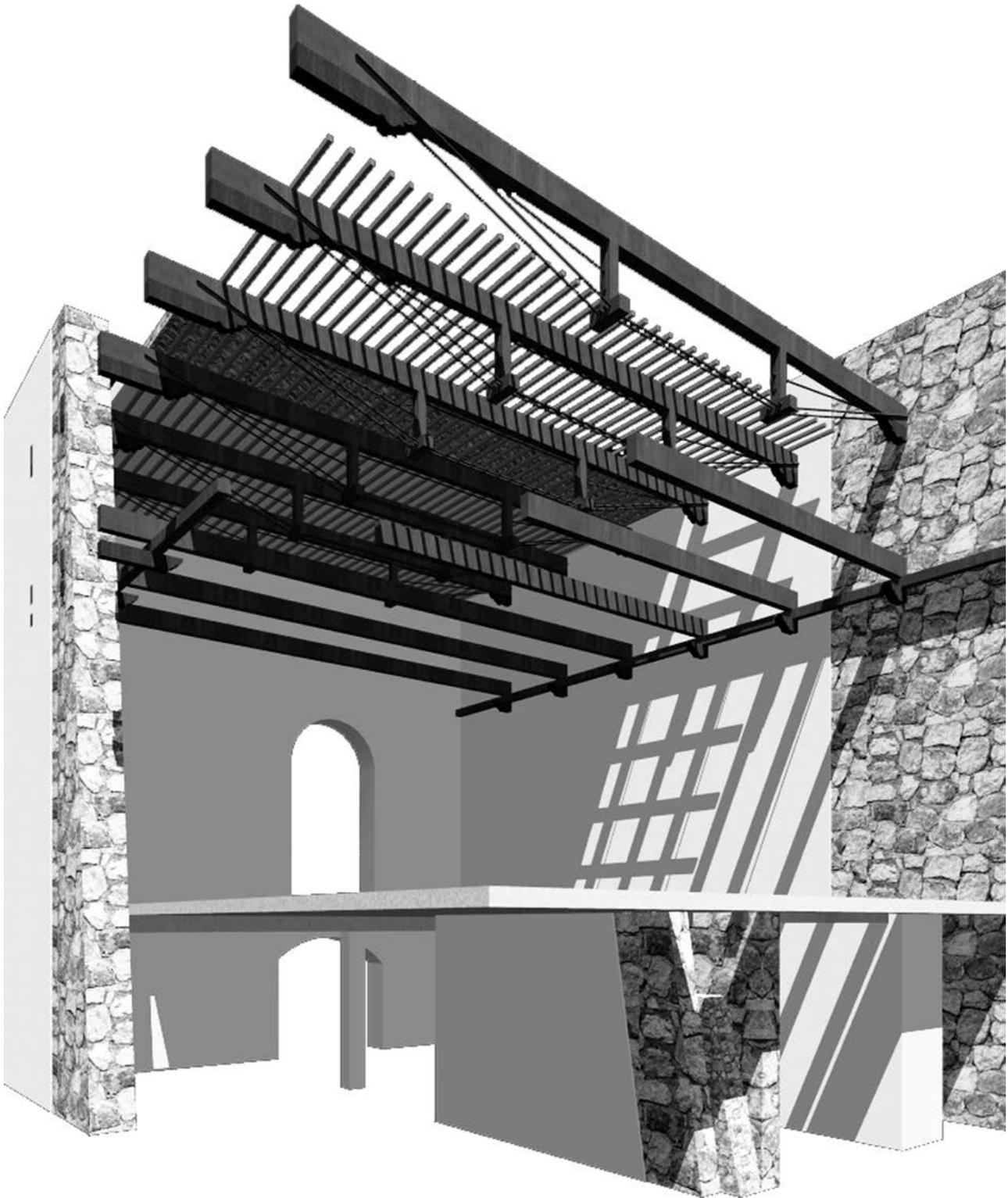


Figura 12. Detalle de la casa de máquinas de la hacienda de Santo Domingo. Fuente: Roberto Reyes.



Figura 13. Detalle de la casa de máquinas de la hacienda de Techoh. Fuente: Roberto Reyes.

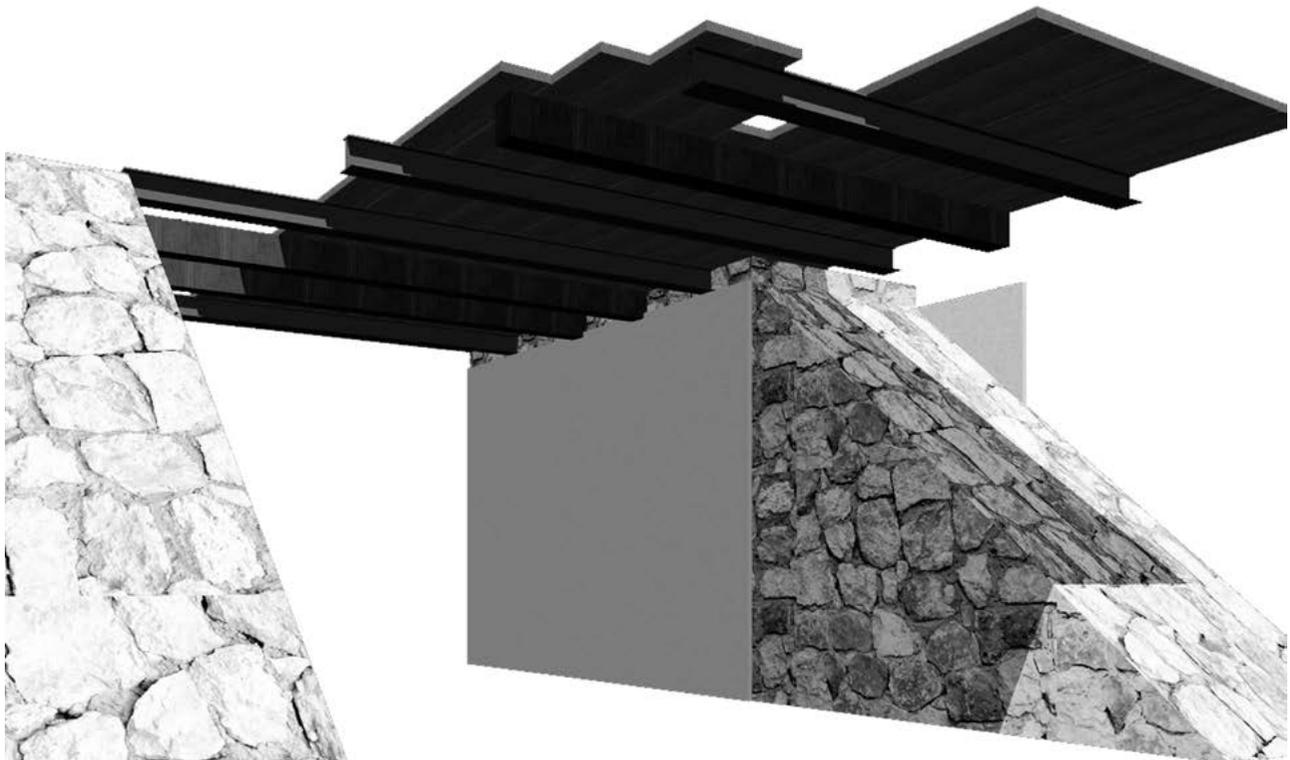


Figura 14. Detalle de bagacera (entresuelo) en la casa de máquinas de la hacienda de Yaxché de Peón. Fuente: Roberto Reyes.

el sistema constructivo utilizado en su elaboración —diferente al empleado en las otras haciendas mencionadas— evidencian su manufactura en los años recientes, durante los trabajos de rescate y reutilización de dicho edificio a finales del siglo xx. Los claros que se libraron con estos elementos variaron entre 7.95 m y 11.20 m. Sobre las armaduras descritas de dispusieron travesaños de madera —sujetados con clavos de acero— de 2.5 cm de peralte y 5 cm de base, en los que se fijaron láminas de zinc como cubierta final. La separación entre estos travesaños varió entre 50 y 60 cm (figura 13).

Por último, en las casas de máquinas fue común el uso de entresijos contruidos con madera, sobre todo en el área de desfibrado, donde el funcionamiento del tren de raspa demandaba contar con dos niveles espaciales: el superior destinado para la transformación de las pencas de henequén y el inferior para la recolección de los desperdicios. En

muchos de los edificios estudiados se encontraron vestigios de entresijos contruidos de esta manera. Debido a las medidas con que contaban las piezas de madera, tablas y tablonés, empleados como entresijos, así como a las dimensiones de los espacios destinados para la transformación del henequén donde se utilizaron, resultó necesario recurrir a apoyos intermedios. Y fueron precisamente los muros de mampostería ordinaria nucleada que soportaban el tren de raspa —además de definir el área de circulación de las bagaceras— los que cumplieron en parte con esta función.

Para soportar las tablas y tablonés que servían de entresuelo se dispuso de una serie de vigas, de madera o hierro, y en algunas ocasiones ambas, donde se sujetaban estas piezas mediante clavos. La separación a la que se colocaron tales vigas, así como las dimensiones de las mismas, varió entre una hacienda y otra, incluso en un mismo edificio. Probable-

mente el escaso espesor con que contaron algunas de las tablas utilizadas en la construcción de entrepisos haya sido el factor que determinó la posterior sustitución de este sistema por otros, siendo el más común el concreto armado.

Antiguos trabajadores de la hacienda de Ticopó recuerdan que este tipo de entresuelos se rompía con facilidad, provocando numerosos accidentes entre los empleados, por lo que aproximadamente a mediados del siglo xx este sistema de entepiso se reemplazó por otro de concreto armado (figura 14).

Conclusiones

Dentro de la accidentada historia de las construcciones de madera en Yucatán, en el periodo porfiriano fue sin duda cuando se registró su mayor auge. La necesidad apremiante de construcciones versátiles, fácilmente adaptables, con grandes espacios interiores y rapidez de erección, conjugada con las facilidades para la importación y la tendencia a imitar los modelos arquitect-

tónicos y constructivos de los países más avanzados, se conjugaron para que en esos años surgieran los ejemplos más significativos de construcciones de madera en Yucatán, ejemplos que no volverían a repetirse en épocas posteriores.

Sin embargo, pasada la vorágine constructiva del Porfiriato, los incendios recurrentes, los nuevos patrones constructivos, las nuevas pautas habitacionales, su imagen de pobreza y provisionalidad y las propias características ambientales de las construcciones de madera porfirianas, fueron llevando a su deterioro y a su abandono paulatinos.

Hoy en día gran parte de la arquitectura de madera yucateca se ha perdido, en especial en la ciudad de Mérida, mientras que en las haciendas sólo algunas se mantienen. Es por eso que cada día resulta más urgente la necesidad de registrarla, rescatarla y ponerla en valor. recuperar esa casi borrada página de la historia de la construcción en Yucatán que a fin de cuentas, para los yucatecos, constituye nuestra historia.



Evolución de los sistemas estructurales y constructivos para edificaciones de altura en la Ciudad de México

Fecha de recepción: 31 de julio de 2018.

Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2018.

En este ensayo se analiza la evolución de los sistemas constructivos para edificios altos a lo largo del siglo xx. Se muestra cómo el avance en la tecnología de los sistemas constructivos y los estudios realizados por investigadores mexicanos sobre mecánica de suelos y sismos han permitido la edificación de construcciones cada vez más altas en la Ciudad de México.

Palabras clave: edificios altos, sistemas constructivos, sistemas estructurales, materiales, siglo xx, Ciudad de México.

The essay analyzes the evolution of materials and structural systems for tall buildings throughout the twentieth century. It shows how advances in the technology of construction systems and studies carried out by Mexican researchers on soil mechanics and seismic design have permitted the creation of increasingly taller buildings in Mexico City.

Keywords: high rise buildings, construction systems, seismic design, structural system, materials, 20th century, Mexico City.

Los sistemas estructurales y constructivos están intrínsecamente relacionados con los materiales que los componen, y en la manera en que éstos se combinan o ensamblan, proporcionando así resistencia y durabilidad a los objetos arquitectónicos.

Como resultado de la evolución o surgimiento de nuevos materiales, los sistemas estructurales-constructivos se perfeccionan o generan nuevos sistemas que permiten llevar a una nueva frontera constructiva, dando lugar a edificaciones más sofisticadas y complejas en tanto a su forma y función. La revisión historiográfica de este avance tecnológico y de materiales resulta interesante al permitirnos observar cómo la evolución del uso de materiales y sistemas constructivos innovadores en la Ciudad de México ha permitido la creación de edificios con nuevas características, como una mayor altura, en una urbe que a lo largo de los siglos ha representado un reto constructivo para ingenieros y arquitectos.

Para mostrar tal evolución, se seleccionaron seis ejemplos, mediante los cuales se ejemplifica tanto la evolución de la tecnología de materiales y constructiva, así como las modificaciones en

* Facultad de Arquitectura, UNAM.

** Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, UNAM.

Se agradece al proyecto PAPIIT IN404318, DGPA, UNAM, por su apoyo para la generación del presente artículo.

el reglamento de construcción en relación con el rubro del cálculo estructural, elementos que en conjunto modifican la concepción de las obras arquitectónicas diseñadas y construidas para la Ciudad de México, al deber tomar en consideración factores como el subsuelo y los movimientos sísmicos que afectan a la capital del país. A su vez, esto modifica el concepto de “edificio alto”, ya que todas estas variaciones permiten construir edificios con un mayor número de niveles, convirtiéndose en un concepto mutable que se transformó a finales del siglo XIX y a lo largo del XX.

Antecedentes

Entre los siglos XVI y XVIII, para la construcción de las primeras edificaciones en el centro de la Ciudad de México se empleaban materiales como tepetate, tezontle, ladrillo cocido, argamasa de cal y arena, los cuales sirvieron para conformar un sistema estructural a base de muros de carga. Los techos eran construidos con ladrillo delgado cocido, sostenido mediante traveses o vigas de madera cubiertas con un tablado y un terrado, en tanto que para la cimentación se hincaban pilotes de madera —para mejorar las condiciones del terreno—, y sobre ésta se construía un pedraplén a base de cal, arena, roca basáltica y tezontle, con lo que se buscaba mejorar la resistencia del suelo. Sobre este pedraplén se desplantaban contratraveses de mampostería que recibían los muros de carga antes mencionados.¹ Este tipo de estructura permitió construir edificios de entre tres y cuatro niveles, como el ex convento de Betlemitas (1820) o el palacio de los condes del Valle de Orizaba (1737).

En 1888 se introdujo en la ciudad un nuevo sistema estructural y constructivo, formado por traveses y columnas de fierro o acero,² el cual permitió construir edificios más ligeros, lo que representaba me-

¹ Enrique León, *La ingeniería en México*, México, SEP, 1974, p. 30.

² Creando lo que ahora conocemos como sistema estructural a base de marcos metálicos.

nores cargas en la cimentación y admitía un mayor número de entrepisos. Otra de las ventajas de este sistema constructivo era el menor tiempo que requería la construcción. En el ámbito nacional, uno de los primeros edificios construido con este sistema constructivo fue El Palacio de Hierro (1888-1891), de Ignacio y Eusebio de la Hidalga, en el cual no sólo se modificaron los sistemas constructivos convencionales de la superestructura, sino también la cimentación, al consolidar el terreno a través de la colocación de piedras y cedacería de ladrillo, colocando sobre esta capa elementos de fierro remachados para desplantar sobre los mismos las columnas metálicas,³ logrando así un edificio de cinco pisos de altura. A principios de 1900 llegó al país otro material importante para las construcciones en la ciudad: el concreto reforzado, que permitió la creación de nuevas soluciones para el diseño y la construcción de edificios.

Concreto reforzado y acero estructural en la Ciudad de México

Concreto reforzado

A finales del siglo XIX, México comenzó a importar de Inglaterra, Bélgica y Estados Unidos un novedoso material, el concreto, que en Francia había tomado carta de naturalización, y donde François Hennebique había desarrollado un sistema constructivo con el mismo, en el cual lo empleaba en conjunto con un esqueleto metálico en el interior de las secciones, sistema que sería el precursor del concreto reforzado.

El sistema Hennebique se introdujo en México en 1902, bajo la representación del contraalmirante Ortiz Monasterio, en sociedad con el ingeniero Miguel Rebolledo. La primera obra realizada con este nuevo sistema constructivo fue la cimentación del edifi-

³ Las columnas y vigas de acero y fierro eran de origen belga.

cio de la Ministerio de Relaciones Exteriores (1907),⁴ obra de Nicolás Mariscal.⁵ Debido a la gran preocupación existente desde épocas prehispánicas de la respuesta del terreno en el centro de la ciudad, ante la imposición de cargas como resultado de la construcción de edificaciones,⁶ a partir del siglo xx los ingenieros adoptaron el concreto reforzado como solución constructiva para el diseño de la cimentación de los nuevos edificios de la capital del país. Éstos comenzaron a ganar altura —mayores a cinco niveles— y requerían de una solución de cimentación distinta a las utilizadas hasta ese momento: pilotes de madera, retículas de viguetas de metal encofradas con concreto (emparrillados) o consolidación del terreno.⁷

Estos nuevos sistemas de cimentación hecho con concreto reforzado fueron pilotes mixtos o de concreto, losas y cajones de cimentación (cimentación flotada).

Aproximadamente en 1920 el material comenzó a utilizarse como parte del sistema constructivo de la superestructura para edificios bajos, lo cual cambiaría en 1930, al construirse en México una de las primeras edificaciones con marcos rígidos de concreto reforzado: el edificio Corcuera, obra de los hermanos Martínez Negrete, que contaba con 24 niveles

y 90 m de altura, considerado en la época como el más alto de la ciudad y en el cual se presume que se utilizaron los estándares de capacidad utilizados en Estados Unidos durante el periodo comprendido entre 1920 y 1940.

Tales estándares consistían en la utilización de concretos con un esfuerzo resistente a compresión entre 180 y 210 kg/cm² y acero de refuerzo con $F_y - 3500 \text{ kg/cm}^2$.⁸ Asimismo se había reconocido la importancia de la relación de la resistencia del material con la cantidad de agua que se agregaba a la mezcla, por lo que en este periodo ya existían tablas dosificadoras para generar concretos con distintas resistencias, utilizadas por los ingenieros de la época para la construcción de nuevas edificaciones en el país.

Acero estructural

Hasta 1900 México contaba con ferrerías, es decir, empresas de transformación del hierro al hierro forjado, las cuales fueron las primeras en fabricar soleras, varillas corrugadas y hierro estirado, elementos metálicos empleados por las empresas ferroviarias.⁹

La primera edificación de hierro y acero construida en la Ciudad de México fue El Palacio de Hierro (1891), con cinco niveles de altura, diseñado por

⁴ Para 1900 había en México dos fábricas de cemento con hornos verticales: la de Santiago Tlatelolco y la de Dublán, en Hidalgo. Debido al bajo consumo y el alto costo de producción, ambas fábricas cerraron. En los siguientes años se abrieron fábricas de cemento con hornos rotatorios como la de Hidalgo en Nuevo León (1903), Cruz Azul en Jasso, Hidalgo (1907), y la Tolteca (1909). Israel Katzman, *La arquitectura contemporánea mexicana: precedentes y desarrollo*, México, INAH, 1964, p. 58.

⁵ Nicolás Mariscal, "Cimentación del edificio de Relaciones Exteriores", *El Arte y la Ciencia*, vol. vi, núm. 7, 1904, p. 105.

⁶ Suelos blandos compresibles formados por arcillas con baja capacidad de carga y alto nivel de deformación. "Notas Técnicas Complementarias en Gobierno del D. F.", *Reglamento de Construcción para el D. F.*, México, Gaceta Oficial del Departamento del D. F., 2004, p. 762.

⁷ La consolidación del terreno consistía en colocar capas de piedra o pedacería de ladrillo mezclada con mortero (cal, arena y tezontle) apisonadas. Adrián Téllez, *Apuntes acerca de los cimientos de los edificios de la Ciudad de México*, México, Imprenta del Gobierno Federal en el ex Arzobispado, 1899, p. 90.

⁸ Entre 1900 y 1920 se generaron en Estados Unidos los primeros lineamientos de estandarización de producción de cemento hidráulico, así como pruebas para la determinación de su f_c , siendo éste aproximadamente de 150 kg/cm², en tanto que el acero de refuerzo presentaba un esfuerzo de fluencia de 2200 kg/cm². Jack Mohele, *Historic Overview*, Berkeley, University of California, 2010, p. 3.

⁹ A partir de 1800, en Estados Unidos y Europa, el hierro podía encontrarse en tres formas: i) hierro colado, el cual es frágil debido a su alto contenido de impurezas, aunque presenta una gran capacidad resistente a la compresión; ii) hierro forjado, el cual es una forma más refinada del hierro, maleable pero con baja capacidad a tensión, y iii) el acero, con mayor fuerza y versatilidad que el hierro.

los arquitectos Ignacio y Eusebio de la Hidalga, pero diseñada estructuralmente por ingenieros franceses con acero importado de Bélgica. Posterior a ésta siguió la construcción del Pabellón de México para la Feria de Nueva Orleans en 1884 —también conocido como el Pabellón Morisco de Santa María la Ribera—, erigido con estructura importada de Estados Unidos y diseñado por el arquitecto J. Ibarrola.

En 1898 se construyó la edificación conocida como Casa Boker, obra de los arquitectos De Lemos y Cordes, con la participación del ingeniero mexicano Gonzalo Garita, quien verificó la implementación del sistema estructural metálico creado por el grupo estadounidense Milliken Brothers, de Nueva York. Esta compañía jugaría un papel importante en el desarrollo de algunos de los edificios más emblemáticos de la arquitectura mexicana.

Milliken Brothers era un grupo de ingenieros, arquitectos y constructores estadounidenses que construyeron edificaciones metálicas parcialmente preconcebidas (prototipos) en distintos países del mundo; gracias a su catálogo de soluciones constructivas y de secciones estructurales, los clientes en otras geografías podían generar sus propios proyectos, asesorados y supervisados directamente por esta empresa, con las siguientes ventajas: *a)* velocidad en la construcción (en Estados Unidos podían tener tiempos de construcción de entre cinco y seis semanas;¹⁰ *b)* manufactura precisa mediante la generación de moldes de las secciones en madera para evitar errores en la fabricación; *c)* eficiencia de envío y ensamblaje en el sitio, ya que las piezas se numeraban con gran precisión para evitar errores y se enviaban de manera diligente. Este grupo conta-

¹⁰ Los ingenieros de Milliken Brothers preferían emplear acero estructural para los proyectos realizados fuera de Estados Unidos, ya que el hierro estructural presentaba una mayor complejidad en su producción, además de ser un material más frágil que el acero que podía romperse durante el traslado, generando gastos adicionales. Milliken Brothers, *Catalogue Steel, Iron and Other Products for Buildings*, Nueva York, Milliken Bros., 1905.

ba con soluciones tipificadas tanto de cimentación como de entrepiso y sistemas de marcos con secciones de acero remachadas, formando las columnas.

En cuanto a la Casa Boker, ésta fue construida en menos de dos años. El edificio cuenta con tres niveles, por lo que se decidió emplear en su cimentación un sistema¹¹ que consistía en la creación de una retícula de traveses metálicas encofradas dentro de cajones de concreto sobre los cuales se apoyarían las columnas del edificio. Dichas columnas, denominadas *Z columns*, estaban formadas por cuatro perfiles tipo “Z” de acero, unidos mediante una placa central y remaches. El *Fy* del acero utilizado para la construcción del edificio fue de 2100 kg/cm² (figura 1).

Los entrepisos fueron resueltos con un sistema de traveses secundarios metálicos tipo “I” estándar, apoyadas sobre las traveses principales; para unir a estas traveses se colocaba lámina o un entramado de varilla —solución usada en el edificio—, sobre la cual se colaba concreto para que las traveses secundarias quedaran ahogadas en el mismo, colocando en la parte superior listones de madera con tezontle alrededor sobre las cuales se apoyaba el piso de madera (figura 2).¹²

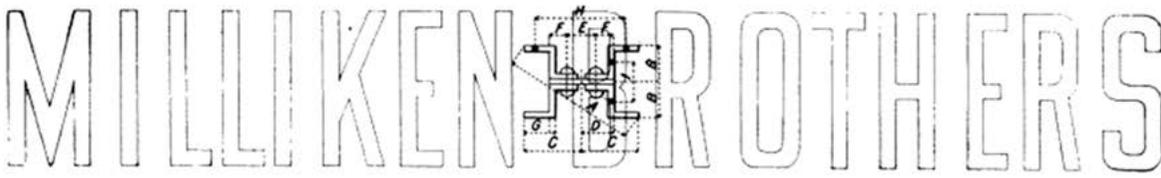
Este grupo construyó también el Palacio de Correos (1902) y el Palacio de Bellas Artes (1904), obras del arquitecto Adamo Boari, con la participación del ingeniero Gonzalo Garita; los materiales fueron importados de Estados Unidos y Europa, ya que durante ese periodo no existían fundidoras en México.

La primera siderúrgica en el país fue Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, constituida en 1900 con procesos y tecnología estadounidenses. Poco después de su fundación, desarrolló y publicó el *Manual para constructores*, donde se presentaban los perfiles metálicos que producían y sus propiedades geométricas. Este documento sirvió como

¹¹ Este sistema era una solución ya comprobada para suelos con alto contenido de humedad y de baja capacidad de carga (Q).

¹² Este sistema de entrepiso fue propuesto y patentado por Milliken Brothers.

Table of dimensions for 12" (304.8 m.m.) Z-Bar Columns.



Thickness of metal		A		B		C		D		E		F		G		H		I	
m.m.	ins.	m.m.	ins.	m.m.	ins.	m.m.	ins.	m.m.	ins.	m.m.	ins.	m.m.	ins.	m.m.	ins.	m.m.	ins.	m.m.	ins.
9.5	3/8	484.1	19 1/8	157.1	6 1/4	184.2	7 1/4	104.7	4 1/8	101.6	4	54.0	2 1/8	98.9	3 3/8	279.4	11	161.9	6 3/8
12.7	1/2	490.5	19 3/8	161.9	6 1/2	184.2	7 1/4	104.7	4 1/8	101.6	4	54.0	2 1/8	97.0	3 3/8	279.4	11	165.1	6 1/2
15.8	5/8	482.6	19	161.9	6 1/2	179.3	7 1/4	104.7	4 1/8	101.6	4	54.0	2 1/8	90.4	3 3/8	279.4	11	168.3	6 1/2
19.0	3/4	476.2	18 3/4	161.9	6 1/2	174.6	6 3/8	104.7	4 1/8	101.6	4	54.0	2 1/8	88.9	3 3/8	279.4	11	171.4	6 1/2
22.2	7/8	482.6	19	166.6	6 3/4	174.6	6 3/8	104.7	4 1/8	101.6	4	54.0	2 1/8	92.0	3 3/8	279.4	11	174.6	6 3/8

Section: 4 Z-Bars 152.4-155.5 m.m. deep.
 1 Web Plate 203.2 m.m. x thickness of Z-Bars.

Digitized by Google

Original from
NEW YORK PUBLIC LIBRARY

Figura 1. Tabla de dimensiones para las Z columns. Fuente: Milliken Brothers, *Catalogue Steel, Iron and Other Products for Buildings*, Nueva York, Milliken Bros., 1905, p. 39.

una guía de diseño para los arquitectos e ingenieros mexicanos. El tipo de acero estructural producido por Fundidora Monterrey era similar al que se producía en Estados Unidos, con un esfuerzo de fluencia de 2100 kg/cm², proponiendo un diseño elástico en el cual se consideraba un valor de carga viva para determinar su resistencia.¹³

Adicional a los materiales de construcción y sistemas constructivos, otro factor que influyó en el diseño de los objetos arquitectónicos fueron los reglamentos de construcción, que entrarían en vigor a partir de 1920 e influirían en el diseño estructural de las construcciones de la época.

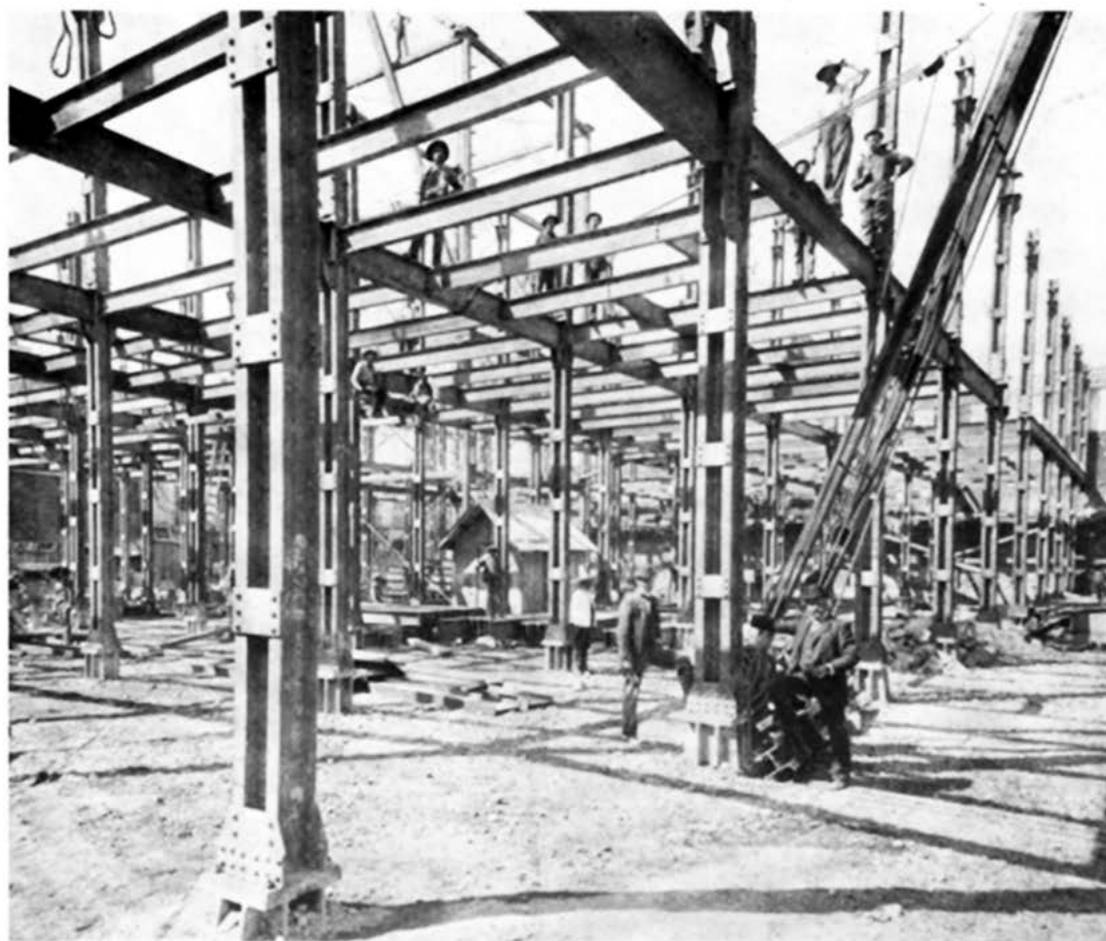
¹³ Alrededor de 1920, con Adolfo Prieto como presidente del consejo, se imprimió el primer *Manual para constructores* de la Compañía Fundidora y Acero de Monterrey, el cual influiría en el diseño de edificios con estructura metálica en México por más de 50 años.

Construcción en la ciudad a partir de 1920

La Dirección de Obras Públicas del Ayuntamiento de la Ciudad de México creó el primer reglamento de construcción en 1920 (RCDF-20).¹⁴ Este reglamento autorizaba la inspección, aprobación de licencias de construcción y señalamiento de cuotas, así como multas por infracciones cometidas contra éste. Asimismo, para otorgar la licencia de construcción se debían presentar planos del terreno, pisos, azoteas, albañales, instalación sanitaria, fachadas, espesores de muros, pisos y techos, así como las dimensiones de columnas, vigas y cimientos, cálculo de estabilidad

¹⁴ Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, *Reglamento de Construcción de la Ciudad de México*, México, Diario Oficial del GCEUM, 1920.

R. BOKER & CO. BUILDING, MEXICO CITY, MEXICO.



STEEL WORK FURNISHED AND ERECTED BY MILLIKEN BROTHERS.

Digitized by Google

135

Original from
NEW YORK PUBLIC LIBRARY

184 |

Figura 2. La Casa Boker en construcción. Fuente: Milliken Brothers, *op. cit.*, p. 135.

de la estructura y de los cimientos. La responsabilidad del proyecto era del propietario y un perito contratado por éste, mientras que los constructores eran responsables ante la ciudad de accidentes o incumplimiento al reglamento. La altura máxima de construcción para edificios que no fueran públicos debía ser de hasta 22 m, considerando que la calle no fuera menor a los 12 m de ancho.

Se enfatizaba en el diseño de la cimentación de los edificios por la complejidad que presenta el sue-

lo de la ciudad y la falta de estudios científicos sobre el comportamiento del mismo hasta esa fecha. Este diseño sólo se basaba en la experiencia, lo cual hasta ese momento había dado resultados casuísticos, pues algunas veces la solución era acertada y otras no. Como resultado de esta condición, el RCDF-20 hace hincapié en tomar en consideración los hundimientos diferenciales de los edificios y establece como solución para la cimentación de casas y edificios muros de carga asentados sobre una capa de "buen"

concreto,¹⁵ con un espesor no menor de 10 cm. Para el diseño de la cimentación se da una capacidad del terreno igual a 5 t/m², valor ligeramente mayor al utilizado hoy en día para esta zona de la Ciudad de México, que es de 4 t/m².

Durante la vigencia de este reglamento se construyeron dos edificios emblemáticos de la Ciudad de México: el de La Nacional (1932) y el de la Lotería Nacional (1946), inmuebles que, mediante su análisis, permiten observar cómo la evolución de los materiales, sistemas constructivos y reglamentación dieron pie al inicio en la carrera por alcanzar una mayor altura a los edificios construidos en la capital mexicana, y donde comenzó la primera modificación en el concepto de edificios altos, al lograr la construcción de edificios con 20 niveles de altura.

Edificio de La Nacional

En 1929, la compañía de seguros La Nacional encargó la construcción de su edificio a la firma Monasterio y Calderón, constituida por el arquitecto Ortiz Monasterio, el ingeniero Bernardo Calderón y el arquitecto Luis Ávila, quienes comenzaron en 1930 a erigir el primer edificio catalogado como el más alto en la Ciudad de México, cuya construcción finalizó en 1932. El edificio se ubica en la avenida Juárez, con un estilo *art déco*; su altura total es de 55 m y 13 niveles, rebasando la permitida por el RCDF-1920, que era de 22 m.

El reto principal para la construcción de este edificio fue su cimentación, ya que se encuentra en una zona de suelo blando, de la cual hasta ese momento se habían realizado pocos estudios en cuanto a su comportamiento. Otro factor que incidió en el diseño estructural del inmueble fue el uso de marcos

rígidos de estructura metálica fabricados en una siderúrgica mexicana, diseñados con los parámetros de diseño elástico utilizados en Estados Unidos, ya que en México no se contaba con una reglamentación para diseñar estructuralmente con ese material.

La cimentación del edificio, de acuerdo con las palabras del arquitecto Ortiz Monasterio, resultó un desafío:

Se nos presentó ante todo el problema de proyectar una cimentación para un edificio que pesaba 10000 toneladas sobre una superficie de 735 m², o sea 14.5 t/m² [...] Para resolver el problema, procedimos ante todo a hacer sondeos del terreno, ensayando la resistencia relativa a la penetración en las diversas profundidades encontrando a los 36 m bajo el nivel de banqueta una capa suficientemente gruesa en la que la resistencia aumentaba considerablemente. La existencia de este estrato nos trajo la idea de usar pilotes de madera profundos con tramo superior de concreto armado haciéndolos trabajar como postes y despreciando o mejor dicho sin confiar su resistencia únicamente al frotamiento del pilote.¹⁶

Con base en las consideraciones mencionadas por el arquitecto Ortiz Monasterio, y considerando los estudios realizados por el doctor Karl Von Terzaghi,¹⁷ se decidió realizar la cimentación del edificio empleando 373 pilotes de punta contruidos con madera y capuchón de concreto reforzado, unidos en la parte superior mediante contratraveses que dan soporte a la losa de cimentación, la cual forma parte del cajón de cimentación con que cuenta la edificación. Se consideró el peso del terreno excavado para tratar de compensar la descarga final al terreno por parte del edificio, además de aprove-

¹⁵ El "buen" concreto estaba compuesto de grava limpia, pedacera de ladrillo, cascajo o material pesado unido por mezcla de cal o cemento.

¹⁶ Manuel Ortiz, "Cimentación de pilotes en la Ciudad de México", *Arquitectura y Decoración*, núm. 19, 1937, pp. 27-30.

¹⁷ Karl Von Terzaghi (1883-1963), ingeniero civil, geólogo y geotécnico austriaco, padre de la mecánica de suelos.

char la presión hidrostática que presentaba el suelo en ese tiempo sobre la losa fondo del cajón, ayudando a evitar hundimientos. De los pilotes hincados, 91% quedaron apoyados a una profundidad de entre 35 y 37 m. Los pilotes de madera estaban formados por tramos de entre 6 y 8 m de longitud, con un diámetro de 30 cm. Esta solución de cimentación fue el primer caso utilizado a base de un cajón de cimentación y pilotes, apoyados en estrato resistentes del suelo.¹⁸

La superestructura del edificio presenta una forma rectangular de 29.15 × 23.95 m, con reducciones en sus dimensiones en los pisos superiores. En cada nivel se presentan aproximadamente 42 columnas en la intersección de los ejes, generando claros promedio de 5.5 × 5.4 m, siendo el atrio central el de mayores claros con 7.5 × 5.6 m libres. La altura promedio del entrepiso es de 3.20 m, excepto el sótano y la planta baja, los cuales presentan una altura de 3.50 m. Estas columnas forman parte de un sistema estructural a base de marcos de acero suministrado por Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey; siguiendo su manual de diseño ($f_y = 1265 \text{ kg/cm}^2$), se puede presumir que las columnas están formadas por perfiles tipo canal de 25 y 30 cm de peralte, colocados espalda con espalda y separados entre ellos, uniéndose con placas metálicas remachadas colocadas en forma de celosía —recomendado por el manual de la siderúrgica.

Las columnas fueron recubiertas en su totalidad con concreto, como material antiñifugo, por lo que al final quedaron con una dimensión de 44 × 44 cm. Las trabes metálicas son perfiles laminados tipo “IE” con peraltes entre 25 y 40 cm; para mantener los peraltes pequeños en las trabes, se colocaron en los extremos de las columnas diagonales hacia las tra-

bes, de forma que las ayudaran a reducir el momento flexionante y, por ende, su peralte. Las vigas, al igual que las columnas, fueron recubiertas con concreto, generando secciones finales de 25 × 35 cm. El sistema de piso se encuentra resuelto mediante losas macizas de concreto apoyadas sobre las trabes metálicas, con un espesor de 20 cm.

Ante la falta de un método estándar de diseño por sismo de los edificios dentro del Reglamento de Construcción del D.F. de 1920, el diseño se realizó considerando sólo el momento de volteo que producían las fuerzas debido a sismo o viento y el deslizamiento en la base. Los sismos eran considerados con una escala de intensidad Sieberg y no de magnitud de energía, como la actual Richter; la aceleración máxima considerada en esos tiempos se presume que fue calculada con base en un coeficiente sísmico de .03 g (figura 3).¹⁹

Este edificio marcó un partaguas constructivo en México, ya que, a pesar de no existir una normatividad que indicara a los diseñadores cómo analizar, diseñar y construir con las nuevas soluciones constructivo-estructurales, los ingenieros y arquitectos mexicanos recurrieron a los conocimientos teóricos²⁰ existentes sobre el comportamiento de estos nuevos materiales y del terreno para “tropicalizar” la solución, creando un edificio que ha mostrado un buen funcionamiento a lo largo de su vida, al resistir cuatro grandes sismos (1957, 1979, 1985 y 2017).

Su solución de cimentación resultó exitosa, a pesar de los desplomes que ha presentado a lo largo del tiempo. La solución estructural es ingeniosa (marcos metálicos), generando claros y alturas de entrepiso moderadas, mientras que al recubrir

¹⁸ El uso del cajón de cimentación y pilotes se conoce como cimentación mixta. El f_c del concreto empleado fue aproximadamente de 210 kg/cm^2 , utilizado comúnmente en la época, proporcionado por la compañía Cementos Tólteca.

¹⁹ Manuel González, *Estudios comparativo entre dos clases de estructura concreto armado y fierro estructural*, México, FL-UNAM, 1935, p. 102.

²⁰ Se estudió principalmente el estado del arte de países como Estados Unidos en relación con el diseño sísmico.

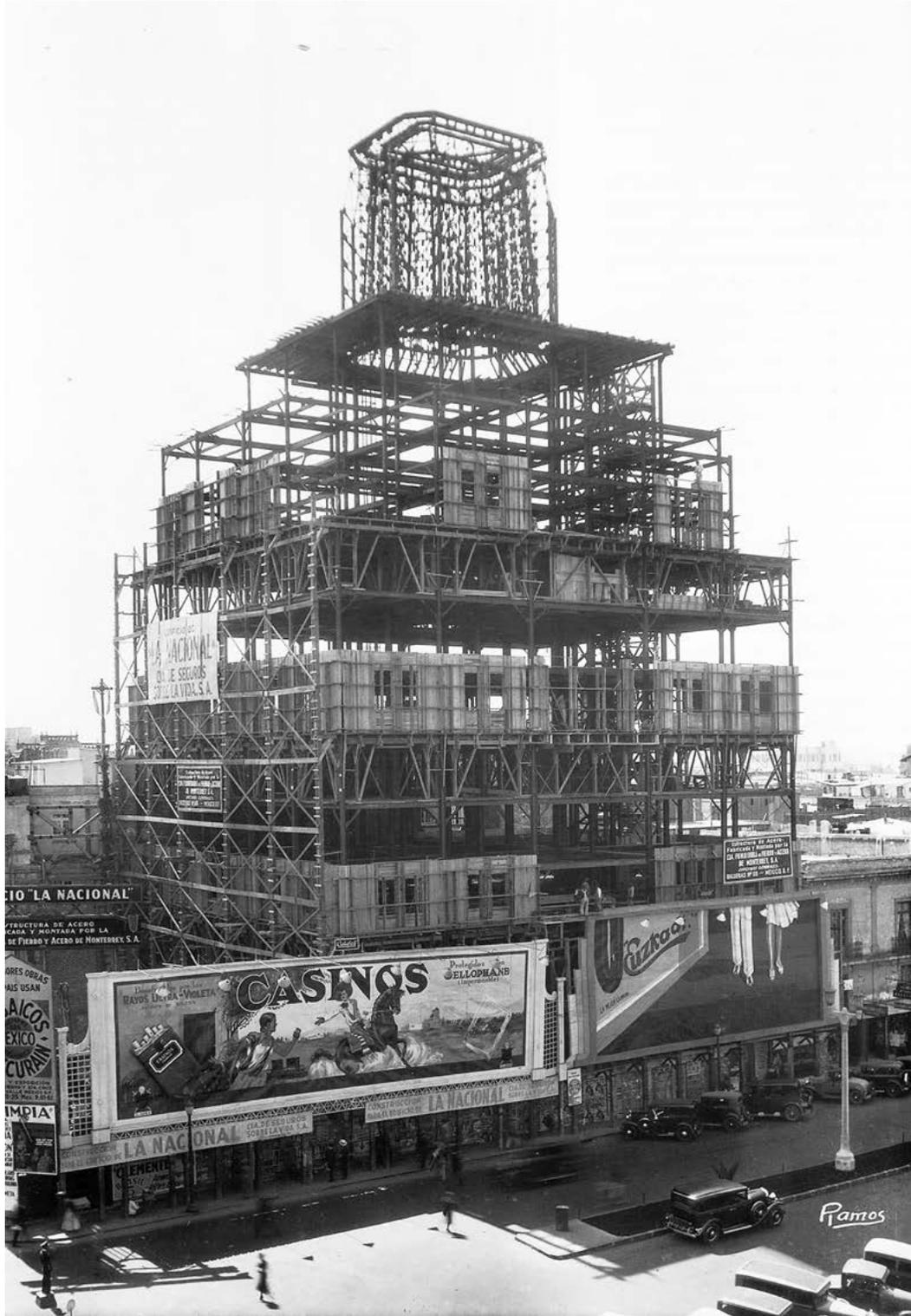


Figura 3. Edificio de La Nacional en construcción. Fuente: Manuel Ramos, *Fervores y epifanías en el México Moderno*, México, Planeta, 2006, p. 65. Agradecemos a la Fundación Ramos.

los elementos estructurales da pie a una adecuada solución estética. Posterior a la edificación analizada, los nuevos proyectos realizados en la Ciudad de México adoptaron estos nuevos sistemas constructivos y estructurales, comenzando con una etapa de modernidad y fomentando la ambición de estudiar con mayor profundidad los aspectos técnicos y constructivos, los cuales se aplicarían en el diseño y construcción de un edificio emblemático como el de la Lotería Nacional.

Edificio de La Lotería Nacional o El Moro

La construcción de esta edificación se inició en 1933 y se concluyó en 1946. Presenta 20 niveles más tres sótanos y una altura de 107 m, doblando en altura al edificio de La Nacional. El sobrenombre de El Moro le fue dado por los propios empleados de la Lotería, ya que, de acuerdo con ellos, presentaba similitudes con las construcciones moriscas. La normatividad vigente establecía 35 m como la altura máxima de un edificio en la Ciudad de México, por lo que fue necesario que el presidente de la República, el general Lázaro Cárdenas, expidiera un decreto donde se autorizaba una altura mayor con la condición de que se realizara un estudio de comportamiento sísmico y geotécnico del inmueble.

Por su emplazamiento se construyó en un suelo de tipo arcilloso con nivel freático alto, lo cual generó un abudamiento en el terreno al realizar la excavación de la cimentación. Como resultado de estas condicionantes, el ingeniero José A. Cuevas, diseñador estructural de la obra, generó un nuevo sistema de cimentación, al cual llamó "sistema de flotación elástica". Este diseño representó una nueva aportación en el mundo de la construcción y la ingeniería, al ser precursor de los sistemas conocidos hoy en día como "cajón de cimentación".

Con base en la creación de este cajón de cimentación, se generaron tres sótanos abajo del nivel de

calle, de modo que el peso del volumen que forma el cajón lastrara al edificio para no sufrir volteo ante las fuerzas sísmicas. Como no había nada escrito respecto a esta nueva tecnología, tenía que recurrirse a pruebas de carga durante la construcción para determinar si cumplía con la seguridad estructural requerida; para asegurar la estabilidad se decidió colocar 180 pilas adicionales de concreto debajo del cajón de cimentación, hasta llegar a una profundidad de 55 m para anclarse en terreno firme.

La superestructura se realizó con marcos de acero, introduciendo vigas de alma abierta para claros grandes o armaduras metálicas.²¹ Estos marcos metálicos están formados por trabes tipo "IE", las cuales cubren claros de entre 5 y 6 m, ya que para claros mayores a 8 m se utilizaron por primera vez en México armaduras en la franja central del edificio en sus cuatro primeros niveles, en tanto que las columnas se construyeron con perfiles metálicos de tipo canal espalda con espalda, unidos mediante solares metálicas remachadas, variando su tamaño de acuerdo con el incremento en la altura.

La estructura fue recubierta con concreto reforzado. El sistema de piso está solucionado mediante una losa de concreto reforzado, apoyado sobre armaduras y trabes. La altura de entrepiso en los primeros tres niveles es de 9 m, mientras que en los niveles superiores es de 3.5 m. El diseño sísmico para este edificio fue similar al utilizado en La Nacional, obteniendo la fuerza sísmica y verificando que la edificación no sufriera volteo (figura 4).

Este edificio fue uno de los primeros en manejar en zonas públicas claros mayores a 8 m y alturas de entrepiso mayores a 3 m, todo ello gracias al uso de la estructura metálica y la introducción de armaduras, generando menor peso para la cimenta-

²¹ Su origen se debe a los puentes para ferrocarriles, y era aplicado en cubiertas industriales tanto en Europa como en Estados Unidos alrededor de 1840.



Figura 4. Edificio de El Moro en construcción. Fuente: M. Ramos, *op. cit.*, p. 75. Agradecemos a la Fundación Ramos.

ción. Los materiales, diseño y procedimiento constructivo fueron producto del ingenio y la tecnología mexicanos. Entre 1920 y 1942 se dejaron de emplear varillas lisas como refuerzo del concreto reforzado, y se utilizaron varillas corrugadas. Comenzó a tenerse un mejor control de la resistencia del concreto en obras importantes y apareció el uso del mortero neumático para reparar los edificios afectados por un sismo.

Construcción en la ciudad a partir de 1942

El sismo de 1941 generó la modificación del RCDF-20. Bajo la supervisión de la Dirección de Obras Públicas se creó el reglamento de construcción de 1942 (RCDF-42),²² con disposiciones de índole técnico; las más relevantes fueron el establecimiento de alturas máximas para los edificios —14 m, 18 m y 35 m para calles de 9 m, 12 m y mayores a 12 m de ancho—, así como especificaciones para valores de cargas muerta y vivas. Estas últimas podían ser reducidas para el diseño de columnas, muros y cimientos, desde 10% para edificios de dos niveles hasta 50% para edificios de siete niveles o más.²³

Se consideraron los efectos sísmicos, generando una clasificación de las construcciones por tipo de importancia y asignando un valor de coeficiente sísmico. Las capacidades de carga del terreno eran de 5 t/m² para terrenos preconsolidados o 3 t/m² si no había edificaciones previas en el predio. Las cimentaciones permitidas eran de concreto reforzado o fierro fundido/acero estructural ahogadas en con-

creto; los pilotes de madera, de concreto reforzado o compuestos. Se regularon los materiales, estableciendo la dosificación mínima para el concreto. Bajo estas nuevas especificaciones técnicas se construiría uno de los edificios más emblemáticos de la Ciudad de México: la Torre Latinoamericana.

Torre Latinoamericana

Este edificio se construyó entre 1948 y 1956 y se convirtió en un ícono del paisaje de la ciudad y de la arquitectura mexicanas, al ser el primer edificio elevado, construido en una zona altamente sísmica y en suelo blando. Cuenta con una altura total de 140 m y 43 pisos,²⁴ rebasando la altura máxima permitida por el RCDF-42, que era de 35 m. La cimentación se encuentra resuelta mediante un cajón de cimentación de 13 m de profundidad y 361 pilotes de punta apoyados en la primera capa de arena compacta a 33 m de profundidad. Los pilotes cuentan con un diámetro de fuste de 30 cm y un diámetro en la punta de 43 cm, fabricados en concreto reforzado con un esfuerzo resistente a compresión aproximado de 750 kg/cm²; éstos no se encuentran anclados directamente sobre la losa fondo del cajón de cimentación, sino que pasan libremente, permitiendo ajustar la altura de la edificación independiente al terreno, resultando así precursores de los pilotes de control.²⁵

Debido a que la descarga de la edificación era mayor a lo que soportaban los pilotes, se realizó un cajón de cimentación en concreto reforzado formado por dos sótanos, apoyándose la losa fondo de 60 cm de espesor en depósitos de arcilla en el nivel -13.50, obteniendo una cimentación semicompensada.

²² Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, "Reglamento de Construcción y Servicios Públicos en el D.F., México", *Diario Oficial del GCEUM*, 1942.

²³ Esta reducción ocasionó que los edificios altos se diseñaran con cargas menores a las que realmente se sometían en condición de sismo generado, y que muchos edificios calculados bajo esta normatividad se colapsaran durante los sismos de 1957 y 1985. Ejemplo de lo anterior es el Centro Urbano Benito Juárez (1950-1952) del arquitecto Mario Pani.

²⁴ Ernesto Zeevaert, *La Torre Latinoamericana*, México, DEPEI-UNAM, 1986, p. 5.

²⁵ Los pilotes de control permiten el paso del pilote a través de la losa fondo del cajón de cimentación, permitiendo que la edificación se hunda junto con el terreno en forma controlada.

las intensidades de los sismos sufridos en la ciudad, determinó que podían presentarse sismos con intensidades mayores y que este edificio debía ser capaz de soportarlas.

La torre se diseñó sísmicamente empleando un nuevo método estudiado en Estados Unidos, el cual consideraba al edificio como un elemento dinámico. Para realizar este análisis, el doctor Zeevaert consultó al doctor Nathan Newmark, dando como resultado que el inmueble se diseñara para soportar un sismo nunca antes registrado, de grado ocho. Los requisitos que debía cumplir para lograr un comportamiento sísmico adecuado serían los siguientes: la estructura debía ser flexible para permitir las deformaciones impuestas por un sismo sin que sufriera daños la estructura, además de que todos los muros divisorios de los ejes principales debían removerse y no podían ligarse a la estructura principal. Los muros perimetrales debían diseñarse con materiales que permitieran deformaciones considerables sin dañarse.

La Torre Latinoamericana forma un parteaguas en el diseño sísmico en México y en el uso de la tecnología, materiales y sistemas constructivos del momento para lograr una edificación segura y funcional. Esta edificación fue pionera en aplicar un método de diseño sísmico dinámico en el país, verificando su comportamiento de manera analítica. Al conocer el comportamiento sísmico de los edificios, se seleccionó el acero como material para la estructura, debido a su alta ductilidad. Se instalaron instrumentos para registrar el desplazamiento de entrepisos consecutivos bajo sismo, lo cual, aunado a la investigación realizada para su construcción, se aprovechó para realizar modificaciones a los reglamentos de construcción posteriores.

Algunos de los avances técnicos en los sistemas de cimentación se realizaron entre 1942 y 1957, cuando el ingeniero González Flores patentó los pilotes de control; además, en la Ciudad de México se

estableció la primera planta de concreto premezclado. Aunado a lo anterior, el ingeniero Raúl Marsal, primero en los laboratorios de Ingenieros Civiles Asociados (ICA) y luego en el Instituto de Ingeniería de la UNAM (1956), realizó estudios de las arcillas del valle de México.

Otro evento que modificaría la forma de diseño y construcción en la Ciudad de México fue el sismo del 28 de julio de 1957, con una magnitud de 7.7 Mw, lo cual generó la promulgación de normas de emergencia, vigentes hasta la promulgación de un nuevo reglamento de construcción, en 1966. El aspecto importante que cubrían estas normas emergentes era el efecto sísmico sobre las edificaciones, estableciendo que las construcciones menores a los 45 m de altura podrían seguir ocupando el método de diseño sísmico establecido en el RCDF-42, mientras que para edificios de mayor altura se requeriría un estudio especial para garantizar su correcto funcionamiento (método dinámico). Los valores de coeficientes sísmicos se incrementaron y por primera vez se zonificó la Ciudad de México de acuerdo con el tipo de suelo, surgiendo tres tipos de zonificación: lacustre, de transición y lomerío.²⁷

En 1964, con la pretensión de subsanar las deficiencias del reglamento anterior, se generó el RCDF-64. Nuevamente en éste se cubrieron los temas de cargas vivas para determinados tipos de suelo, las capacidades de carga del terreno y la variación de coeficientes sísmicos conforme al tipo de suelo. Para los edificios altos era de rigor hacer un análisis sísmico dinámico modal espectral para su diseño, y se solicitaba su diseño por viento.

²⁷ Se iniciaron las investigaciones acerca del comportamiento sísmico de los edificios. Investigadores como el doctor E. Rosenblueth aportaron al reglamento de construcción los primeros espectros sísmicos para el cálculo de edificios. Emilio Rosenblueth, *Proyecto de reglamento de las construcciones en el distrito federal: folleto complementario diseño sísmico de edificios*, México, II-UNAM, 1962, pp. 1-120.

Construcción en la ciudad a partir de 1976

Al reconocer que el tipo de suelo y los efectos sísmicos son los principales agentes que afectan a las construcciones de la Ciudad de México, se realizaron más estudios acerca de los mismos, y los resultados obtenidos modificaron la normatividad. Este hecho convirtió al país en un punto de referencia a escala mundial en el área de geotecnia y comportamiento sísmico, surgiendo así el Reglamento de Construcción del Distrito Federal de 1976 (RCDF-76).²⁸ En éste se creó la figura de los directores responsables de obra, quienes deben verificar la seguridad y el servicio de la edificación. Los aspectos técnicos constructivos de los materiales quedaron separados del cuerpo principal normativo, generando las Normas Técnicas Complementarias de Diseño. Los valores de coeficientes sísmicos aumentaron según el tipo de terreno.

Para las cimentaciones, el Distrito Federal se dividió en cuatro zonas: suelos compresibles con espesor menor a 3 m, suelos compresibles entre 3 y 20 m de profundidad, suelos compresibles con espesor de 20 m, y zonas que requieren forzosamente un estudio de mecánica de suelos. La capacidad del terreno máxima era de entre 2 y 8t/m². Para el diseño de los materiales se emplearían los métodos de diseño por resistencia última. Estas nuevas consideraciones, surgidas del estudio del comportamiento geotécnico y estructural, permitirían la construcción de edificaciones con un mayor número de niveles en la Ciudad de México, pese a la complejidad de su subsuelo en la zona lacustre, una de las cuales fue la Torre de Pemex.

Torre Ejecutiva Pemex

De 1976 a 1982 se construyó el edificio inteligente denominado Torre Ejecutiva Pemex, diseñado por el

arquitecto Moctezuma Díaz Infante y calculado por el ingeniero Óscar de Buen, con 49 niveles y 235 m de altura, de modo que al finalizar su construcción se convirtió en el edificio más alto de la Ciudad de México. Su planta es rectangular, de 63.44 × 44.32 m, con un sótano a 4.8 m por debajo del nivel de acceso y un helipuerto.

El terreno donde se construyó es una zona considerada de transición, con depósitos resistentes de suelo ubicados a 32 m de profundidad. Esta condición obligó a resolver la cimentación con un cajón de cimentación, además de colocar 164 pilas de concreto reforzado coladas in situ con un fuste de 1 m de diámetro y ampliación en la base de 1.5 m. Estas pilas presentan una corona a 8.5 m por debajo del nivel de calle y son recibidas por contratraveses, formando cajones que se utilizan como cisterna contra incendio. El concreto reforzado para esta estructura presenta un f_c mayor a 600 kg/cm².

La estructuración está hecha a base de marcos de acero atornillados; las separaciones entre ejes son de 7.93 m y 10.90 m. Para rigidizar el edificio se definieron en el perímetro macromarcos con diagonales a 45° que terminan cada 16 niveles, y se formaron dos diafragmas horizontales con armaduras en el perímetro entero, entre los niveles 20-21 y 37-38, generando un sistema rígido para evitar las deformaciones excesivas por sismo en ambas direcciones. En los niveles intermedios se cuenta con traveses y columnas metálicas tipo "IR" conectadas a momento. El sistema de piso es losacero, con una capa de compresión a base de concreto ligero, empleando conectores de cortante para generar un comportamiento compuesto con las traveses de este sistema. El acero empleado presenta un esfuerzo resistente aproximado de 3500 kg/cm² (figura 6).

Su planta es simétrica con el núcleo de elevadores y servicio al centro de la edificación, evitando torsiones por sismo. El uso de estructura metálica, así como de concreto ligero, permite que las descargas

²⁸ Departamento del Distrito Federal, "Nuevo Reglamento de Construcciones para el D.F., México", *Diario Oficial del D.F.*, 1966.

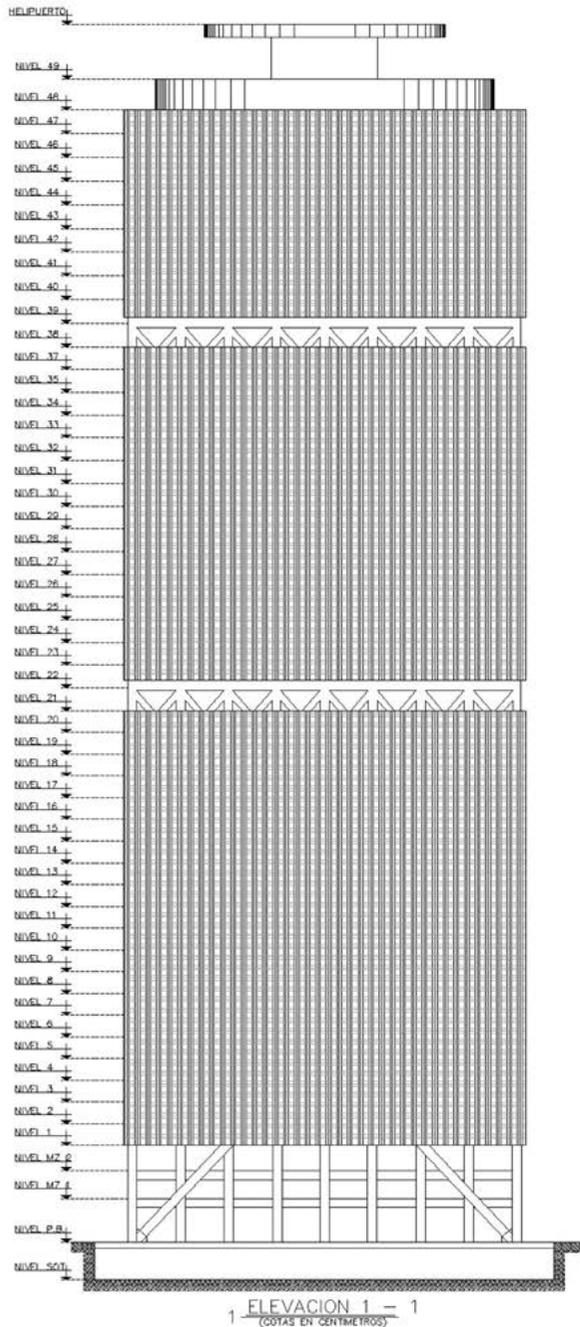


Figura 6. Esquema de la Torre de Pemex. Dibujo de Perla Santa Ana.

al terreno sean menores y, por ende, se requiera un menor volumen de cimentación. La estructura metálica permite una mayor ductilidad, al generar entrepisos rígidos mediante la colocación de armaduras perimetrales con peralte de uno o dos entrepi-

sos conectados a la estructura principal. Para limitar aún más sus posibles deformaciones laterales, se colocaron contraventeos verticales en todas las caras del edificio, con 90 amortiguadores para disminuir deformaciones, ya que fue diseñado para sismos con mayor intensidad a los registrados en la actualidad (8.5 Mw).

Las nuevas tecnologías sísmicas, como son los disipadores de energía por medio de contraventeos, amortiguadores sísmicos,²⁹ sistemas de macromarcos, etc., permitirían construir edificios de mayor altura en zonas donde antes no era imaginable construir sin que presentaran problemas de hundimientos en el terreno y colapsos ante sismos. Los materiales ofrecen capacidades resistentes mayores a las empleadas en el país. Su diseño consideró parámetros aún no contemplados en el RCDF-76, que serían considerados en el reglamento de construcción de 1987.

Construcción en la ciudad a partir de 1985

El grado de afectaciones sufrido en la ciudad a causa del sismo del 19 de septiembre de 1985 (de intensidad 8 Mw) mostró efectos particulares del comportamiento de los edificios en determinadas zonas de la ciudad. Ese año se generaron normas técnicas de emergencia, y el nuevo reglamento de construcción se publicó en 1987 (RCDF-87).³⁰ Estas normas enfatizan en las aceleraciones sísmicas y los efectos de resonancia. Las condiciones de regularidad de la edificación se marcaron como condiciones deseables en los proyectos arquitectónicos. Se generaron tres zonas en la ciudad con distintas capacidades de terreno: zI Q – 8 t/m², zII Q – 5 t/m² y zIII Q – 1.5 a 4 t/m². Se modificaron los factores de diseño de

²⁹ Aminoran la deformación de la edificación.

³⁰ Gobierno del D.F., "Reglamento de construcciones para el D.F., México", *Gaceta Oficial del Departamento del D.F.*, 1987.

los materiales, generando un amplio rango de seguridad, enfatizando en los sistemas estructurales dúctiles. Tales consideraciones fueron utilizadas en el diseño y construcción de edificios más altos, como en el caso de la Torre Mayor.

Torre Mayor

En 1999 comenzó su construcción, con 225 m de altura y 57 pisos. Ubicada sobre el Paseo de la Reforma, tiene una huella de 80 × 80 m en planta en los niveles inferiores, disminuyendo sus dimensiones en los niveles superiores (48 × 36 m).

Consta de cuatro niveles de estacionamiento subterráneo, lo cual le da un total de 230.4 m de altura. El proyecto arquitectónico fue desarrollado por Zeidler Roberts, mientras que el proyecto estructural fue desarrollado por el maestro en ingeniería Enrique Martínez Romero.³¹

El inmueble se encuentra desplantado entre la zona de transición y lago de la Ciudad de México. Como resultado de la profundidad de la excavación requerida para generar la cimentación del edificio, se realizaron terraplenes cerca de los linderos del terreno para controlar el empuje del suelo en las colindancias. La cimentación consta de un cajón de cimentación³² formado por tabletas de concreto reforzado (de entre 60 y 80 cm de espesor), empleando para su construcción el método "muro Milán". Constructivamente, antes de colar la losa fondo del cajón de cimentación se colaron 251 pilas de 1.20 m de diámetro, las cuales llegan hasta el estrato resistente,³³ para finalmente colar la losa fondo con un peralte variable de entre 1 y 2.5 m en concreto reforzado.

³¹ Ahmad Rahimian, *Standing Tall*, Chicago, Modern Steel Constructions, 2003, p. 42.

³² Cuatro niveles subterráneos, a 15 m por debajo del nivel de banqueta.

³³ El estrato resistente se encontró entre 38 y 50 m de profundidad.

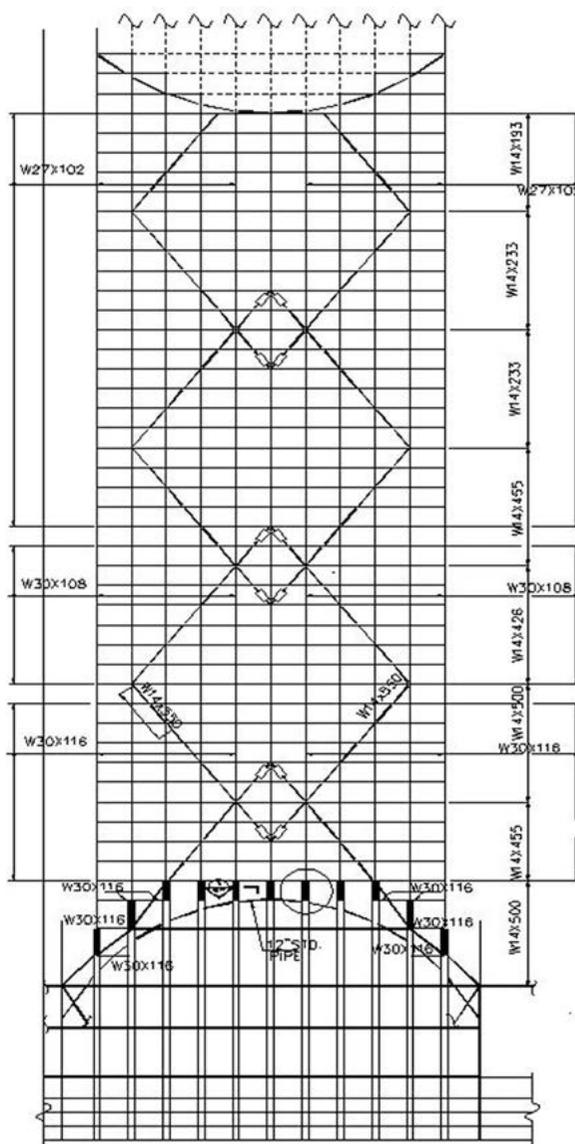


Figura 7. Elevación de la Torre Mayor. Dibujo de Perla Santa Ana.

La estructura principal fue realizada en acero, conformada por marcos con columnas y muros compuestos.³⁴ Los entrepisos están construidos con un sistema tipo losacero de 7.6 cm de espesor, soportado

³⁴ Columnas metálicas que forman el refuerzo interior de muros de concreto reforzado o columnas metálicas cubiertas con acero de refuerzo y concreto, colocando pernos de cortante para lograr adherencia entre el concreto y el acero estructural. El uso del sistema mixto añade rigidez y resistencia.

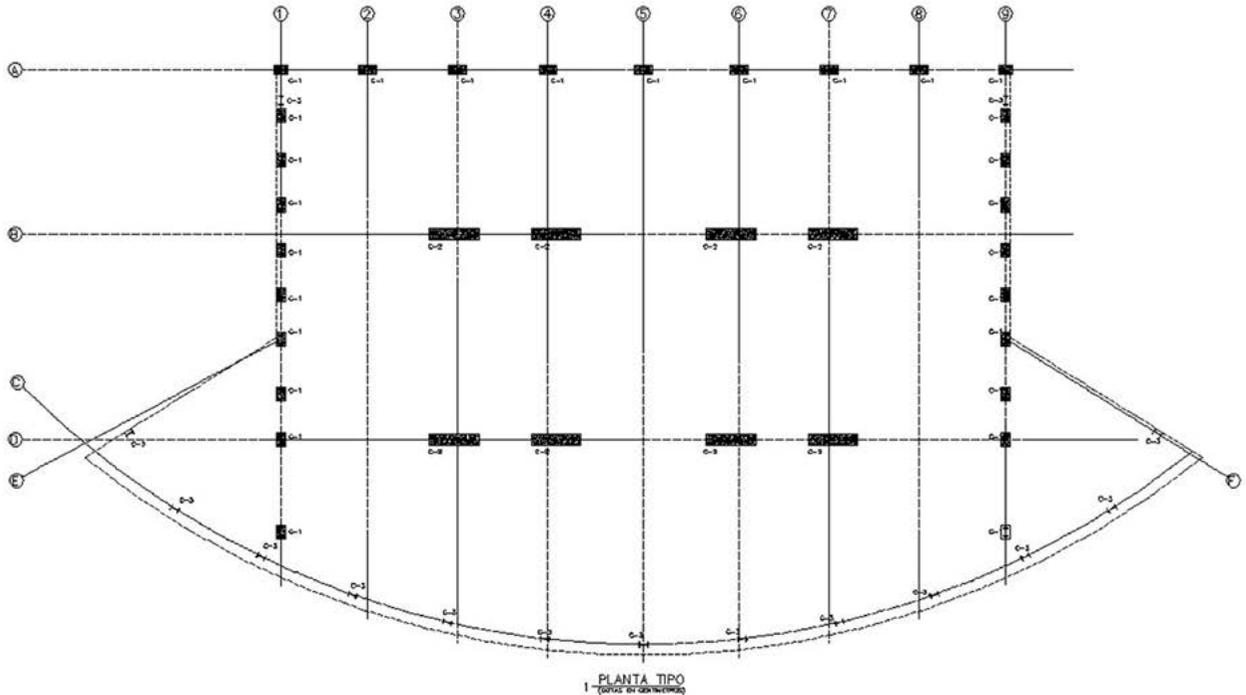


Figura 8. Planta tipo de la Torre Mayor. Dibujo de Perla Santa Ana.

por vigas metálicas, formando una sección compuesta con la losa, empleando conectores de cortante (figura 7).

A pesar de su geometría en planta semicircular, se trata de una planta simétrica donde el núcleo de servicios se localiza cercano al centro. En relación con el diseño por sismo, su sistema para soportar las fuerzas y deformaciones laterales se basa en colocar macromarcos contraventeados en el perímetro de la torre, acoplados con los marcos rígidos interiores, formando un sistema de tubo al exterior y al interior. Adicionalmente se colocaron 96 amortiguadores viscoelásticos en los contraventeos, aminorando los desplazamientos laterales. Para su análisis sísmico se obtuvo la aceleración de diseño específica para el predio, revisando la torre en primera instancia con los métodos de diseño establecidos por el RCDF-93³⁵ (análisis dinámico), para después realizar análisis

sísmicos más sofisticados, como el análisis tiempo-historia bajo distintos sismos de mayor intensidad a los presentados actualmente (8.2 Mw).

Este edificio, junto con la Torre de Pemex, marcaron un nuevo rumbo en construcción y diseño estructural, ya que para lograr la resistencia requerida no sólo se usaron materiales con mayor resistencia, sino que comenzaron a combinarse, formando secciones compuestas, obteniendo una mayor rigidez y resistencia. Las dimensiones de los elementos constructivos cambiaron, presentando dimensiones nunca antes vistas —losas de cimentación de hasta 2 m de espesor, muros de 80 cm de espesor, etc.—. Los métodos constructivos se perfeccionaron, desde el proceso de excavación y retención del terreno hasta el colado de elementos en las alturas (figura 8).

Conclusiones

Los adelantos en cuestión de materiales, sistemas constructivos y la integración de estudios técnicos

³⁵ Gobierno del D.F., “Reglamento de Construcciones para el D.F., México”, *Gaceta Oficial del Departamento del D.F.*, 1993.

como la geotecnia o el diseño sísmico han permitido la creación de edificaciones en la Ciudad de México más complejas formalmente, con una mayor altura y mayores claros. Uno de los grandes retos para los arquitectos e ingenieros que construían —y construyen— en esta urbe desde el siglo XIX es el suelo y su comportamiento, el cual genera distintos efectos en las construcciones, desde asentamientos imperceptibles en los edificios hasta llevarlos a su colapso.

Este factor, aunado a los movimientos telúricos, condicionaron durante un amplio periodo el incremento en altura y el aspecto formal de los edificios construidos en la capital del país. El siglo XX fue muy importante en la construcción de México: se inició la modernidad con la importación de materiales y de estudios realizados en otras partes del mundo con respecto a los suelos y a los materiales. El acero estructural y el concreto reforzado son tan importantes en la construcción mexicana como lo fue la madera antes de ese siglo, permitiendo adaptar e innovar los sistemas constructivos a las necesidades y realidad de nuestro país.

A lo largo del siglo XX, la iniciativa y el estudio realizado por importantes investigadores internacionales y mexicanos, tanto en el aspecto geotécnico como en el diseño sísmico y estructural, entre

otros, produjo grandes adelantos en el comportamiento de los edificios bajo condicionantes como la construcción en suelos arcillosos o con alta sismicidad. Los sistemas de cimentación creados en México, como los pilotes de control o las cimentaciones mixtas, fueron aportaciones del país al mundo.

En cuanto al factor sísmico, los estudios desarrollados en el país, primordialmente en la Ciudad de México, sobre todo en universidades públicas como la UNAM y la UAM, han convertido a los ingenieros mexicanos en un punto de referencia dentro de la resolución del cálculo de edificios en zonas con este problema a nivel mundial.

Finalmente, los materiales originales, concreto reforzado y acero estructural, siguen su evolución a nivel internacional. Hoy en día existen concretos de alta resistencia con f_c de 1000 kg/cm², con una mayor capacidad para deformarse y usarse como material para la construcción de edificios altos en zonas sísmicas —como la Torre Reforma—, apoyados con el uso del acero estructural, los cuales, trabajando juntos, generan una mancuerna perfecta constructivamente. Esto permitirá que los edificios del futuro continúen con la carrera iniciada en el siglo XIX con el surgimiento de los rascacielos: alcanzar el cielo.



Transformaciones y permanencias constructivas y microclimáticas en iglesias y capillas virreinales en Yucatán

Fecha de recepción: 31 de julio de 2018.

Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2018.

En este trabajo se analizan, en términos constructivo y climático, un grupo de edificaciones religiosas virreinales yucatecas que perdieron sus techumbres originales de mampostería o de estructura de madera y cubierta de ramada, las cuales fueron sustituidas por materiales modernos, con predominio del concreto armado. El propósito es determinar el grado de alteración constructiva, espacial y térmico-ambiental en relación con sus condiciones originales.

Palabras clave: arquitectura virreinal, edificaciones religiosas, diagnóstico bioclimático, sistemas constructivos, simulación digital.

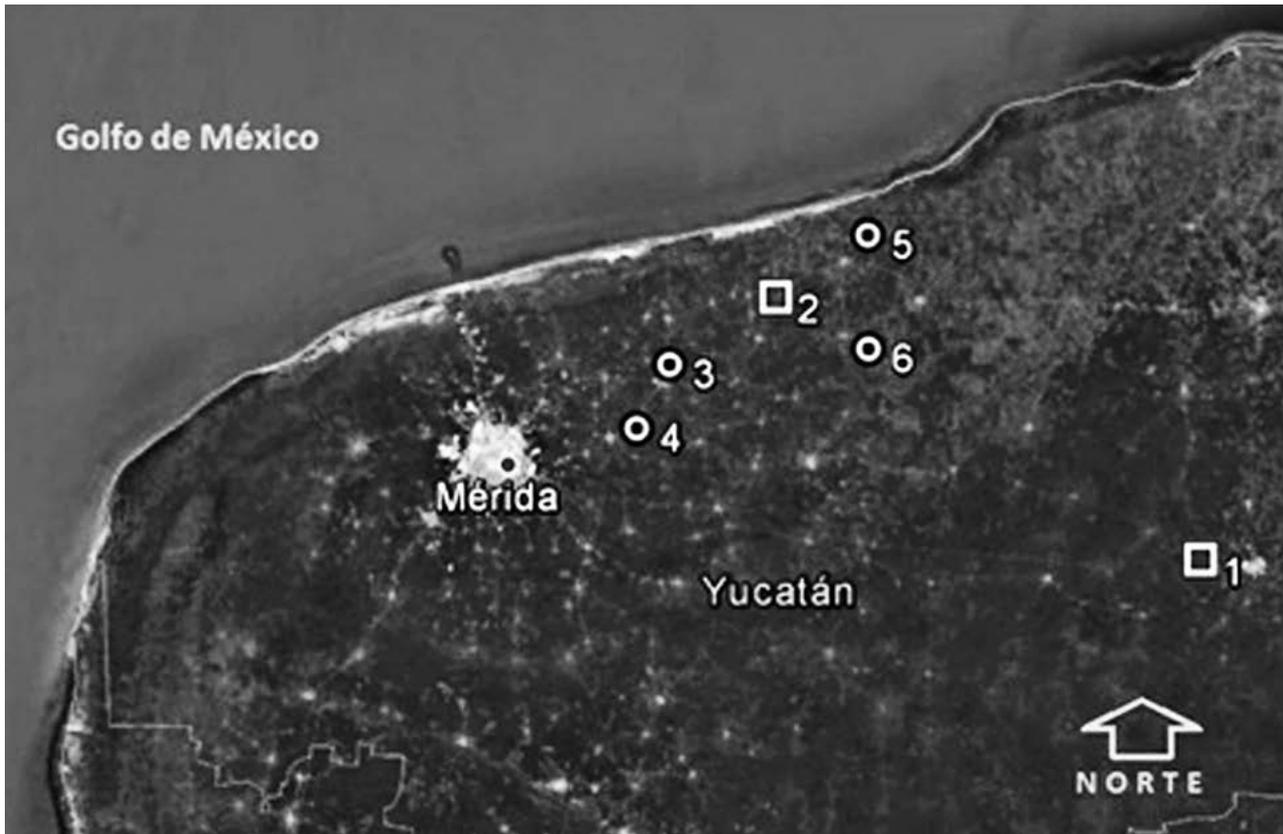
In this work a group of viceregal religious buildings in Yucatán was analyzed in terms of climate and construction. They lost their original roofing of masonry and wooden structures, which were replaced with modern materials, primarily reinforced concrete roofs. The aim is to determine the degree of building alteration, spatial and thermal environment with regard to its original conditions.

Keywords: viceregal architecture, religious buildings, bioclimatic diagnostic, construction systems, digital simulation.

A partir de mediados del siglo XVI y en la primera mitad del XVII los frailes franciscanos construyeron una gran cantidad de iglesias conventuales y capillas de visita en el actual estado de Yucatán. Las edificaciones religiosas de la zona oriente han presentado, en algunos casos, la caída de las cubiertas abovedadas de mampostería debido a fallas estructurales, las inclemencias del clima, el abandono y la falta de mantenimiento. Por otro lado, las naves de capillas de visita estuvieron cubiertas con el sistema de ramada, y a partir de los diferentes estados de consolidación económica de los poblados de visita, algunas naves de capillas fueron terminadas con base en los modelos de las iglesias conventuales. Sin embargo, existieron naves donde sólo se logró construir los muros, sin que fuera posible erigirlas con techumbres de materiales no perecederos, las cuales incluso continuaron descubiertas hasta muy entrado el siglo XX.

El objetivo de este trabajo es describir constructivamente las iglesias conventuales de Uayma y Dzidzantún, así como las capillas de visita de Ucí, Muxupip, Dzilam González y Dzoncauich, además de conocer la diferencia entre los ambientes térmicos que presentaban con sistemas de techumbres propias de la época de su construcción con los que se

* Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán.



Mapa 1. Ubicación de las iglesias conventuales de Uayma (1) y Dzidzantún (2), y de las capillas de visita de Ucí (3), Muxupip (4), Dzilam González (5) y Dzoncauich (6). Elaborado por los autores.

crean los sistemas de techumbres que se emplean en la actualidad cuando son rehabilitadas para su uso y conservación (mapa 1).

La metodología de trabajo de la descripción constructiva de las naves de las iglesias conventuales y de las capillas de visita se basó en la observación directa de sus sistemas y materiales constructivos, así como en la investigación documental en fuentes primarias y secundarias, a modo de establecer la secuencia histórica de las etapas constructiva; asimismo, el análisis se basó en el proceso general de evolución arquitectónica y constructiva de las capillas de visita establecido por Chico, desde mediados del siglo XVI hasta el XX.¹

¹ Pablo Chico Ponce de León, "Transformaciones y evolución de la arquitectura religiosa de Yucatán durante los siglos XVII y XVIII

Para determinar los efectos en las condiciones microclimáticas interiores de las iglesias o capillas por la integración de cubiertas de sistemas constructivos modernos en sustitución de las de materiales vegetales y pétreos utilizados originalmente, se simuló de manera digital las condiciones del pasado, se midieron las actuales y se compararon los resultados. Se estudiaron dos capillas rehabilitadas mediante la integración de techumbres con materiales modernos en años recientes.

La primera capilla, la de Ucí, presenta hoy en día techumbre a dos aguas con estructuras metálicas y cubierta de paneles metálicos con aislamiento a base

(la metodología de la investigación histórica de la arquitectura y el urbanismo en un caso de estudio)", tesis de doctorado, México, UNAM, 2000, pp. 665-666.

de membranas de refuerzo. Esta solución de cubierta se comparó con la de ramada que tuvo originalmente. El funcionamiento ambiental de la condición actual se estudió mediante el monitoreo con registradores digitales de temperatura y humedad colocados en su interior y en el exterior durante la temporada más caliente del año.

Con el objetivo de conocer el funcionamiento de la condición con cubierta de ramada, se recurrió a la simulación digital utilizando el *software EnergyPlus*, del Departamento de Energía de Estados Unidos, en su versión 8.5, con el *plug-in Legacy OpenStudio* para *Sketchup*.

La segunda capilla, la de Muxupip, se estudió con la solución actual de techumbre de bóveda en la nave central y techos planos en las naves laterales, las tres de concreto. Esa solución se comparó con la de bóveda de mampostería que tuvo anteriormente y que fue una solución común durante el periodo virreinal.

El estudio de las condiciones actuales se realizó por medio del monitoreo, utilizando registradores digitales colocados en el interior y en el exterior durante la temporada más caliente del año.

Para tener un conocimiento aproximado del comportamiento de la solución antigua de mampostería, se hicieron consideraciones teóricas ya confirmadas en un estudio previo de los autores, en el que se realizaron mediciones con registradores digitales en la iglesia Tercer Orden, ubicada en la zona central de la ciudad de Mérida, un edificio con muros de mampostería y techo abovedado del mismo material.

Las conclusiones se obtuvieron a partir de la comparación de las condiciones térmicas de las capillas con techumbres de materiales modernos respecto a las de techumbres antiguas de uso común en el periodo colonial. En todos los casos se usó una zona de confort como parámetro de evaluación de los ambientes interiores de los edificios estudiados,

determinada al utilizar la fórmula de ASHRAE² para 90% de la población: $0.31 * t_{ma} + 20.3$ para el límite superior, y $0.31 * t_{ma} + 15.3$ para el límite inferior, donde “tma” es la temperatura media del aire del clima local.

Sistemas constructivos de cubiertas

Por lo general, las naves de iglesias conventuales se construyeron en una sola etapa edificatoria a corto, mediano o largo plazo. Éstas fueron cubiertas con bóvedas de cañón corrido de mampostería. Para los casos analizados, en Dzidzantún la cubierta abovedada se sustituyó por elementos horizontales de concreto prefabricado pretensado, mientras que en Uayma fue reconstruida con dovelas de concreto. Por otra parte, la secuencia histórica de la edificación de las naves de capillas de visita está configurada por cuatro etapas constructivas:

1. La techumbre de la ramada es una estructura de madera a dos aguas cubierta con hojas de huano, apoyada en horcones de madera.
2. Los horcones son sustituidos por muros de mampostería; se conserva la techumbre de la ramada y el muro piñón de la fachada exhibe grandes declives, siguiendo la pendiente de la ramada.
3. La techumbre de la ramada es sustituida por cubiertas abovedadas de mampostería o por bóvedas de rollizos apoyadas en arcos de mampostería, adicionando a los muros contrafuertes para recibir los empujes generados por bóvedas y arcos.
4. A finales del siglo XIX, las techumbres de ramadas sobrevivientes o desaparecidas fueron

² ANSI/ASHRAE Standard 55, *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, Atlanta, American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2013.

sustituidas por armaduras de madera a dos aguas. En el siglo xx se cubrieron con estructuras metálicas y láminas, y en algunos casos fueron sustituidas por losas de concreto plana o abovedadas o con elementos prefabricados de concreto pretensado.

Ejemplos de esta problemática existieron en las capillas de poblados de poca limosna, donde las naves no pudieron quedar cubiertas con bóvedas de mampostería o de rollizos debido a la fuerte inversión de recursos materiales y humanos que se requería. Las naves de capillas que se analizan aquí se configuraron con base en la secuencia de las etapas 1, 2 y 4. Las techumbres de las capillas fueron sustituidas, en Dzilam González y Dzoncauich, por elementos horizontales de concreto prefabricado pretensado; en Muxupip, por bóveda de concreto armado, y en Ucí, con armadura metálica. La descripción de las naves de los ex conventos y capillas de visita y sus etapas constructivas se organizó de acuerdo con los sistemas constructivos de cubiertas modernas: concreto, concreto prefabricado y estructura metálica.

Cubiertas de concreto

Capilla de Santiago, Muxupip, Yucatán

Muxupip fue visita de la doctrina de Motul (1567), por lo que la construcción de la capilla pudo haberse efectuado a partir de esa fecha y terminado antes de 1581, año en que se menciona que estaba edificada a cal y canto.³ La capilla de visita constaba de presbiterio, sacristía y coro, y ramada.

La capilla tiene bóvedas de cañón corrido en los tres espacios, y los muros son de mampostería aparejada nucleada con espesores de 1.20 m en la sacris-

³ *Relaciones histórico-geográficas de la Gobernación de Yucatán*, vol. I, México, UNAM, 1983, p. 73.

tía y el coro, así como de 1.80 m en el presbiterio. Aparentemente, la primitiva espadaña se construyó antes que el coro, pues se observa la estructura de mampostería y sillares de refuerzo, arrancando desde el nivel del terreno, y la mampostería del muro se ajustó a los espacios dejados entre los dos pilares de la espadaña.

La nave estaba cubierta con una estructura de madera y techumbre de huano a dos aguas, llamada ramada. La sustitución de los postes u horcones de la ramada de la nave por los muros de mampostería no tiene una fecha documentada; sin embargo, es posible que se haya efectuado a principios del siglo xvii, como fue la tendencia observada en las capillas de visita pertenecientes al partido de la Costa, donde se ubica esta edificación.⁴ Los muros de la nave son de mampostería, con un poco más de 90 cm de ancho, y el claro es de casi 14 m. Los claros de los vanos fueron librados con dinteles de vigas de madera, a diferencia de otros casos, en que se resolvieron con capialzados.

La nave permaneció mucho tiempo sin cubierta, y fue antes de 1929 cuando se construyó una techumbre de dos aguas con armaduras y postes de madera, así como con cubierta de lámina acanalada, formado tres naves en el interior de la iglesia⁵ (figura 1).

En el último tercio del siglo xx, la cubierta de madera fue sustituida por otra de concreto con forma abovedada en la nave central y plana en las naves laterales, sostenidas por columnas de concreto armado, además de que se repararon las azoteas del presbiterio, la sacristía y el coro (figura 2).

En este caso, para la elección de la forma de la cubierta actual no se tomó en cuenta la inclinación

⁴ Manuel Arturo Román Kalisch, "El proceso constructivo y sus transformaciones de la arquitectura religiosa virreinal en Yucatán", tesis de doctorado, México, UNAM, 2005, pp. 128-146, 158-167.

⁵ Justino Fernández (comp.), *Catálogo de construcciones religiosas del estado de Yucatán*, México, SHCP, 1945, vol. II, p. 465.

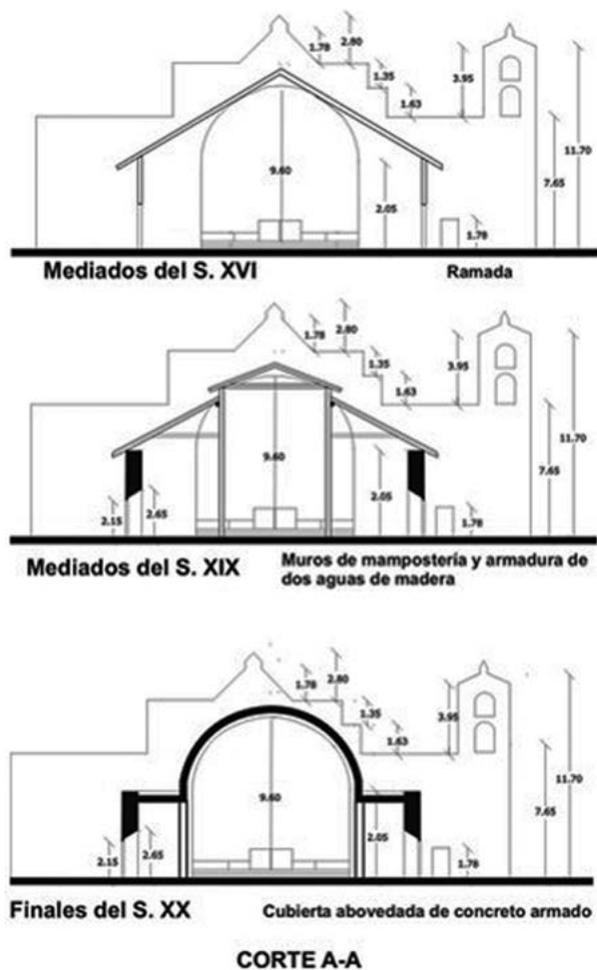


Figura 1. Cortes arquitectónicas en los que se aprecian los diferentes tipos de cubiertas de la capilla de Santiago, Muxupip, Yucatán. Plano elaborado por los autores con base en el levantamiento de Justino Fernández, Justino Fernández (comp.), *Catálogo de construcciones religiosas del estado de Yucatán, México*, SHCP, 1945, vol. II, p. 465.

del muro piñón que contenía a la techumbre de dos aguas de la ramada primitiva. Por lo tanto, se perdió la oportunidad de restituir la espacialidad original que poseía la nave de la capilla con la techumbre perecedera.

Iglesia conventual de Santo Domingo, Uayma, Yucatán

Antes de ser fundado el convento de Santo Domingo, en 1581, fue visita de la doctrina de San Bernardino de Sisal. Hacia 1580, el encomendero Juan Vellino

escribió acerca de Uayma que “[...] tiene este pueblo iglesia y sacristía y coro y casa para los religiosos con sus celdas”⁶ Menciona además que él mismo llegó acompañado por un religioso franciscano para visitar y trazar la obra de la iglesia, por lo que es posible elucidar que la iglesia existente haya sido la primitiva capilla de indios, ubicada al sur del convento, y que a partir de 1581 se iniciaran los trabajos de construcción del convento y de la iglesia conventual, al parecer terminada en la década de 1640.⁷

La nave de la iglesia conventual se construyó con una bóveda de medio punto con piedras *tzales*⁸ asentadas con mortero de cal, conformando las hiladas longitudinales con aparejo recto y traslapes entre hiladas. El lecho superior tenía una capa de argamasa con agregado pétreo de unos 5 cm de ancho y otra inferior de menor espesor. Los muros de mampostería aparejada nucleada tienen un grosor de casi 3 m.

En los trabajos de restauración de la nave, el personal encargado de la obra describe a detalle la configuración de la bóveda de mampostería:

Los aparejos o *tzales* que conforman la bóveda tienen una dimensión aproximada de 40 centímetros de canto por 30 centímetros de largo y su espesor va de los 8 a los 10 centímetros. Las juntas son de mortero de unos 3 a 5 cm de espesor, dispuestas radialmente de acuerdo a la geometría del elemento. En el sentido longitudinal, las piezas no describen arcos individuales, sino que se encuentran cuatrapeadas dando continuidad constructiva a la techumbre, este cuatrapeo es de un tercio del largo de la pieza aproximadamente, que equivale a

⁶ *Relaciones histórico-geográficas...*, *op. cit.*, vol. I, p. 171.

⁷ J. Fernández, *op. cit.*, vol. II, p. 766; Martha Pacheco León et al., *Memoria de restauración de un inmueble histórico. Templo y ex convento de Santo Domingo, Uayma, Yucatán*, México, Gobierno del Estado de Yucatán, 2007, p. 22.

⁸ Las piedras *tzales* o laja tienen forma cuneiforme y se utilizaron en aparejo recto para configurar las hiladas de arcos, capialzados, bóvedas y cúpulas.



Figura 2. Vista del interior de la nave hacia el presbiterio, con la cubierta abovedada de concreto armado en la capilla de Santiago, Muxupip, Yucatán. Fotografía de los autores.

unos 10 centímetros. En la parte superior de los aparejos se aprecian cuñas de piedra que ayudan a conformar la curvatura y a fijar la posición de los aparejos.⁹

En el siglo xx la nave estaba prácticamente destechada por el colapso que sufrió la bóveda en algún momento; el segmento de la cubierta sobreviviente estaba en malas condiciones de estabilidad, además de que el muro de la fachada principal presentaba cuarteaduras¹⁰ (figura 3).

⁹ M. Pacheco, *op. cit.*, p. 22.

¹⁰ J. Fernández, *op. cit.*, vol. II, p. 766.

En el primer lustro del siglo XXI, el gobierno del estado, a través de la Dirección de Preservación del Patrimonio Histórico, realizó la restauración de la bóveda de la nave del templo y el coro, así como de la pintura mural y los estucos, apoyándose en la reconstrucción virtual para el proyecto de restauración de las cubiertas abovedadas y de los elementos decorativos que la distinguen; otro acierto fue el de utilizar un sistema constructivo similar al original de la bóveda de piedras lajas con dovelas de concreto, con lo que se rescató la espacialidad original del inmueble.¹¹ La solución

¹¹ M. Pacheco, *op. cit.*, pp. 15-25.



Figura 3. Vista de la nave destechada hacia 2003, donde se observa el deterioro de la iglesia conventual de San Antonio, Uayma, Yucatán. Fotografía tomada de Martha Pacheco, 2007, p. 22.



Figura 4. Vista durante la ejecución de la obra de la nueva bóveda de la iglesia conventual de San Antonio, Uayma, Yucatán. Fotografía tomada de Martha Pacheco León et al., *Memoria de restauración de un inmueble histórico. Templo y ex convento de Santo Domingo, Uayma, Yucatán, México, Gobierno del Estado de Yucatán, 2007*, p. 25.

constructiva y estructural consistió en un aparejo de dimensiones similares a las originales, fabricado con concreto aligerado tipo adocreto víbro comprimido mecánicamente. Las piezas tienen una resistencia a la compresión de 40 kg/cm², con dimensiones estándar de 50 × 50 × 8 cm, junteadas con mortero de cemento y polvo¹² (figura 4).

Cubiertas de concreto prefabricado

Iglesia conventual de Santa Clara, Dzidzantún, Yucatán

La fundación del convento se efectuó en 1567,¹³ y la construcción del conjunto religioso ya estaba termi-

nada hacia 1580, dato confirmado por la asistencia de los vecinos de la población cercana de Buctzotz al convento de Dzidzantún a oír misa a la iglesia conventual.¹⁴ El fraile franciscano Francisco Gadea edificó el convento y la iglesia que el cronista Lizana consideraba la mejor edificada hasta ese momento.¹⁵ En 1588 el cronista fray Antonio de Ciudad Real describió las partes y dimensiones de la iglesia:

Es el cuerpo desta [sic] iglesia de un cañón de bóveda de ciento sesenta pies de largo y de cuarenta de ancho, la capilla está labrada de cantería de lazos, y tiene de largo desde el arco toral hasta el testero del altar

¹² *Ibidem*, p. 24.

¹³ Diego López de Cogolludo, *op. cit.*, vol. I, p. 410; J. Fernández, *op. cit.*, vol. I, p. 149.

¹⁴ *Relaciones histórico-geográficas...*, *op. cit.*, vol. I, p. 402.

¹⁵ Bernardo de Lizana, *Historia de Yucatán. Devocionario de nuestra Señora de Izamal y conquista espiritual*, México, UNAM, 1995, p. 249.



Figura 5. Vista hacia el presbiterio, donde se observa la techumbre de concreto prefabricado y los arranques de la bóveda de mampostería de la nave de la iglesia conventual de Santa Clara, Dzidzantún, Yucatán. Fotografía de los autores.

mayor, ochenta y dos pies; el ancho es el mismo [sic] que el de la iglesia [...] el suelo del coro alto es también de bóveda, del mismo [sic] ancho y de treinta y nueve pies de largo.¹⁶

Los muros son de mampostería aparejada nucleada de un poco más de 2.50 m de ancho. Los capialzados de accesos y ventanas están configurados por piedras laja o *tzales*. El aparejo de la bóveda es similar al de Uayma.

En 1928, García Preciat escribió que el muro sur de la iglesia se desplomó y provocó la caída de la cubierta de cañón corrido hasta el arco del triunfo o toral del presbiterio. Este arquitecto desconoce la fecha del derrumbe, pero supone que fue durante el siglo XIX, y afirma que en la segunda década del siglo XX el muro de la fachada principal fue demolido, ya que se consideró que, dadas las condiciones que presentaba, constituía un peligro para la población.¹⁷

La nave permaneció destechada hasta que en el último tercio del siglo XX fue cubierta con una techumbre de trabe losas de concreto prefabricado. Las trabe losas fueron colocadas arriba del nivel del lecho superior de los arranques de la bóveda de mampostería, los cuales no fueron demolidos durante los trabajos de integración de la techumbre prefabricada y quedaron como evidencia física de la cubierta original (figura 5).

Éste es otro caso en que no se proyectó la nueva cubierta con base en la forma abovedada de la cubierta anterior, con lo que se modificó de manera sustancial la espacialidad original de la nave.

Capilla de San Juan Bautista, Dzoncauich, Yucatán

Dzoncauich fue visita de la doctrina de Temax, fundada en 1591, por lo que la capilla podría haber sido

¹⁶ Antonio de Ciudad Real, *Tratado curioso y docto de las grandezas de la Nueva España*, t. 2, México, UNAM, 1976, p. 335.
¹⁷ J. Fernández, *op. cit.*, vol. I, pp. 149-150.

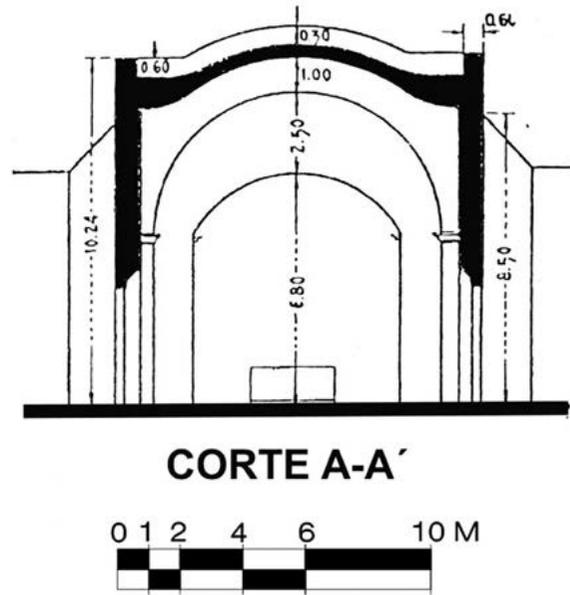


Figura 6. Corte arquitectónico en el que se aprecia la desaparecida bóveda de rollizos en la capilla de San Juan Bautista, Dzoncauich, Yucatán. Tomado de J. Fernández, *op. cit.*, vol. I, p. 172.

construida a partir de ese año. La capilla de visita estaba compuesta por el presbiterio, que tenía bóveda de cañón corrido, en tanto que la sacristía y el baptisterio tenían techumbres de rollizos y la ramada. Más adelante se construyeron muros de mampostería nucleada aparejada en sustitución de los horcones de la nave, y se conservó la cubierta de huano de la ramada. Durante el periodo de gran actividad constructiva secular de la segunda mitad del siglo XVIII, la cubierta vegetal fue sustituida por una cubierta de bóveda de rollizos, soportada por arcos perpiaños o fajones, los cuales descargaban los empujes en pilastras y contrafuertes de mampostería del mismo aparejo que los muros (figura 6).

Hacia 1929, la cubierta de bóveda de rollizos se encontraba en malas condiciones.¹⁸ Años más tarde, y debido al continuo deterioro de la bóveda de rollizos, ésta colapsó, permaneciendo destechada hasta la década de 1970.¹⁹ En ese tiempo la nave

¹⁸ *Ibidem*, vol. I, p. 172.
¹⁹ Alrededor de 1975, el sacristán de la capilla, Juan Verde Euan, atestiguó el estado de deterioro del inmueble.



Figura 7. Vistas de la nave hacia el presbiterio de la capilla de San Juan Bautista, Dzongcauich, Yucatán. Fotografía de los autores.

fue cubierta con trabe losas de concreto pretensado (figura 7), mientras que el presbiterio quedó cubierto con bóveda de concreto armado; la sacristía y el antiguo baptisterio fueron techados con losa de viga y bovedilla. De nuevo la forma de la cubierta abovedada de rollizos no se tomó en cuenta para la selección de un sistema constructivo que mantuviera la espacialidad anterior de la nave.

Capilla de San Francisco, Dzilam González, Yucatán

Fue visita del convento de Dzidzantún (1576), y aunque no hay datos sobre la construcción de la capilla,

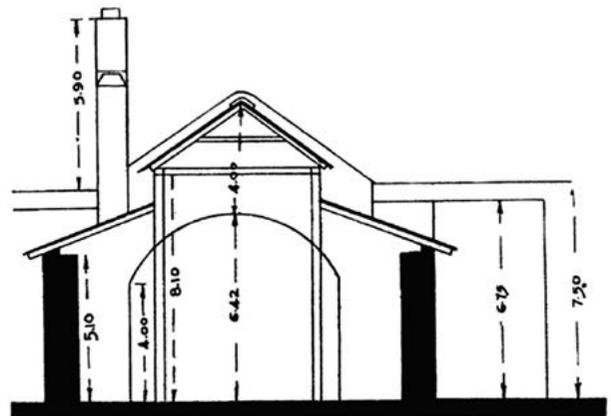


Figura 8. Corte arquitectónico en el que se aprecia la cubierta metálica en 1929 de la capilla de San Francisco, Dzilam González, Yucatán. Tomado de J. Fernández, *op. cit.*, vol. 1, p. 162.



Figura 9. Vista hacia el presbiterio, donde se observa la techumbre plana de concreto prefabricado y las ventanas adosadas en los muros laterales en la nave de la capilla de San Francisco, Dzilam González, Yucatán. Fotografía de los autores.

es posible estimar su construcción a partir de 1603, año en que la visita de Dzilam González ya tenía un franciscano residente.²⁰ La capilla constaba de presbiterio, sacristía y baptisterio, todos cubiertos con bóvedas de mampostería, y la nave, de ramada. Más adelante los horcones de la ramada fueron sustituidos por muros de mampostería. Luego desapareció la cubierta de la ramada, y hacia 1900 la cubierta de la iglesia fue reconstruida, formando tres naves, con una estructura de madera de dos aguas con cubier-

ta de lámina y sostenida por postes de madera en la nave central y por los muros de mampostería en las laterales²¹ (figura 8).

De seguro en la década en que se sustituyó la cubierta de Dzoncauich sucedió lo mismo en esta capilla: la cubierta metálica cedió su lugar a una techumbre de trabe losas de concreto pretensado, con lo que también cambió la espacialidad de la nave. En el lecho superior de los muros laterales se colocaron ventanas para darle mayor iluminación al interior de la nave (figura 9).

²⁰ Peter Gerhard, *La frontera sureste de la Nueva España*, México, UNAM, 1991, p. 87.

²¹ J. Fernández, *op. cit.*, vol. 1, pp. 161-162.



Figura 10. Vista de la nave de la capilla de San Antonio, Ucí, Yucatán, ca. 2000. Fotografía de los autores.

Cubiertas con estructura metálica

Capilla de San Antonio, Ucí, Yucatán

No hay datos acerca de la fecha de construcción de la capilla de indios; sin embargo, es posible situarla en el último tercio del siglo XVI, a partir de la fundación del convento de Motul, en 1567. La capilla de indios se compone de presbiterio, sacristía y baptisterio abovedados. La mampostería de la capilla es de hieladas regulares, con una gran cantidad de sillarejos, seguramente de extracción de las ruinas prehispánicas del lugar. En esos años la nave estaba compuesta por una ramada hecha con estructura de madera a dos aguas, recubierta de palmas de huano. Los muros de la nave tienen 4.75 m de altura y 1.25 m

de espesor; la nave tiene un claro de 14.85 m, mayor que la de Muxupip, y también quedó destechada. Por el ancho de la nave, cabe suponer que los religiosos encargados de la obra pensaron en construir una iglesia de tres naves.

A principios del siglo XXI la nave presentaba un estado de conservación pésimo y sin techumbre; sólo estaban en pie los muros laterales, mientras que el muro piñón de la fachada principal poniéndose se vino abajo, dejando a la vista la composición interior de los muros, con un núcleo de piedras de medianas a chicas, con mortero de cal. El interior de la nave se hallaba dividido en dos partes por un muro de mampostería transversal con un vano al centro; adosada al presbiterio estaba una estructura



Figura 11. Vista del interior de la nave hacia el presbiterio, donde se aprecia la estructura metálica de la nueva techumbre en la capilla de San Antonio, Ucí, Yucatán. Fotografía de los autores.

de concreto armado con cubierta de lámina de asbesto, donde se oficiaba la misa (figura 10).

En 2005, el gobierno del estado inició los trabajos de integración de una cubierta metálica de dos aguas a la nave de la capilla. Los trabajos comenzaron a mediados de 2005 y terminaron un poco después.²² La techumbre de dos aguas está configurada por marcos rígidos a base de columnas y vigas "I". La cubierta es de paneles metálicos con aislamiento a base de membranas de refuerzo. Las columnas quedaron integradas en el espesor de los muros de mampostería (figura 11). Ésta fue una solución constructiva en la que se reinterpretó a la estructura de

madera de dos aguas de la ramada y que mantiene la espacialidad original de la nave, contrario a lo que sucedió en las otras iglesias analizadas, donde cambiaron por completo la forma original y la espacialidad.

Transformación de condiciones térmicas internas por la integración de techumbres modernas

Condiciones térmicas de la región

Todas las iglesias conventuales y capillas de visita que son objeto de este trabajo se ubican en el estado de Yucatán, en la zona noroeste de la península del mismo nombre, y a una distancia que oscila entre los 7 y los 32 km de la costa (mapa 1, *supra*). La ex-

²² *Diario de Yucatán*, 5 de junio de 2005, sección Local, p. 20.

cepción es Uayma, ubicada al este, y cuya distancia al mar es de 91 km. Respecto a las condiciones climáticas de los edificios estudiados, y de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García,²³ la mayoría está en la zona de clima subtipo Aw_0 , que es el menos húmedo de los Aw —los subhúmedos—, aunque Dzilam González se encuentra en los límites donde prevalece el tipo Bs (árido), y Uayma, muy cerca del subtipo Aw_1 , más lluvioso que el Aw_0 .

No obstante, para las consideraciones de la sensación térmica que se realizan más adelante, el término árido y subhúmedo de la clasificación de Köppen modificada por García no es conveniente, ya que se refiere al régimen de lluvias y no a la cantidad de humedad en la atmósfera, que es la que importa desde el punto de vista de la sensación térmica.

En el caso de la región cercana a la costa de Yucatán, las lluvias son poco abundantes, si bien el océano y ciénagas constituyen una inmensa fuente de vapor de agua. Esos lugares, por lo tanto, pueden ser más húmedos que los clasificados así por García. En estos sitios prevalece el calor. Las temperaturas medias anuales varían entre $25.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $27.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, y las máximas promedio del mes más caliente entre $34.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $37.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, aunque se han registrado temperaturas récord entre $40.9\text{ }^{\circ}\text{C}$, en Valladolid, estación cercana a Uayma, y $46\text{ }^{\circ}\text{C}$, en Motul, ciudad cercana a las poblaciones donde se ubican los otros templos considerados.

Las condiciones térmicas interiores de los edificios estudiados se evaluaron en función de las condiciones de confort, cuya zona se calculó con la fórmula de la ASHRAE ya citada y la temperatura media de todo el año de Motul reportada en las Normales Climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), igual a $26.3\text{ }^{\circ}\text{C}$. De tal manera, para 90%

²³ Enriqueta García, *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, México, UNAM, 1973.

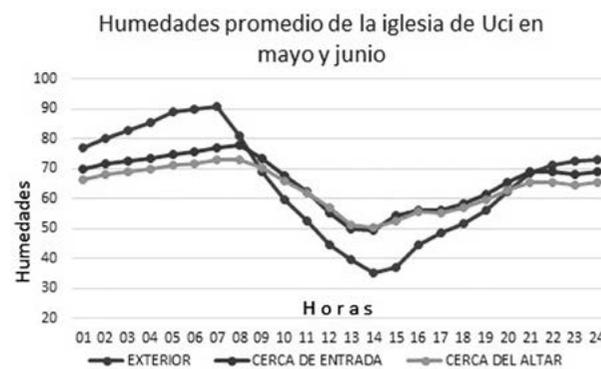
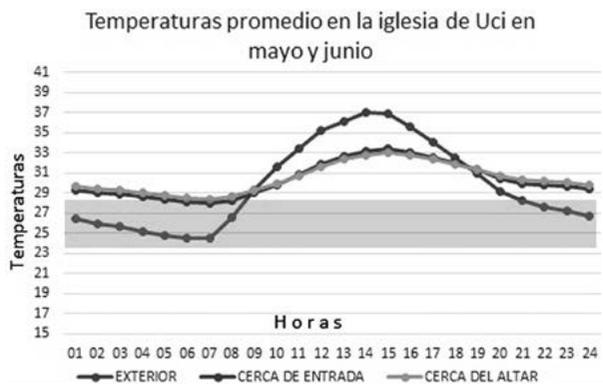
de la población el límite inferior de la zona de confort calculado es de $23.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el superior de $28.5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Caso 1. Condiciones térmicas de la capilla de visita de San Antonio de Ucí con techumbre actual de multipanel

La capilla de San Antonio de Ucí se encuentra a 1.7 km de Motul, su cabecera municipal, y a 3.5 km de la iglesia principal. La capilla está construida con muros de mampostería, y la techumbre actual de la nave, que alguna vez fue de ramada, es de dos aguas con estructuras metálicas, cubierta de paneles metálicos con aislamiento a base de membranas de refuerzo, que cubre aproximadamente 720 m^2 . En este caso la techumbre no se apoya directamente sobre los muros, quedando una separación de 36 cm entre ambos elementos. El sistema constructivo de la cubierta, “multipanel” o “panel sándwich”, se conforma por una placa con láminas de acero que comprimen un núcleo o alma de material aislante, ya sea poliestireno o poliuretano. La superficie de la cubierta que está en contacto con el ambiente exterior quedó forrada con malla de poliéster de refuerzo con impermeabilizado rojo terracota, mientras que en el espacio interior el plafón está pintado de blanco.

Para determinar las condiciones térmicas se colocaron sensores digitales de temperatura y humedad en dos puntos distantes en el interior, uno cercano a la entrada principal y otro al presbiterio, y como testigo de comparación de las condiciones externas se usaron datos medidos en el poblado de Muxupip. Éstos también se emplearon en el estudio de la capilla de esa población, debido a la distancia (10 km) y a que no existen condiciones naturales que alteren las condiciones térmicas de uno y otro sitio. El periodo monitoreado fue de mayo a junio de 2016.

Los resultados se muestran en las gráficas 1 y 2. Las condiciones de las dos zonas monitoreadas son muy semejantes, por lo que puede hablarse de una condición homogénea dentro del edificio. La prime-



Gráficas 1 y 2. Variabilidad de la temperatura y la humedad, respectivamente, en un día promedio del periodo de medición, en la capilla de Uci, con su techumbre actual de materiales modernos. Elaboradas por los autores.

ra característica notoria es la gran variabilidad térmica durante el día. La oscilación o diferencia entre las temperaturas extremas es de 4.5 °C.

Se observa que para la humedad promedio prevaeciente en el interior y mayor de 50%, las temperaturas promedio son cómodas de 2:00 a 8:00 de la mañana, pero incómodas el resto del día, que es el horario de uso de estos edificios.

Caso 2. Condiciones térmicas de la capilla de visita de San Antonio de Uci con techumbre original de ramada

Originalmente, y en su última etapa constructiva, antes de su colapso y posterior reconstrucción, la cubierta de palma de huano o ramada fue la solución utilizada para cubrir el amplio espacio de la nave del templo de San Antonio de Padua. La cubierta de material vegetal percedero fue armada con una estructura de madera. Esta solución autóctona se emplea en casas mayas como una expresión tecnológica y del material constructivo disponible en el lugar, a la vez utilizada como medio de adaptación climática por ser permeable al aire caliente del interior.

Para conocer el comportamiento térmico de la capilla con techumbre de ramada se dibujó un modelo en 3D orientado 17° respecto al eje noroeste-sureste, tal como se encuentra el sitio (figura 12). Esto propicia una adaptación climática, al reducir la expo-

sición de la envolvente al sol por su posición, siendo más notorio el beneficio en la segunda mitad del año. Así, el modelo fue configurado con las propiedades térmicas de los materiales empleados en los diferentes sistemas constructivos de la capilla, y calibrado utilizando los resultados reales de la medición del periodo de estudio conseguidos por los registradores digitales, con el objetivo de lograr confiabilidad en los resultados simulados al tomar como base los datos medidos. Por último, se realizó la simulación para el mismo periodo con la condición de cubierta de huano (figura 13).

Los resultados se muestran en las gráficas 3 y 4 y son muy semejantes a los que se midieron con la cubierta moderna. Se aprecia que existe una reducción de la temperatura máxima en el interior de 4 °C en relación con la exterior, y que durante el periodo útil no existen condiciones de confort.

Caso 3. Condiciones térmicas de la capilla de visita de Santiago de Muxupip con la techumbre actual de concreto

La capilla de Santiago de Muxupip también está construida con muros de mampostería; la techumbre actual cubre las naves laterales con losas planas, y la nave central, con losa abovedada. Las tres son de concreto. Para determinar las condiciones térmicas también se colocaron sensores digitales de

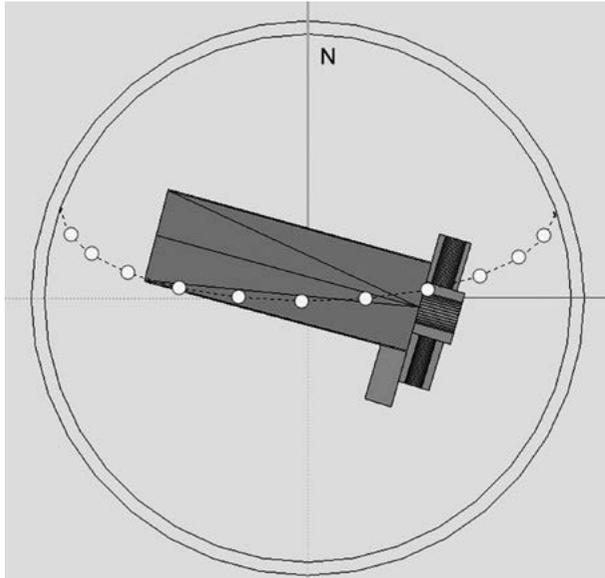


Figura 12. Vista de planta del modelo 3D de la capilla de Ucí, creado para la simulación con su orientación original y recorrido del sol. Elaborada por los autores.

temperatura y humedad, uno cercano a la entrada principal y otro al presbiterio; como testigo de comparación de las condiciones externas se colocó uno en el exterior. El periodo monitoreado, como en el caso de Ucí, fue mayo y junio de 2016.

Los resultados se presentan en las gráficas 5 y 6. Las condiciones de las dos zonas monitoreadas del edificio también son prácticamente exactas, por lo que se puede decir que hay una gran homogeneidad en las tres naves del interior. Las variaciones durante el día no son mayores a 1 °C, con una temperatura un poco más elevada que la temperatura media de la zona, arriba de la zona de confort; es decir, incómoda durante todo el día.

Caso 4. Condiciones térmicas de la capilla de visita de Santiago de Muxupip con la techumbre antigua de bóveda de mampostería

En general, los edificios, al igual que la superficie terrestre, se calientan en el día y se enfrían en la noche. El resultado es una temperatura interior pro-

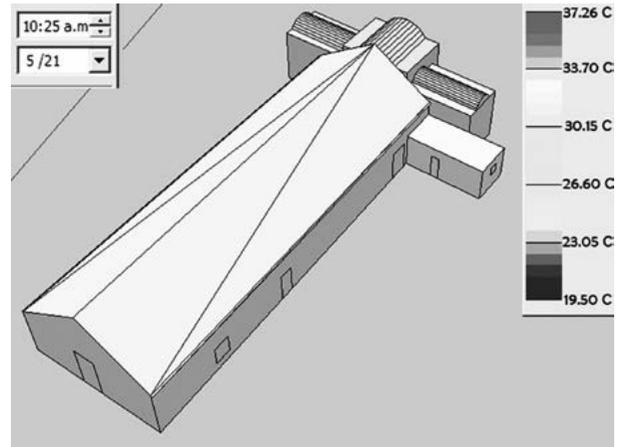


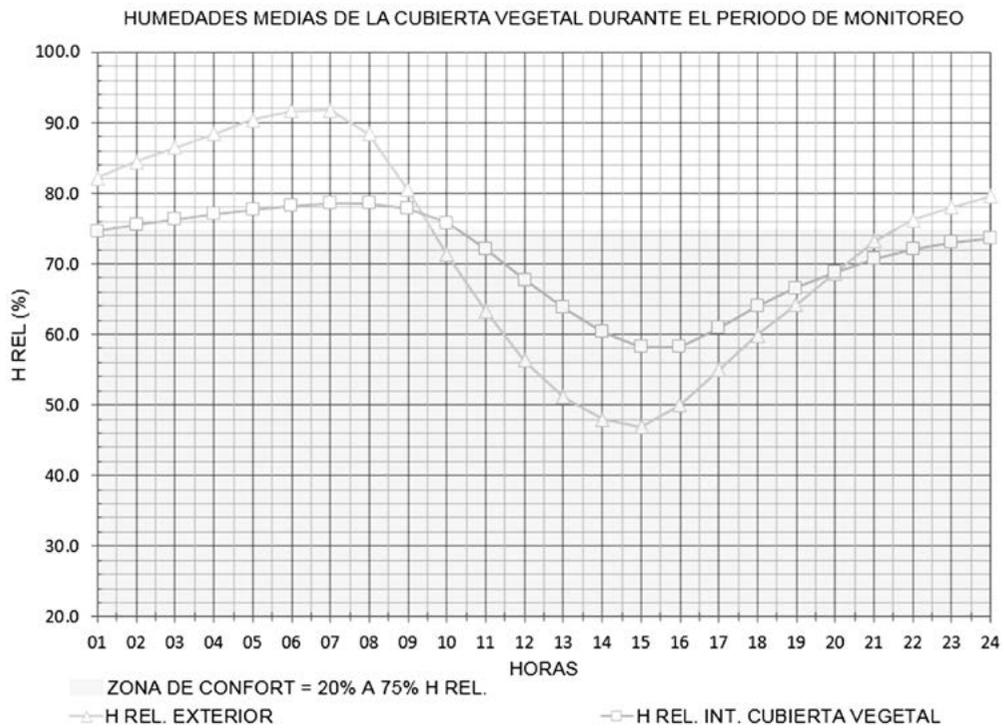
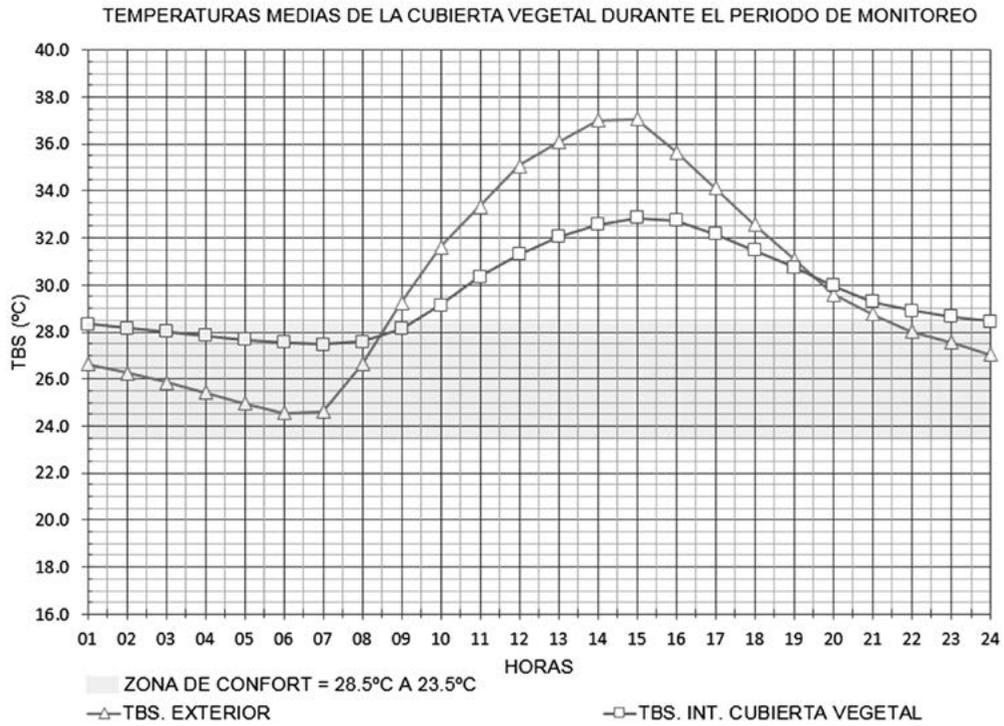
Figura 13. Vista del modelo de simulación con resultados para uno de los días del periodo de medición. Elaborada por los autores.

medio algo más arriba de la temperatura promedio del aire en el exterior.²⁴ En el caso de los edificios de mucha masa térmica, las gruesas y pesadas paredes y techos suprimen en los interiores las variaciones que se presentan en el exterior, estabilizando la temperatura a un valor ligeramente arriba del promedio de la temperatura exterior.²⁵ Así, tener condiciones confortables en el interior depende de que la temperatura media exterior sea poco menor que la temperatura de confort.

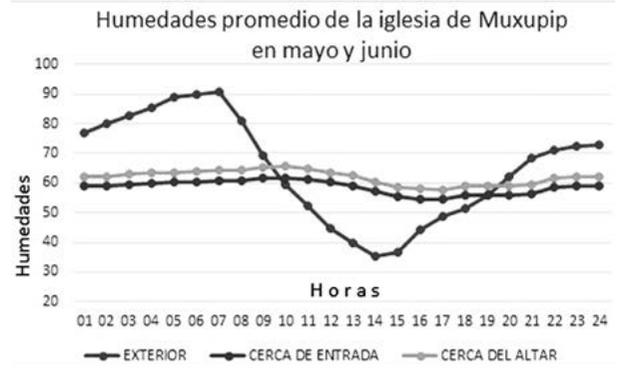
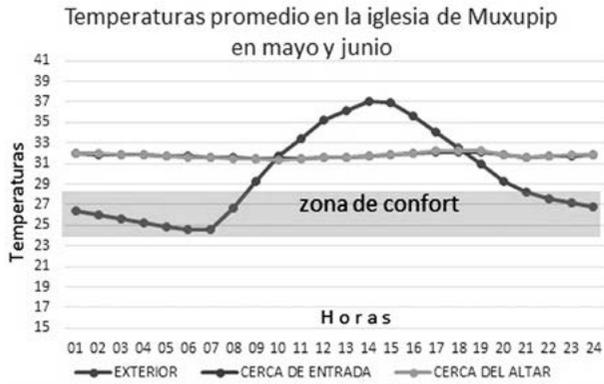
Lo anterior se confirma con los resultados de las mediciones que se han realizado por parte de la FAUADY en la Iglesia de Jesús o de la Tercera Orden, ubicada en el centro histórico de Mérida, de muros de mampostería de piedra de aproximadamente 120 cm de espesor y dimensiones de los espacios que la componen de aproximadamente 12 m de ancho, 40 m de largo y 10 m de altura. Se encontró que la oscilación de la temperatura varía apenas entre 1 y 1.75 °C durante las 24 horas, y que en todo momento está arriba del límite superior de confort, como se observa en la gráfica 7.

²⁴ Baruch Givoni, *Passive Low Energy Cooling of Buildings*, Nueva York, John Wiley & Sons, 1994.

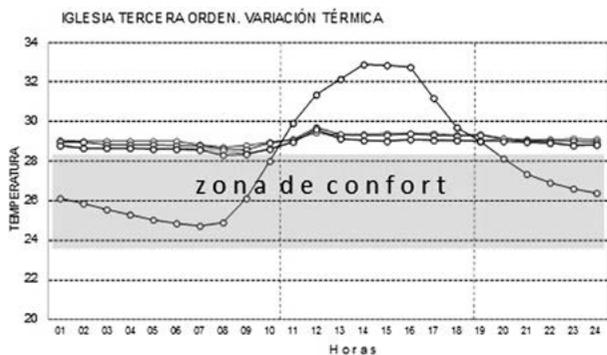
²⁵ B. Givoni, *Climate Considerations in Building and Urban Design*, Nueva York, John Wiley & Sons, 1998.



Gráficas 3 y 4. Respectivamente, se muestra la variabilidad de la temperatura y de la humedad para un día promedio del periodo de estudio. Los resultados se obtuvieron por simulación para la condición de cubierta de ramada en la capilla de Ucí. Elaboradas por los autores.



Gráficas 5 y 6. Variabilidad de la temperatura y la humedad, respectivamente, en un día promedio de mayo, en el interior de la capilla de Muxupip. Elaboradas por los autores.



Gráfica 7. La curva de mayor oscilación corresponde al exterior; las otras, a diversas zonas del interior. La zona de confort de Mérida es igual a la de Motul, pues tienen la misma temperatura media anual. Elaborada por los autores.

Comparación de techumbres a dos aguas: la de cubierta actual con sistema prefabricado multipanel y la cubierta original con sistema de ramada

Para comparar las condiciones de la capilla de Ucí con techumbre de materiales modernos con las condiciones que tuvo con el sistema de estructura de madera y cubierta de ramada, se utilizó el resultado de la simulación previa con techumbre de ramada y se simuló, para utilizar el mismo tipo de recurso, el comportamiento de las condiciones de la techumbre moderna. Los datos obtenidos en el periodo de medición sirvieron para comprobar la confiabilidad de la simulación. Los resultados se muestran en las gráficas 8 y 9, de temperatura y humedad, en las que es-

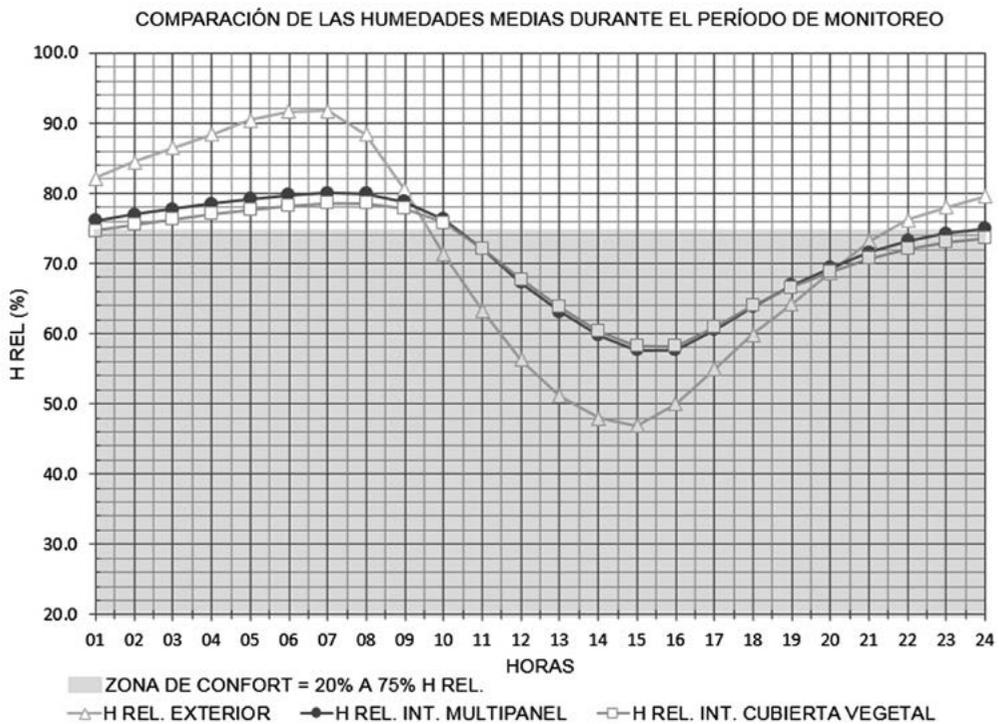
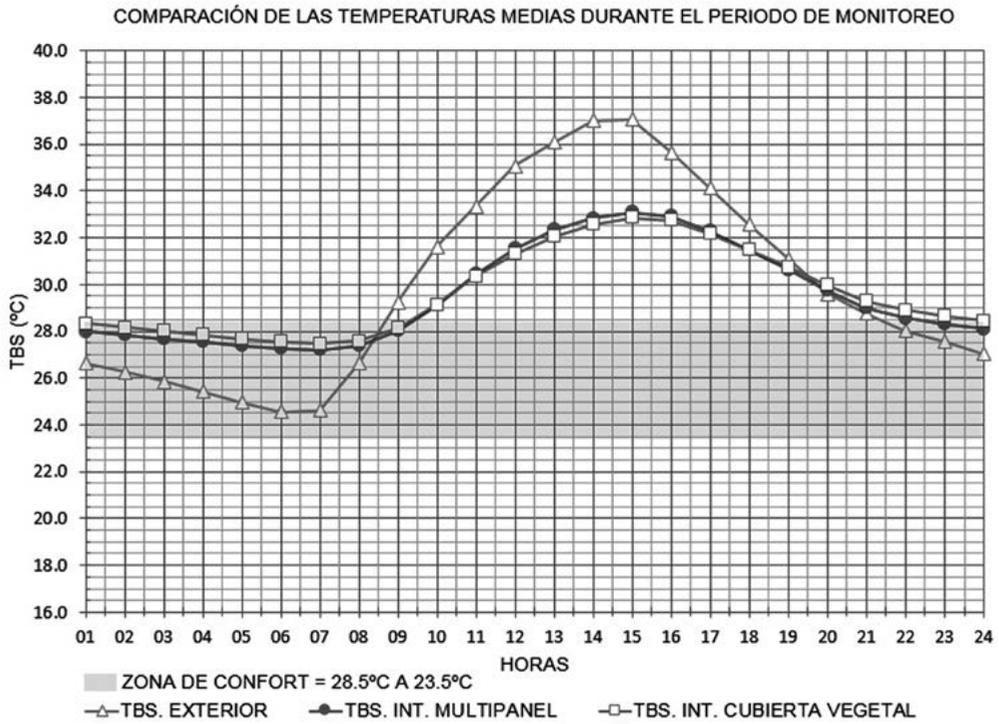
tán superpuestas las curvas de las condiciones dadas con los dos tipos de techumbre y las exteriores. En estas gráficas se observa que tanto la variación de temperatura como la de humedad son prácticamente las mismas a lo largo del día en los interiores y que, por lo tanto, presentan la misma protección en relación con el exterior. En cuanto a éste, se reduce hasta en 4.5 °C la temperatura en el horario pico, pero resulta insuficiente para lograr el confort en el interior.

Comparación de techumbres abovedadas: cubierta actual de concreto y cubierta antigua de mampostería

Las gráficas 5, 6 y 7 muestran el comportamiento semejante de las techumbres de concreto o de mampostería. La variabilidad térmica se reduce a una medida superior cercana a la temperatura media, que está por encima de condiciones de confort (véase *supra*).

Conclusiones

La poca durabilidad de las cubiertas con materiales perecederos como las ramadas y las bóvedas de rollizos de madera, así como la escasa capacidad económica de los poblados de visita franciscanos, fueron las principales causas de la desaparición de las techumbres de las capillas analizadas. Asi-



Gráficas 8 y 9. Comparación de la variabilidad de la temperatura y la humedad, respectivamente, en un día típico del periodo de estudio, en la capilla de Ucí con la techumbre actual y con la de ramada. Elaboradas por los autores.

mismo, las fallas estructurales presentadas en los muros de carga de las iglesias conventuales, que deberán ser tipificadas en investigaciones futuras, fueron la principal causa de la caída de las bóvedas de mampostería.

La selección de las cubiertas modernas para techar las naves de los edificios estudiados se debió principalmente a la disponibilidad de recursos gubernamentales y a los sistemas constructivos que satisficieran las necesidades de cubrir las naves de manera expedita, como en el caso de las trabe losas de concreto prefabricado, que estaban en boga en la década de 1970. La selección de la bóveda de concreto armado en Muxupip se debió a que tenía una espacialidad más rica que la tradicional propiciada por las ramadas; sin embargo, en Ucí sí se pensó en recuperar esa espacialidad de las ramadas con la estructura metálica a dos aguas como una respuesta tecnológica a esta necesidad en particular. Asimismo, es de resaltar el logro de proyectos de restauración e intervención adecuados a las características particulares de los inmuebles por mejorar, como en el caso de Uayma, en que se reinterpretó la solución constructiva virreinal con una contemporánea.

En los casos comparados para conocer los cambios en los ambientes térmicos determinados por los tipos de techumbres con sistemas constructivos actuales, el resultado fue que no se dan cambios sustanciales en las condiciones térmicas internas al sustituir el sistema de ramada a dos aguas por el de estructuras metálicas y cubierta de paneles metálicos con aislamiento a base de membranas de refuerzo. Posiblemente esto se deba a la similitud en los valores de las propiedades térmicas de densidad y conductividad térmica de los materiales protagonistas en ambas cubiertas, los cuales impiden el paso del calor al interior, siendo para la ramada la fibra vegetal y para el panel metálico el núcleo o alma aislante de poliuretano. La estrategia de utilización de un material vegetal y de un material

artificial empleados en cubiertas brindan una respuesta similar por su efecto de aislamiento y rechazo de la radiación térmica.

La misma característica de presentar una variación mínima se da en la iglesia que actualmente tiene techumbre de concreto abovedado, en comparación con las que originalmente tendrían cubierta abovedada de mampostería, a causa de los materiales comúnmente pétreos similares en ambos tipos de cubiertas. Sin embargo, parecen presentar mejores condiciones las de techumbre a dos aguas, tanto con los materiales modernos como con los antiguos de ramada. En éstas existe una mayor variabilidad interna que en la que usa materiales pétreos en muros y techos. En las primeras existen momentos del día de mayor comodidad térmica, pero ésta no se da en los horarios de uso común, por lo que, en resumen, ese mejor funcionamiento no es relevante.

La diferencia de funcionamiento entre ambos sistemas de seguro se debe a la permeabilidad del aire en los sistemas a dos aguas respecto a los de techumbres abovedadas, ya sean de concreto o de mampostería. En el caso del sistema a dos aguas actual, la permeabilidad se da a través de la separación entre muro y techo (36 cm); en el caso del sistema de ramada, la permeabilidad se daba por la permeabilidad del aire caliente interno a través de la cubierta de ramada. Por otra parte, la diferencia de funcionamiento también se debía a la mayor conductividad térmica, densidad y capacidad de almacenamiento de calor por la naturaleza pétrea de las techumbres de concreto y mampostería, lo cual resulta negativo en nuestro clima.

Todos esos casos resultan inadecuados para nuestro medio. En ninguno se presentan condiciones de confort durante los horarios de uso de las capillas. La característica principal de este tipo de envolventes, por tener una elevada masa térmica además del excesivo periodo en que la envolvente permanece cerrada, son factores que mantienen las

condiciones interiores con poca variabilidad y por encima del confort.

Desde la implementación de los modelos de templos católicos europeos existió un choque fuerte con las culturas autóctonas, al menos las que presentan climas cálidos como el de Yucatán; por lo tanto, es una arquitectura que no responde a los criterios de adaptación necesarios para nuestro clima. En todas se han integrado ventiladores como expresión de la necesidad de viento sobre las personas para ayudar a sus sistemas fisiológicos de enfriamiento. Sin embargo, hay que tener en cuenta que al calor del

ambiente interno de las capillas se suma el calor de los feligreses, sensible y latente, durante las actividades religiosas. La solución es la ventilación, y los muros gruesos de mampostería para llevar a cabo la renovación y el intercambio de aire con el exterior son un fuerte obstáculo.

Como una posibilidad de corrección, en tales edificios se podría recurrir a intercambiadores mecanizados de aire para propiciar un enfriamiento llevado desde el exterior hacia el interior, a modo de lograr condiciones más adecuadas de confort durante el reducido horario de actividades.



De la productividad al fracaso de la prefabricación industrial. Francia después de la Segunda Guerra Mundial

Fecha de recepción: 31 de julio de 2018.

Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2018.

En Francia, durante el periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial, la noción de productividad se desarrolló al mismo tiempo que se implementó la industrialización de la construcción; los años que abarcan entre 1945 y 1975 se caracterizaron por una intensa producción en ese sector. En un periodo de 30 años, conocido en ese país como “los 30 gloriosos”, el gobierno garantizó las condiciones económicas para la implementación y el desarrollo de la construcción industrializada. El concepto de productividad resultó fundamental para ese modo de producción. Por lo tanto, el discurso de la productividad es paralelo al de la industrialización de la construcción. Los principios de rapidez y bajo costo de la prefabricación se pusieron a prueba en la edificación; la productividad como medida de progreso técnico permitió relacionar tanto los factores potenciales como los problemáticos de la construcción prefabricada.

Palabras clave: prefabricación, industrialización, productividad, reconstrucción.

In France, in the post-World War II period, the notion of productivity was developed while the industrialization of construction was implemented. The years from 1945 to 1975 were characterized by intense production in the construction sector. In a period of thirty years, known in France as the “glorious thirty,” the government guaranteed the economic conditions for the implementation and development of industrialized construction. The concept of productivity was fundamental for this mode of production. Therefore, the discourse of productivity is parallel to that of the industrialization of construction. The principles of speed and low cost of prefabrication were put to the test in the building construction; productivity as a measure of technical progress made it possible to relate the potential and problematic factors of prefabricated construction.

Keywords: prefabrication, industrialization, productivity, reconstruction.



Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, Francia se vio confrontada a una crisis de vivienda y de servicios públicos. Los bombardeos, el *baby-boom*, el éxodo rural y la migración acrecentaron las necesidades de la reconstrucción. Al despertar de la guerra, este país se enfrentó al problema de tener que construir rápido y a bajo costo.

En ese contexto, numerosos sistemas constructivos y formas de organización fueron inventados o innovados para hacer frente a tales necesidades. La “solución” fue la industrialización de la prefabricación. Al finalizar la guerra se presenta un primer periodo de reconstrucción del equipamiento urbano y de la vivienda. A partir de 1955, una vez concluida la situación de urgencia, se inició un periodo de crecimiento que se prolongaría

* Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional.

hasta la década de 1970. En un lapso de 30 años (1945-1975), conocido en Francia como “los treinta gloriosos”, el gobierno aseguró las condiciones económicas para el desarrollo de la construcción industrializada.

La reconstrucción francesa revela un proceso técnico-administrativo donde el Estado estableció las bases, propuso los sistemas tecnológicos y controló la política constructiva. Durante este periodo, bajo el concepto de “modernización”, las infraestructuras económicas, técnicas y productivas condicionaron la configuración del aparato administrativo francés.

Bajo la tutela del Estado, los poderes técnicos pusieron en marcha diferentes mecanismos de productividad —por ejemplo, la agregación de procedimientos de construcción y la realización de obras experimentales— e implementaron varios concursos arquitectónicos.

A finales de la década de 1960 el debate social y económico cuestionó fuertemente la producción arquitectónica y urbana de las tres décadas precedentes. De 1967 a 1973 la cantidad de las construcciones disminuyó. En 1967 comenzaron las intervenciones de la administración en favor de la innovación.

Se trató de un periodo que puso en duda la construcción en masa en favor de otros principios: flexibilidad, calidad, confort. Representó el fin de la prefabricación industrializada y el inicio de grandes cuestionamientos acerca de su productividad.

Productividad

La noción de productividad constituye un concepto clave en la comprensión del progreso técnico y tecnológico de la industrialización de la construcción.

La prefabricación industrial desarrollada en Francia después de la Segunda Guerra Mundial se basó en las potencialidades —teóricas— de una manera de construir más rápida que la construcción

tradicional.¹ La productividad es un concepto intrínseco a una determinada producción. Es, además, una palabra muy utilizada en la literatura técnica de la construcción. Con el objetivo de desarrollar una construcción más rápida y de menor costo, la prefabricación tuvo que probar su productividad.

Así, la productividad, en tanto “medida de progreso técnico”,² permite relacionar los factores potenciales y los factores problemáticos de la construcción prefabricada.

El concepto de productividad en la historia de la construcción industrializada hace referencia a la relación de los “factores de productividad” con los medios necesarios para obtener ganancias de productividad; en otras palabras, con los “medios de productividad”.

Este artículo se compone de lo siguiente:

- a) La noción de productividad en el contexto de la construcción.
- b) La interrogante sobre la elección de los factores de productividad en la reconstrucción francesa posterior a la Segunda Guerra Mundial: ¿a qué medios de productividad correspondieron los factores de productividad?
- c) Los medios de productividad.

¹ La construcción tradicional en Francia, como en México, se ha desarrollado históricamente. El desarrollo histórico de la construcción tradicional a la prefabricada se observa en cuatro etapas: i) tradicional (producción en sitio), ii) tradicional modificada (materiales producidos industrialmente), iii) sistemas mixtos (tradicional y prefabricada), y iv) sistemas constructivos integrales (prefabricación total). Aleyda Reséndiz, *La industrialización de la arquitectura en México*, México, Navarra, 2017.

² Rémi Baudouï y Jacques Rosen, *Etude des processus d'ajustement administratif aux réalités sociales, économiques et innovations techniques du ministère de la reconstruction et de l'urbanisme 1940-1952*. Rapport de recherche final pour la Direction de la recherche et des Affaires scientifiques et techniques du ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports. [París], Ecole d'Architecture de Nancy/Laboratoire d'histoire de l'architecture contemporaine, Sept. Contrat No. 9001140002237501, exempl. Dactylogr, 1994.

Noción de productividad

Desde el inicio del siglo xx, tal como señala Jean Fourastié,³ los economistas ya relacionaban la palabra “productividad” con la relación —medible— entre producto y factores de producción. En el periodo posbélico la noción de productividad fue parte de la industrialización de la construcción. En 1950 Jacques Pilpoul, en el número especial de la revista *Moniteur* sobre la “industrialización de la construcción arquitectónica”, citó a Jean Fourastié, entonces vicepresidente del Comité Interministerial Provisional de la Productividad: “El término ‘productividad’ viene cada vez más seguido desde hace unos meses en el vocabulario político, económico y social”.⁴

Los primeros acercamientos a la productividad⁵ en el sector de la construcción provienen de América. Entre 1952 y 1957, como parte de los acuerdos del Plan Marshall, diferentes misiones llamadas “de productividad” recorrieron, entre otros países,⁶ Estados Unidos. Éstas tenían como meta la búsqueda de factores de productividad, en cuanto al sector de la construcción, de los países visitados. Los objetivos de las diferentes misiones se articulaban en torno a las nociones de construcción de urgencia, materiales, saberes técnicos y profesionales. Por ejemplo, la productividad en Estados Unidos se caracterizaba, según Adrien Spinetta (jefe de la misión), por “[...] una

gran unidad en el acto de construir y una gran calificación de los que intervienen”.⁷ La conclusión de la misión estadounidense manifestó la desorganización del mercado en Francia y la inadecuada oferta a la demanda: “[...] Francia incontestablemente en delantera desde el punto de vista del progreso técnico aplicado a una puesta en obra industrial, pero en retraso en el plano de la organización del mercado y de la calificación”.⁸

Más tarde fue la Federación Nacional de la Construcción la que reagrupó las propuestas resultantes de estos viajes: “Desde el regreso de América de la primera misión profesional de productividad, el año pasado, la Federación Nacional de la Construcción se ha preocupado de estudiar los medios propios para mejorar la productividad en las ramas profesionales francesas más importantes”.⁹ Así, un grupo de trabajo que participó en las misiones americanas se encargó de evaluar los obstáculos encontrados, a fin de determinar un mejor camino y mejorarlo. Después del análisis de los resultados de las misiones al extranjero y las discusiones, el siguiente paso consistió en crear la Asociación Profesional para el Crecimiento de la Productividad de la Construcción (APROBA), tal como lo señaló la revista *Bâtir* en 1955, en un artículo titulado “La edificación posee desde ahora un organismo de productividad: la A.PRO.BA”.¹⁰

Los factores de productividad son clásicamente divididos en factores de producción fijos y factores

³ Jean Fourastié, *La productivité*, París, Imprimerie des Presses Universitaires de France (Que sais-je?), 1962, p. 54.

⁴ Jacques Pilpoul, “L’industrialisation du bâtiment (Introduction)”, en *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, núm. hors-série, 1950, p. 10.

⁵ Según Baudouï y Rosen, la palabra “productividad” no fue conocida por los especialistas en Francia hasta 1949. R. Baudouï y J. Rosen, *op. cit.*

⁶ También fue visitada Alemania Oriental. Su productividad resultaba interesante por la organización de la mano de obra, abundante y calificada. Mission française de productivité, Commissariat général a la productivité, Ministère de la Construction, Camille Bonnome y M.-Ch. Kolb (presentadores), *Evolution de la construction dans la République Fédérale Allemande (Enquêtes en vue de l’accroissement de la productivité)*, París, 1958.

⁷ Mission française de productivité, Commissariat général a la productivité, Ministère de la Reconstruction et du logement, M-Ch Kolb (establecido por), *Evolution de la construction aux Etats-Unis (Enquêtes en vue de l’accroissement de la productivité)*, París, Société Auxiliaire pour la Diffusion des Editions de Productivité, 1958, p. 14.

⁸ *Idem.*

⁹ “Productivité et bâtiment”, *Bâtir (Revue technique de la Fédération nationale du bâtiment et des activités annexes)*, núm. 23, 1952, p. 1.

¹⁰ Le bâtiment possède désormais son organisme de productivité: L’A.PRO.BA (Association Professionnelle pour l’accroissement de la productivité dans l’industrie du Bâtiment”, *Bâtir (Revue technique de la Fédération nationale du bâtiment et des activités annexes)*, núm. 48, 1955, pp. 3-6.

de producción variables. En el caso de la producción de la construcción prefabricada, los primeros son el suelo —o la obra— y el equipamiento —las fábricas—. Los segundos son la mano de obra¹¹ —de diseño y de obra—, los elementos prefabricados, el material —de manutención, de levantamiento— y la energía necesaria para la puesta en obra de los prefabricados.¹²

Durante la reconstrucción francesa, con el objetivo de estudiar las medidas susceptibles de desarrollar la industrialización de la construcción, y por lo tanto la productividad en la construcción, el 28 de agosto de 1958 se creó, por decreto del Ministerio de la Construcción, el grupo de trabajo número v “para el estudio de la industrialización y el crecimiento de la productividad en la construcción”. Para este grupo

[...] la productividad de la construcción se puede definir como una relación de los medios puestos en obra en una producción. El crecimiento de la productividad, para una empresa determinada, está definida en función de su técnica y sus medios, y en función del mejoramiento de la relación de los medios y la producción.¹³

Por lo tanto, la productividad corresponde a “la relación del efecto de los medios con los factores”¹⁴ y no a un resultado. Es decir, frente a las ganancias de la productividad, la relación entre los medios de producción —métodos de producción y técnicas de construcción— resulta fundamental. La productividad se

¹¹ Este factor es, según varios autores, el más privilegiado en los estudios de productividad.

¹² En la construcción tradicional serían los materiales puestos en obra.

¹³ Groupe de travail no. V pour l'étude de l'industrialisation et l'accroissement de la productivité dans la construction, “Compte rendu synthétique des travaux (Chapitre premier: La productivité et l'industrialisation)”, *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, Cahier 297, núm. 37, 1959, p. 13.

¹⁴ J. Fourastié, *op. cit.*, p. 54.

expresa por la relación producción/factores de producción, ya sea en la totalidad de los factores de producción —producción total— o bien en uno o a varios de estos factores —productividad parcial—. El efecto de privilegiar a uno u otro factor de producción condiciona los medios de producción puestos en obra.

Según el modelo de crecimiento presentado durante la posguerra, ciertos autores¹⁵ estiman que el sector de la construcción no obtuvo ganancias similares a otras empresas de la industria, entre otras causas debido a las importantes ayudas públicas de las cuales se benefició el sector de la construcción, y por las cuales se esperaban economías de escala. Las empresas de la construcción, salvo algunas de las grandes, se comprometieron con un tipo de acumulación marcada por un aumento en las capacidades de producción, y no así por el crecimiento de su productividad. Esta lógica se basa en las grandes series de producción, en la estandarización y en la repetición.

Elección de los factores de productividad

La productividad es el resultado de la combinación de los factores de producción,¹⁶ y el acto de cons-

¹⁵ Myriam Campinos-Dubernet, *Emploi et gestion de la main-d'œuvre dans le btp*. (Mutations de l'après-guerre à la crise). Etude réalisée dans le cadre du Département Emploi et Prévisions, París, Centre d'Etudes et de Recherches sur les Qualifications (CEREQ), octubre, dossier núm. 34, exempl. Dactyl., 1985; Elisabeth Campagnac, *Construction et Architecture (Métiers en mutation?)*, París, L'Equerre, 1984; Elisabeth Campagnac, Jacotte Bobroff y Catherine Caro, *Approches de la productivité et méthodes d'organisation dans les grandes entreprises de la construction*, Noisy Le Grand, Plan construction et architecture, Ministère de l'Equipement, du Logement, des Transports et de la Mer. Programme emploi et valorisation des métiers du bâtiment (Contrat de recherche no. 86.61525)/Centre d'enseignement et de recherche techniques et sociétés (CERTES), 1990; Christian Du-Tertre, Association d'enquêtes et recherches sur l'organisation du travail (AEROT). *Flexibilité organisationnelle et productivité dans le bâtiment*, París, Ministère de l'Equipement, du logement, de l'aménagement du territoire et des transports, Plan Construction, coll. Recherches (Programme EVMB: contrat no. 8561526), 1988.

¹⁶ J. Fourastié, *op. cit.*

truir es un acto de producción. De manera general, los factores de producción se dividen en medios de tipo “trabajo” y de tipo “capital”. El crecimiento de la productividad no sólo depende de la relación directa entre estos medios, sino también del respectivo peso de los factores en determinadas condiciones; por ejemplo, coyunturales.

El contexto social y económico tiene una influencia directa sobre los factores de producción; es decir, en un contexto determinado se privilegiarán ciertos factores de producción en lugar de otros, según las condiciones. Por ejemplo, en un contexto donde la mano de obra es abundante —calificada o no—, los factores privilegiados de productividad estarán asociados con la organización del trabajo. Por el contrario, en un contexto donde la mano de obra es escasa, los factores de productividad estarán determinados por el rendimiento de las máquinas y por la utilización de procesos simultáneos de mano de obra.

Por lo tanto, para el caso de la prefabricación industrial del periodo de posguerra en Francia, para explicar las potencialidades de la prefabricación y sus obstáculos nos preguntamos: ¿cuáles son los factores de productividad que condicionaron la elección de los medios de productividad?

Pol Abram, arquitecto “prefabricador”, al cuestionarse sobre los factores de producción a privilegiar en la reconstrucción, admitía que “en las condiciones de posguerra, donde la insuficiente mano de obra abunda, entre dos soluciones que demandan la misma energía, siempre habrá que elegir la que conlleva un mínimo de mano de obra”.¹⁷

Con la misma idea, Pierre Chemillier comenta que las ganancias de productividad provienen de la búsqueda de una economía de la mano de obra: “[...] en los últimos 30 años la acción en favor de la productividad se ha referido sobre todo a la mano

de obra”;¹⁸ es decir, a la aplicación de procesos de construcción que economizan la mano de obra —al menos una mano de obra calificada—: “[...] si hay crisis de mano de obra, la única manera de salir adelante es con el uso de la máquina [...] Y la máquina postula la prefabricación”.¹⁹

Los estudios de Campinos-Dubernet sobre la racionalización y la taylorización del sector de construcción ilustran las importantes necesidades de mano de obra durante la reconstrucción, las cuales disminuyeron a partir de 1962-1963 con la llegada de mano de obra extranjera. Así, la economía de mano de obra fue uno de los factores de productividad privilegiados en busca de la productividad de la construcción.²⁰

Pierre Chemillier define dos principios sobre los que se basan los medios para obtener ganancias de productividad. El primero se refiere a la reducción de la mano de obra, la cual puede obtenerse por medio de la organización de la producción o mediante la utilización de maquinaria. El segundo principio se refiere a la racionalización de los materiales, la cual puede lograrse a partir de mejoras en el proceso de producción o con base en el uso de materiales prefabricados.

La hipótesis de la prefabricación

En el caso del uso de procedimientos de construcción prefabricados, el factor de producción privilegiado es el trabajo. La prefabricación reduce el

¹⁷ Pol Abraham, *Architecture préfabriquée*, París, Dunod, 1946, p. 8.

¹⁸ Pierre Chemillier, *Comment améliorer la productivité du processus de construction? Rapport [sans référence] trouvé dans archive mort et disparu du CSTB*. S.l.: 21 de noviembre de 1957, p., Exemp. Dactyl, 1979, p. 5.

¹⁹ Macel Lods, “De la préfabrication”, *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, no hors-série, 1946, p. 53.

²⁰ Myriam Campinos-Dubernet, “La rationalisation du travail dans le BTP: des avatars du taylorisme orthodoxe au néo-taylorisme”, en M. Mountmolin y O. Pastre, *Le taylorisme*, París, La Découverte, 1984, pp. 211-221.

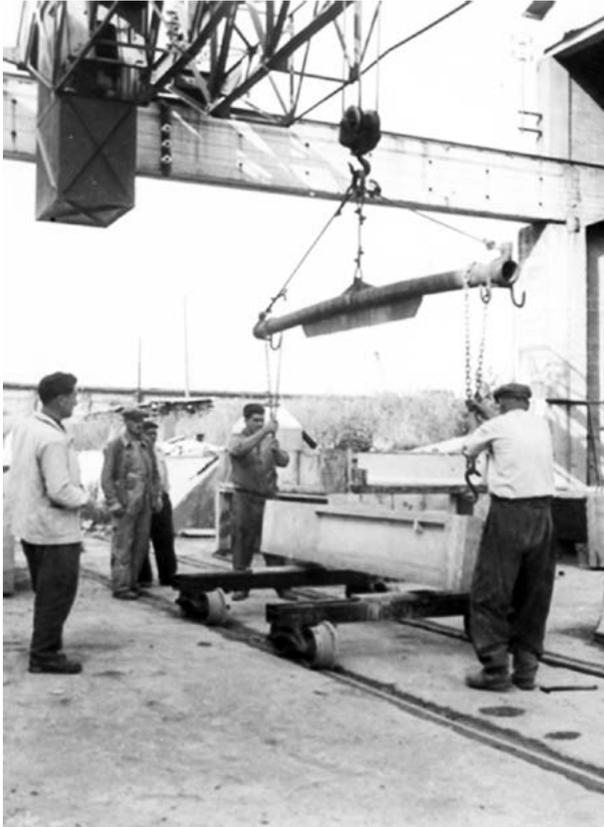


Figura 1. Prefabricación en fábrica (taller de fabricación de entrepaños). Fotografía del Archivo Lafaille, Archivos CSTB (registrado en mayo 2007).

empleo de la mano de obra por la utilización de máquinas; sin embargo, al mismo tiempo la prefabricación implica el estudio de materiales por medio de una concepción racionalizada de sus elementos. La búsqueda de ganancias de productividad por medio de la prefabricación supone realizar esfuerzos tanto en los procesos de construcción como en la organización global de la producción y en la producción de los elementos prefabricados (figura 1).

La producción de elementos prefabricados presupone una normalización por estandarización. La industrialización de la prefabricación impone una organización global de la producción, condicionada por la continuidad del mercado y, por lo tanto, de la serie. Entonces, la relación de estos factores de producción contribuyó al éxito o el fracaso de la industrialización de la prefabricación.

El fracaso de la prefabricación

En Francia, al principio de la década de 1970, el mercado de la construcción presentó por primera vez, desde el final de la Segunda Guerra Mundial, cambios en la oferta y la demanda: disminución de necesidades de construcción, reducción del tamaño de las obras, exigencias de calidad y mejoras. Durante el periodo de crecimiento económico de la posguerra, las ganancias de productividad se basaron en economías de escala. Sin embargo, en condiciones de mercado y de contexto diferentes, el desarrollo de nuevos principios de productividad se presentaba necesario. “La concepción tradicional de la industrialización fundada sobre la lógica de grandes series, de estandarización y de repetitividad aparece desde ahora inadecuada.”²¹ Frente al nuevo tipo de mercado de la construcción, más pequeño y disperso, surgieron interrogantes acerca de las nuevas formas de organización que debía implementar la industria de la construcción, así como de adaptación de técnicas más adecuadas a este nuevo régimen de producción fundada en la “variabilidad”.

Diversas investigaciones se basan en los nuevos paradigmas sobre los cuales debería, a partir de entonces, basarse la productividad, entre los que destacan la “diversidad” y la “flexibilidad”:

- Diversidad arquitectural.²²
- Flexibilidad en la organización.

Los nuevos principios sobre los cuales habría de desarrollarse la industria de la construcción se basaron sobre todo en la organización del trabajo y

²¹ E. Campagnac *et al.*, *op. cit.*, p. 3.

²² Véanse, por ejemplo, Bernard Hamburger y Jean-Louis Vénard, *Série industrielle et diversité architecturale*, París, La documentation française (Plan construction), 1977; Centre Georges Pompidou (ed.), *Architecture et industrie. (Passé et avenir d'un mariage de raison)*, París, Centre de Création Industrielle/Centre Georges Pompidou, 1983.

en la gestión de la producción en el seno de las empresas, con una transformación de la relación producción-medios, en vista de los nuevos métodos de producción. Por lo tanto, esta nueva corriente de pensamiento evidenció la rigidez arquitectónica y de organización de la construcción prefabricada.

Campagnac, Bobroff y Caro constatan, a partir de un estudio aplicado a las grandes empresas de la construcción en la década de 1980, que las ganancias de productividad resultan de la capacidad de las empresas a adaptarse a las nuevas condiciones del mercado, principalmente por medio de herramientas y métodos de gestión que les permitan un control de la totalidad del proceso de construcción.²³ Este proceso, que va desde la concepción hasta la realización, necesita la intervención de la empresa constructora a partir del inicio de la concepción y el final de la realización, controlando todas las fases de ejecución: planificación, programación, coordinación y control.

Así, en el caso de la productividad de la prefabricación en el periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial en Francia, ¿será que no hubo una intervención de la empresa “prefabricadora” en la concepción del edificio y en la concepción de la realización, así como no hubo después un control en las fases de ejecución? ¿Fue esto un obstáculo de la industrialización de la construcción?

Estas interrogantes se plantearon y se esclarecieron en las décadas posteriores al periodo de reconstrucción, cuando las preguntas sobre el desarrollo científico y tecnológico de la construcción se basaron en el esquema de organización que caracteriza a este sector:

1. El modelo de organización y de gestión de la producción está determinado por una or-

²³ E. Campagnac *et al.*, *op. cit.*

ganización jerarquizada:²⁴ en el nivel macroeconómico, las grandes empresas son las portadoras del mercado;²⁵ en el microeconómico, la empresa general se encarga del estudio y de la ejecución del grueso de la obra y coordina todos los frentes.²⁶ En el caso de la prefabricación, en el periodo de posguerra la organización se mantuvo centralizada en los Ministerios de la Construcción y la ejecución de la obra se realizó por parte de empresas locales comandadas por las empresas “prefabricadoras”.

2. La fragmentación de la industria de la construcción está inducida por la separación contractual entre productos y servicios;²⁷ es decir, por un lado existe la fabricación de productos prefabricados, y por el otro, la construcción. Se trata del principio de la prefabricación industrializada.
3. A la escala del edificio, el funcionamiento tradicional se caracteriza por la discontinuidad de fases de construcción, estas mismas jerar-

²⁴ Christian Du-Tertre, y Christian Le-Bas, *L'innovation et les entreprises à ingénierie intégrée dans le bâtiment*, París, Plan Construction et Architecture (PCA), 1977.

²⁵ E. Campagnac, *Le marché du petit collectif urbain (Les nouvelles stratégies des acteurs de la construction)*, París, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (CERTES), Ministère de l'urbanisme, du logement et des transports (Plan construction & Habitat), 1985.

²⁶ E. Campagnac *et al.*, *op. cit.*

²⁷ F.K. Garas, “Trends and perspectives in construction, automation and industrialization in research and industry”, en TNO (eds.), *Research and Technology Development as an Investment in the Construction Industry*, Ámsterdam, Proceedings 13th CIB World Building Congress, 8 y 9 de mayo de 1995, pp. 11-15; Michael S. Puddicombe, “Designers and Contractors: Impediments to Integration”, *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 123, 1997, pp. 245-52; Cooperative Research Centre for Construction Innovation, “Cross-National Research on Barrier to Construction Automation and Robotics Implementation in Australia and Japan (article type du “Second International Conference of the CRC for Construction Innovation, 12-14 March 2006)”, p. N., en *Industry Development: Innovation and Technology Diffusion*, S.I. Cooperative Research Centre (CRC) for Construction Innovation, 2006.

quizadas. Al respecto, Bachtold define esta lógica tecnológica como aquella que porta un encadenamiento entre política técnica, poderes públicos y grandes empresas. En la prefabricación, el funcionamiento tradicional de la construcción sobrepasó la lógica industrial de la fábrica.²⁸

4. La multidisciplinaria y la diversidad de competencias. Particularmente para Puddicombe, el problema viene de la naturaleza diferente entre los diseñadores y los empresarios. Es decir, el sector se caracteriza por problemas de coordinación entre los actores que participan.²⁹ Para Campagnac y Bobroff, la producción de tipo unitario, así como el carácter foráneo de la obra, son la causa de la variabilidad del proceso de producción, del trabajo y sus derivados.³⁰
5. Las diferentes lógicas de los actores. Un análisis de los actores de la construcción realizado por Theile define una lógica de prototipo y una lógica de serie.³¹ La lógica de serie es la lógica industrial propiamente; en ésta los prototipos son definidos de “una vez por todas”³² y luego repetidos infinitamente. Al contrario,

²⁸ Peter Bachtold y Jean-Paul Matz, *Du chantier à l'architecture*, rapport final de recherche pour le compte de la Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme, París, Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire et des Transports-Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme-Sous-direction de l'enseignement de l'architecture et de la recherche, bureau de la recherche architecturale, M. C. Genzling (chargé du suivi administratif), juill., contrat no. 87.0145.00.223.75.01, 262 p., exemp. Dactyl, 1988.

²⁹ M. S. Puddicombe, *op. cit.*

³⁰ E. Campagnac *et al.*, *op. cit.*

³¹ Dominique Theile, *Acteurs de la construction et choix des partis techniques. (Une question voile porteur/poteau porteur -béton, acier-)*, rapport de recherche par le compte du Plan Urbanisme Construction Architecture [sans aucune autre référence], París, Plan Urbanisme Construction Architecture (Chantier 2000), 2000, p. 21 [réf. du 20 avril 2009], recuperado de: <http://www.chantier.net/documents/partis_techniques.pdf>.

³² Françoise Choay, *L'urbanisme, utopies et réalités: une anthologie*, París, Seuil, 1965.

la lógica de prototipo es considerada como la lógica propia de la obra, donde cada construcción se considera como única y los materiales, como específicos. Theile afirma que “a partir del momento que se da la transferencia de la producción de materiales de construcción de la obra hacia la fábrica, se instala una separación profunda entre las lógicas que cristaliza la obra, y las lógicas de los proveedores de materiales”.³³ También sostiene que en el proceso de producción del edificio hay dos lógicas con las cuales los actores se identifican: la lógica de prototipo que corresponde a la lógica de los actores que participan en la obra, mientras que la lógica industrial corresponde a la lógica de los productores de materiales. Esta ruptura entre la lógica de obra y la lógica de fábrica empieza con la prefabricación. El hecho de trasladar gran parte de la producción a una fábrica, lejos de la obra, rompió la sinergia del proceso de producción sin la gestión de una interfase que permitiera la continuidad técnica.

Con respecto a la mano de obra, para Gressel (1984) la lógica propia de estos actores es una “lógica de obrero”, donde el saber hacer es transmitido y adquirido sobre la marcha. Sin embargo, la introducción de la prefabricación pesada desplazó las tareas de encofrado hacia la fábrica, donde es posible racionalizar: “Hemos podido observar en las grandes empresas de obra negra las tentativas de tipo *tayloriano* en definiciones muy osadas del contenido técnico de tareas, de su interacción, en la eliminación de los tiempos muertos, casi en el cronometraje de las tareas”.³⁴ En la obra, los obreros de obra

³³ D. Theile, *op. cit.*

³⁴ Reinhard Gressel, “Logique industrielle et métier dans le gros œuvre”, *Formation-emploi (Le BITP)*, núm. 6, 1984, p. 68.

negra no hacen más los encofrados y ya no cuelan en obra. Se han convertido en colocadores de elementos prefabricados.³⁵ Es entonces cuando ocurre la falta de una lógica de la interfase, en la que no se supo innovar y adaptarse a las condiciones que imponía la prefabricación industrializada.

De la concepción a la realización

En la construcción prefabricada industrializada, la ruptura entre la concepción y la realización inicialmente surge de la separación del proceso de producción, en fábrica y en obra. Girmscheid señala la carencia y la importancia del desarrollo sistémico en la concepción de los componentes y en la del edificio.³⁶ Para Jean-Luc Salagnac, en la construcción actual, para mejorar la productividad con la utilización de productos industriales, una fase de la producción resta a desarrollar, y ésta es la interfase entre el producto industrial y el edificio.³⁷ Du Tertre plantea la hipótesis de la importancia de “tiempos conexos” para explicar la dificultad en la organización del trabajo y en las formas de organización de la mano de obra: “[...] dentro del sector de la cons-

trucción, las reservas de productividad deben ser localizadas principalmente en la gestión de las interfaces”.³⁸ La falta de productividad de la prefabricación fue en gran medida el catalizador para la realización de diversas investigaciones que se cuestionaban sobre los errores en la industria de la construcción.

La problemática de la fragmentación de la concepción-realización inducida por la prefabricación fue puesta en evidencia en el 5º congreso de CIB, llevado a cabo en Versalles en 1972. Por un lado, en la fase de la concepción técnica se necesita una fragmentación del edificio proyectado. Después implica la concepción del conjunto de “pedazos” del edificio; es decir, de uniones y ensambles que los elementos preestablecidos tienen con el resto del edificio, prefabricado o no. Por otro lado, en la fase de la concepción arquitectural los parámetros dados por los elementos prefabricados condicionan o serán condicionados por la relación edificio-prefabricado.

Por lo tanto, la fragmentación, la multidisciplinaria, la separación del proceso de producción, las numerosas fases y la simultaneidad de actividades en el proceso de producción del edificio prefabricado conllevan problemas en el flujo de información. “La prefabricación, debido a la gran cantidad de componentes: [...] acentúan la necesidad de desarrollar el intercambio de información entre el diseñador, el productor y el utilizador: en otros términos, entre la empresa constructora, la fábrica y la obra”.³⁹ La separación del trabajo en la fábrica fue una de las características que la prefabricación industrial no supo gestionar; la lógica de la obra, muchas veces artesanal, no logró adaptarse a la lógica de la industria.

³⁵ Reinhard Gressel sostiene la permanencia de una lógica obrera frente a la introducción de una lógica industrial. Esta lógica fue puesta en evidencia en el momento de la disminución del tamaño de las operaciones y de las obras. Fue en ese momento cuando las empresas descubrieron que sus obreros sabían mampostear.

³⁶ G. Girmscheid, “Industrialization in Building Construction-Production Technology of Management Concept?”, en *Combining Forces (Advancing Facilities Management and Construction through Innovation)*, Executive Summaries of the 11th Joint CIB International Symposium, Helsinki, 13-16 de junio de 2005, International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), Finnish Association of Civil Engineers (RIL), Technical Research Centre of Finland (VTT), 2005, pp. 427-441.

³⁷ Jean-Luc Salagnac, *Démarche BATINOV: vers une meilleure organisation pour construire avec des produits industriels. (Evaluation des chantiers expérimentaux de BETHENY (51), OISSEL (76) et IFS (14))*, Rapport final. Décision de subvention no. M 0013 du 19/07/2000 Plan Construction et Architecture, Paris, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), 2002.

³⁸ C. Du-Tertre, *op. cit.*, p. 17.

³⁹ Denis Grezes, D. Charon, J.-P., *Industrialisation ouverte: recherche et expérimentation 1971-1983 (Bilan de douze années de recherches et d'expérimentations, des premières réflexions aux réalisations expérimentales)*, Paris, Ministère de l'urbanisme et du logement (Plan construction&habitat. Bilan thématique)/Impr. Centrale commerciale, 1983, p. 35.

La rigidez

Un último paradigma concierne a la rigidez. Rigidez arquitectónica y de organización fueron dos condicionantes que contribuyeron al fracaso de la prefabricación industrial. A finales de la década de 1980, flexibilidad y variabilidad se convirtieron en los nuevos paradigmas que portaban los sistemas constructivos y de la industria en general. En 1972, el arquitecto Yves Aubert, en el libro *La construcción de edificios ¿puede convertirse en una industria?*, refería: “La industria moderna supone la diversidad”.⁴⁰

La prefabricación que caracterizó el primer periodo de la industrialización de la construcción (1945-1960) fue la prefabricación pesada y cerrada, es decir, el uso de elementos de grandes dimensiones sólo compatibles entre materiales de la misma marca. Esta condición resultó en la rigidez arquitectónica y de organización debido a la imposibilidad de comunicación, de intercambio y de flexibilidad entre sistemas constructivos.

Conclusión

El desarrollo de la prefabricación industrializada en Francia es un ícono en la historia de la construcción. En la reconstrucción posterior a la Segunda Guerra Mundial, los poderes gubernamentales impulsaron la industrialización de la construcción por medio de sistemas prefabricados. La noción de productividad como medida de progreso técnico acompañó el discurso y los resultados de la industrialización de la construcción.

En el periodo de posguerra, la noción de productividad se convirtió en una forma de implementar y de medir los factores potenciales y los factores pro-

⁴⁰ Yves Aubert, *Le bâtiment peut-il devenir une industrie?*, París, Eyrolles, 1971, p. 60.

blemáticos de la prefabricación industrial. El factor de productividad privilegiado en esta etapa fue el ahorro de mano de obra, lo cual se tradujo en un impulso técnico, económico y administrativo de la prefabricación.

La necesidad masiva de construcción de los años posteriores al final de la Segunda Guerra Mundial condicionó los principios técnicos de la prefabricación industrial: racionalización, estandarización y normalización. Después de la reconstrucción, las necesidades constructivas disminuyeron y se presentó un periodo de crecimiento económico, con lo cual se modificaron las condiciones del mercado de la construcción.

En los años de la reconstrucción, la noción de productividad fue el impulsor del desarrollo de la industrialización de la construcción; en los años posteriores a ésta, la productividad fue uno de los ejes de análisis de su fracaso. Así, el éxito y el fracaso de la prefabricación industrial de posguerra se explican a partir del cambio de paradigmas, que podríamos resumir en tres ejes:

1. Concepción-construcción

La concepción técnica y arquitectural se refiere a una división preestablecida del proceso de producción.⁴¹ La separación que induce la prefabricación, por un trabajo en obra y otro en fábrica, agudizó la importancia de la interfase y de los tiempos conexos. Los problemas de los procesos prefabricados, como lo mostró el análisis de la productividad, están ligados a la concepción del proceso de producción, a una débil coordinación del proceso concepción-

⁴¹ En Francia, la separación tradicional del diseñador (el arquitecto) y el realizador (el ingeniero) “fácilmente operó, ya que hay un contencioso histórico entre la Academia de Bellas Artes y la Escuela de Puentes y Caminos”. Christophe Gobin, Jean Marie Perin y Jean Pierre Franca, “Construction et conception (Conditions d’une nécessaire concurrence)”, *Techniques de l’Ingénieur*, núm. C3054, 2004, p. 4.

realización del proyecto, y principalmente a una separación entre la empresa constructora, el arquitecto y la empresa de prefabricados.

2. *Fábrica-obra*

El paradigma tecnológico de la industrialización por medio de la racionalización en el sector de la construcción se instauró en la fábrica; sin embargo, el proceso de producción del edificio se acaba en la obra. La productividad del proceso total de producción estuvo condicionada por el trabajo en la obra, con una fuerte tradición artesanal.

Con la ruptura entre la fase de concepción y la de la realización propia de la prefabricación se evidenció, por un lado, la diferencia entre las lógicas de los actores de la obra y los actores de la fábrica; por el otro, se cristalizó la diferencia entre la lógica de los actores de la concepción y los actores de la realización.

3. *Lógica industrial-lógica de prototipo*

La historia de la prefabricación industrial por medio de uno de sus ejes de análisis, que es la productividad, evidenció la existencia de dos lógicas diferentes en el proceso de edificación: una “lógica de prototipo” y una “lógica industrial”. Podemos llamar a estas posiciones teóricas “proautomóvil” y “antiautomóvil”. La primera sostiene la imitación de los métodos de producción de sectores industriales como el del automóvil. La segunda postura afirma que no puede compararse la construcción de edificios —y menos las de vivienda— con la producción de otros productos industriales.

En resumen, la productividad de la construcción durante la etapa de reconstrucción francesa se basó en la prefabricación industrial, cuyos resultados expresaron rigidez arquitectónica y de organización, evidenciados por los paradigmas de la posreconstrucción: variedad y flexibilidad.



La erupción del volcán Chichonal en 1982. La pérdida del patrimonio religioso edificado en la región zoque chiapaneca. De la destrucción a una nueva experiencia de reconstrucción

Fecha de recepción: 31 de julio de 2018.

Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2018.

En 1982, la erupción del volcán Chichonal, en Chiapas, fue un parteaguas en la historia de la etnia zoque chiapaneca y en el patrimonio cultural edificado por la orden de los dominicos en esa región. La manera en que los tres niveles de gobierno afrontaron las pérdidas materiales sufridas por aquel suceso contrasta con la solución que los pueblos zoques dieron a la construcción y reconstrucción de sus viviendas. Si bien el uso del material volcánico como recurso constructivo se remonta a tiempos antiguos, en el caso que nos ocupa fue una nueva experiencia y el único recurso que los supervivientes del evento tuvieron para levantar de nuevo sus pueblos. De esa experiencia trata este trabajo, así como de las pérdidas irreparables de algunas de sus edificaciones religiosas y la recuperación de otras que se mantuvieron en pie.

Palabras clave: volcán Chichonal, etnia zoque chiapaneca, materiales de construcción, patrimonio cultural edificado, orden dominica.

The eruption of the Chichonal volcano (Chiapas) in 1982 was a watershed in the history of the Zoque Chiapaneca ethnic group and in the cultural patrimony built by the order of the Dominicans in that region. The way the three levels of government faced the material losses of that event contrasts to the solution the Zoque peoples in the construction and reconstruction of their homes. Although the use of volcanic material as a building resource goes back to ancient times, it was in the case that concerns us, a new construction experience and the only resource that the earthquake survivors had to raise their villages again. This work deals with this experience as well as the irreparable losses of some of its religious buildings and the recovery of others that remained standing.

Keywords: Chichonal volcano, Chiapaneca zoque ethnic group, building materials, built cultural heritage, Dominican order.

Era 2003 cuando visité por primera vez la región zoque del norte del estado de Chiapas. La intención fue realizar un estudio para conformar el expediente que convenciera a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) de que nueve poblados habitados por esa etnia debían ser reconocidos como patrimonio de la humanidad. Se trata de una red de fundaciones o refundaciones hechas en el siglo XVI por los frailes dominicos llegados a esas tierras con fray Bartolomé de las Casas.

En el recorrido por el interior de los nueve poblados (Tecpatán, Tapalapa, Coapilla, Rayón, Chicoasén, Pantepec, Ocoatepec, Copainalá y Chapultenango) observé que en la mayor parte de ellos prevalecían las viviendas hechas con un *block* color gris y techadas todas

* Coordinación Nacional de Monumentos Históricos, INAH.

con láminas de zinc; si bien el *block* es similar al llamado tabique de hormigón, su apariencia y proporciones no lo eran. Fue en Tapalapa donde abordé a Vidal González Gómez, de 72 años de edad, y le pregunté al respecto. Él me platicó cómo, en 1982, después de la erupción del volcán Chichonal, se quedó sin casas ni recursos ni forma de adquirir materiales de construcción, por lo que inició la elaboración de bloques con “la ceniza, las piedritas y la arena que nos cayó del volcán”.

El señor Vidal me llevó a una casa donde a manera de museo conservan numerosos objetos, incluso restos humanos —cráneos perforados por el impacto de piedra—, que dan cuenta de aquella tragedia. Al finalizar mi visita me obsequió un *block* de su propia casa. Ésta fue mi primera referencia y testimonio de la existencia de aquel material y la forma como los sobrevivientes enfrentaron la destrucción y recuperación de sus viviendas (figura 1).

En Coapilla, don Salvador Patricio Pérez, quien en 1982 era el presidente municipal, me obsequió copia de dos escritos de su autoría que son la memoria de los hechos que él y su pueblo vivieron durante los eventos eruptivos y el recuento de acciones que llevó a cabo en su calidad de autoridad municipal. En uno de estos documentos menciona la entrega que el gobierno estatal hizo de láminas de zinc para techar las viviendas semidestruidas.

En Chapultenango, el segundo municipio más afectado por las erupciones, me obsequiaron un fragmento de *block* elaborado de la misma forma y bajo las mismas circunstancias: enfrentar la destrucción que les dejó la erupción del volcán y recuperar sus viviendas. De ese fragmento hablaré en su momento.

El objetivo de este trabajo de investigación es dar a conocer los hechos ocurridos entre el 28 de marzo y el 3 y 4 de abril de 1982, cuando las erupciones del Chichonal impactaron la vida de miles de personas que vivían en su entorno. Mi trabajo se enfo-



Figura 1. Vidal González Gómez, Tapalapa, Chiapas, 2003. Fotografía de Virginia Guzmán Manroy.

có principalmente en investigar la forma como los sobrevivientes enfrentaron la pérdida de sus viviendas, echando mano de lo único que el volcán les dejó: toneladas de material volcánico. Se trata además de un tema hasta ahora inédito. De igual manera, la forma como impactó al patrimonio cultural edificado en aquella región, que en su mayoría data o databa del siglo XVI. Esta patrimonio, en su totalidad de carácter religioso, fue edificado por la Orden de los Hermanos Predicadores o dominicos durante su misión colonizadora-evangelizadora.

Para relatar la primera parte de esta historia cuento con algunos testimonios orales que iré mencionando a lo largo del texto, además de información obtenida en el Archivo General del Estado de Chiapas (AGEC), material hemerográfico de la época y obras publicadas principalmente por antropólogos e historiadores que abordaron de manera muy amplia el fenómeno del desplazamiento y reacomodo de las comunidades zoques que perdieron sus tierras y se vieron forzadas a emigrar.

En cuanto a los eventos eruptivos, existen numerosos estudios de especialistas —geólogos, vulcanólogos, biólogos— que los relatan y permiten conocer a detalle las características del volcán, todo lo relacionado con su actividad y el seguimiento que hasta la fecha le dan a través de su monitoreo constante.

En lo referente al patrimonio edificado, se cuenta con muy pocas fuentes de información que permitan reconstruir con precisión la historia de la labor desplegada inicialmente por los dominicos en la región zoque. Las fundaciones dominicas en esa región, como las del resto del territorio chiapaneco, formaron parte de la gran provincia de San Vicente de Chiapa y Guatemala, y en lo diocesano estuvieron bajo la autoridad del obispo de Chiapas. La sede de la primera estuvo en el convento de Santiago de Guatemala y la segunda en Ciudad Real —hoy San Cristóbal de las Casas—; por lo tanto, la documentación relativa a la administración y el funcionamiento de conventos y parroquias zoques se dividió entre ambas sedes.

A lo anterior hay que añadir que a partir de la secularización y posterior expulsión de la orden, los archivos debieron de salir o ser destruidos, de modo que en la actualidad ni los dominicos cuentan con los documentos necesarios que les permita y nos permita reconstruir la historia de la etapa fundacional.

Tanto los estudios sobre Chiapas publicados por el Instituto de Investigaciones Dominicanas del convento de San Esteban de Salamanca, España, como los realizados en México por dominicos e historiadores, se han basado en los escritos dejados por los cronistas fray Antonio de Remesal y Francisco Ximénez, en las actas de los capítulos celebrados en la Provincia de Santiago de México, en documentación que se conserva en la provincia general con sede en Roma, y alguna, de muy difícil acceso, en el Archivo Vaticano. El Archivo Diocesano de San Cristóbal de las Casas carece de información del siglo *xvi*; cuenta con poca documentación parroquial relativa a los siglos *xvii* y *xviii*, y un poco más del siglo *xix* y principios del *xx*.

Más copiosa es la documentación localizada en el Archivo General de Centroamérica en Guatemala, no relativa a la etapa fundacional del siglo *xvi*, pero sí sobre padrones de tributos y de población a partir del *xvii*. El AHEC cuenta con escasa documen-

tación de los siglos *xix* y *xx* relacionada con el tema que nos ocupa. Crónicas, diarios de viaje, informes de visitas pastorales, informes de párrocos, libros de fábrica, registros parroquiales, libros de cofradías y mayordomías, correspondencia de obispos, priores y párrocos son las fuentes más importantes con que se cuenta para escribir la historia de las fundaciones religiosas (católicas) de los pueblos zoques.

En cuanto al evento eruptivo de 1982, son contadas las fuentes de información que abordan el tema. La razón es que la magnitud de la tragedia que vivió aquel año la etnia zoque superó con mucho la atención prestada a la destrucción y semidestrucción de sus edificaciones religiosas. Los testimonios orales obtenidos y la información que resguardan los archivos y las bibliotecas apuntan a dar a conocer la forma como la población vivió la erupción de aquel año, la reacción de los tres niveles de gobierno y las medidas que se tomaron para enfrentar el problema.

La enorme pérdida de vidas humanas y el desplazamiento de comunidades zoques fuera de su área de origen fueron las consecuencias más graves de aquel evento. Aunadas al impacto ecológico provocado por el evento eruptivo, éste repercutió en la pérdida de grandes extensiones de cultivo y la vida de miles de cabezas de ganado mayor y menor, lo cual hace ver menos importantes los daños ocasionados en el patrimonio arquitectónico de la región siniestrada.

A 36 años de la erupción, la región ha recuperado por completo sus características ecológicas. Los sitios que aquel año fueron declarados como inhabilitados se han vuelto a poblar, y es posible afirmar que todo ha vuelto a la normalidad, aunque para efecto del presente trabajo me interesa señalar que, bajo tierra, en el caso de las poblaciones más afectadas, yace sepultado bajo toneladas de material volcánico su patrimonio religioso, en tanto que otras edificaciones fueron reparadas y continúan en pie. Es de ese patrimonio, el perdido y el recuperado, de lo que trataré en este texto.

Por último, considero que en el caso de la historia de la construcción en México, el uso de los materiales volcánicos aplicado en la construcción o reconstrucción de inmuebles es un tema hasta ahora inédito y, por lo tanto, novedoso. En ninguno de los repositorios consultados ni en obras publicadas encontré información relativa al hecho. Se mencionan las condiciones en que después de los eventos eruptivos quedaron los caminos y las escasas carreteras que entonces existían, así como la imposibilidad de transitarlos y llevar ayuda a las poblaciones que quedaron aisladas.

Respecto a la dotación de materiales de construcción, se menciona que los pobladores fueron dotados de “toneladas de láminas de zinc y cartón” para afrontar la reconstrucción de las viviendas parcialmente destruidas, pero nada se dice de cómo se resolvería el problema en el caso de las pérdidas totales. Ciertamente, también por parte de los afectados, en los expedientes de la época se encuentran numerosas solicitudes hechas por agentes municipales, asociaciones civiles y de individuos que pedían al gobierno que los dotara de ese material. Quedan, pues, interrogantes al respecto que pretendo responder a lo largo de mi trabajo, así como dejar expresada la importancia de reconocer esta experiencia de construcción y reconstrucción a base de usar material volcánico para elaborar bloques y edificar viviendas como algo original en la historia de la construcción en nuestro país.

Sabemos que en países como Argentina y Chile se están elaborando bloques, denominados *block* “T”, hechos con material volcánico, y que se está llevando al nivel de industrializarlos, a partir de la erupción del 4 de junio de 2011 del volcán Puyehue-Cordón-Caulle, localizado en Chile pero que también afectó a Argentina.¹ Sin embargo, la experiencia de los pueblos zoques chiapanecos fue

anterior, y hasta 2003, al menos en el pueblo de Tapalapa, los bloques hechos con el material dejado desde 1982 por las erupciones del volcán Chichonal se continuaban elaborando y usando.

El volcán Chichonal

El volcán Chichón es un cono piroclástico formado por una intensa actividad volcánica de tipo explosiva.

J. L. ARCE

Se localiza en la serranía de Magdalena, en el noroeste del estado de Chiapas, en los municipios de Francisco León y Chapultenango. Debe su nombre a un fruto que produce una palmera que crece en la región y que tradicionalmente se ha utilizado para techar casas e incluso inmuebles de mayor tamaño, como templos y edificios públicos (figura 2). El volcán se compone de un cráter de 1.5 por 2 km de diámetro, denominado *Somma*, que se eleva a 1 150 msnm. En su interior contiene un lago de color azul turquesa que regularmente tiene una temperatura de 32 °C. “Este cráter en realidad es un anillo de domos [...] cortado por estructuras más jóvenes, en su parte SE por un cono denominado Guayabal y al SW y NW por dos domos de edad desconocida”.² Dentro del cráter *Somma* se encuentra el cráter reactivado durante la erupción de 1982, con un diámetro de 1 km y paredes verticales de 140 m, y una altura de 1 100 msnm.

Breve historia eruptiva

En 1951, el geólogo Federico K. Müllerried, del Instituto de Geología, fue enviado a reconocer el volcán a solicitud del gobierno chiapaneco, que había recibido reportes de la población, la cual decía escuchar

² J. L. Macías y J. M. Espíndola, *Historia eruptiva durante el Holoceno y su impacto en la actividad humana*, México, Instituto de Geofísica-UNAM, 1998.

¹ Recuperado de: <<http://www.arquimaster.com.ar>>.



Figura 2. Palma de Chichón usada en la techumbre, Chapultenango, Chiapas, 2003. Fotografía de Virginia Guzmán Monroy.

retumbos y sentir movimientos de tierra. El geólogo reportó que el Chichón —como también se le llama— consistía en un cráter y un domo central con un pequeño lago y la presencia de fumarolas que alcanzaban una temperatura de 90 °C, concluyendo que era un volcán activo.

En el AGECE se conserva un expediente sin clasificación que contiene ocho fotografías de la cañada del Pico de la Unión o Chichonal “[...] donde se ubican las principales emanaciones sulfurosas”, tomadas el 9 de septiembre de 1965. Aunque carece de texto explicativo y tampoco son mencionadas por quienes han tratado el tema, podemos inferir que se trata de imágenes tomadas con propósito de estudio o reconocimiento de la zona. Las fotografías muestran el cráter y varias partes del edificio volcánico con emanaciones (figura 3).

En la década de 1970, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) hizo estudios de prospección minera en el estado de Chiapas, y los investigadores confirmaron que el Chichonal era un volcán activo.³ Una década después, en 1981, la propia CFE continuó estudiando el volcán desde el punto de vista geológico, con el propósito de conocer su historia eruptiva. En esa ocasión los investigadores René

³ Cecilia G. Limón Hernández, “Análisis de la percepción del riesgo en los volcanes Chichón y Tacaná, Chiapas”, tesis de licenciatura en geografía, México, UNAM, 2005.



Figura 3. Emanaciones en el cráter del volcán, 1965. Fotografía del AGECE, sin clasificar.

Canul, Antonio Razo y Víctor Rocha reconocieron erupciones pasadas, sin fecharlas, y concluyeron que el volcán estaba activo. Incluso, al sentir temblores y escuchar explosiones, pronosticaron que haría erupción en los próximos años.⁴

Este documento quedó archivado como un reporte interno de la CFE. Al año siguiente el volcán hizo erupción. El análisis de los materiales que quedaron expuestos por la erupción de 1982 y que habían estado ocultos por la vegetación, así como de los estudios estratigráficos realizados después del evento, reveló la “existencia de depósitos con material carbonizado producido por erupciones anteriores”. Tanto en los depósitos de las erupciones ocurridas hace 1250 y 2400 años se encontraron fragmentos de cerámica casera, lo que claramente indicaba que el volcán había sido habitado durante los últimos 2500 años y que su actividad había impactado directamente a las comunidades mayas asentadas en las faldas. Además, el análisis de la cerámica maya de las tierras bajas demostró que en su elaboración y cocción habían usado ceniza volcánica.⁵

Por su morfología, el Chichonal es considerado del tipo poligenético o estratovolcán; es decir, está constituido por múltiples superposiciones de materiales expulsados a lo largo de su evolución, de ma-

⁴ René Canul Dzul *et al.*, *Geología e historia volcánica del Chichonal, estado de Chiapas*, México, Instituto de Geología-UNAM, 1981.

⁵ J. L. Macías y J. M. Espíndola, *op. cit.*

nera que su cono se ha formado con cada erupción ocurrida a lo largo de su historia.

Por las características de sus erupciones, sobre todo la de 1982, se le clasifica como un volcán de erupciones tipo plinianas caracterizadas por su alto grado de explosividad:

[...] emiten grandes columnas eruptivas que pueden superar los 30 km de altura y flujos piroclásticos. Intensas explosiones que producen lluvias de ceniza y lapilli⁶ que puede quedar depositadas a lo largo de un territorio muy extenso. Pueden producir el colapso del edificio volcánico y formación de calderas.⁷

Una erupción explosiva puede inyectar ceniza fina en los niveles superiores de la atmósfera y en la estratosfera, con lo que ésta viajará grandes distancias en el planeta, como ocurrió con la erupción del volcán Krakatoa en 1883, la del Chichonal en 1982 y la del Pinatubo en 1991. Estos últimos ejemplos han causado cambios atmosféricos y climáticos [de carácter global].⁸

Eventos eruptivos de 1982

Nosotros los hombres incrédulos o ignorantes no supimos descifrar sus signos.

SALVADOR PATRICIO PÉREZ, 1982

Entre el 28 de marzo y el 4 de abril de 1982 ocurrió el último evento eruptivo del volcán Chichonal después de 550 años de inactividad. Dos y medio años antes de estos eventos se había detectado actividad sísmica a través de la red Chicoasén, instalada en julio de 1979: “[...] tanto geólogos como habitantes

de las comunidades cercanas habían reportado, desde noviembre de 1981, movimientos y ruidos provenientes del cerro del Chichonal”. Entre el 26 de febrero y el 28 de marzo de aquel año se observó un aumento de la actividad sísmica local, posiblemente relacionada con el proceso de fracturación y circulación de fluidos debajo del volcán.⁹

Después de varias semanas de actividad sísmica y de algunas manifestaciones fumarólicas, se inició el proceso eruptivo el 28 de marzo a las 23:15 horas. El volcán lanzó miles de metros cúbicos de arena, piedra volcánica y ceniza, que de acuerdo con los especialistas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) salieron desde una profundidad de 7 km y alcanzaron casi 10 km de altura. Esta primera erupción cubrió de material volcánico cerca de 150 km en torno al cono, interrumpiendo las comunicaciones terrestres, telefónicas y la energía eléctrica.¹⁰ Para esa fecha, el periodista y enviado especial del periódico *La Voz del Sureste*, Abenamar Moreno, informó desde la localidad de Pichucalco, a 20 km del volcán, que las localidades de Francisco León, Nicapa y las Riberas Volcán Chichonal y El Guayabal se “encontraban parcialmente destruidas” (figura 4).

Con la primera erupción, el norte del estado de Chiapas y algunas poblaciones de Tabasco quedaron cubiertos por el material arrojado, en tanto que una cerrada cortina de ceniza imposibilitó las operaciones de auxilio por parte del gobierno estatal y la Secretaría de la Defensa Nacional. Hasta el 2 de abril, fecha en que se publicó el artículo, el autor señaló que el volcán seguía en actividad, “[...] lanzando cenizas, arena y piedras, imposibilitando las

⁶ El “lapilli” es lava fragmentada cuyas dimensiones van de 4 a 32 mm, la cual es lanzada violentamente y se solidifica en el aire.

⁷ J. L. Arce *et al.*, “Erupción pliniana de hace 550 años del volcán Chichonal, Chiapas: distribución, volumen y altura de columna”, en *El Chichonal, 1982-2002*, Geos, vol. 22, núm. 2, 2002.

⁸ Recuperado de: <<http://www.monografias.com/volcanes>>.

⁹ Z. Jiménez y J. M. Espíndola, “Sismicidad detectada antes y durante la erupción del volcán El Chichonal de marzo-abril de 1982”, en *El Chichonal, 1982-2002*, Geos, vol. 22, núm. 2, 2002.

¹⁰ “La UNAM en la reconstrucción de las comunidades afectadas por El Chichonal”, *Gaceta de la UNAM*, 4^a época, vol. 1, núm. 30, 26 de abril de 1982.



Figura 4. Erupción del 28 de marzo de 1982. Fotografía de Fernando Ledesma D., recuperada de YouTube.

operaciones de rescate en Francisco León y las Riberas El Volcán y El Guayabal ubicados en las faldas del Chichonal”.¹¹

Moreno señaló que en Pichucalco el peso de la arena volcánica provocó la caída del techo del mercado público y de varias casas, y que en esa población y en esa fecha la ceniza alcanzó los 20 cm de espesor; lo cual dificultó el tránsito de todo tipo de vehículos. Informó que en el poblado de Nicapa más de 500 pobladores se refugiaron en el templo, cuyo techo no soportó el peso de la arena volcánica y al derrumbarse causó la muerte de un menor de edad. En esta población más de 300 viviendas quedaron totalmente destruidas (figura 5).

En Chapultenango, Moreno reportó que el presidente municipal, Luis Contreras, le informó que en la cabecera municipal, del mismo nombre, había “[...] muchas casas quemadas y sin techos; maizales y cafetales cubiertos por espesa capa de ceniza”. Finalizó su reportaje anunciando que el entonces presidente de la República, José López Portillo, en un mensaje dado en Tapachula, Chia-

¹¹ Abenamar Moreno, “Desolación. Continúa en actividad el Chichonal”, *La Voz del Sureste*, año xxxiii, núm. 1 384, 2 de abril de 1982.



Figura 5. Daños ocasionados por la erupción del 28 de marzo de 1982. Fotografía de *La Voz del Sureste*.

pas, declaró que se destinarían 150 millones de pesos como inversión inicial para la reconstrucción de la zona afectada.

El 29 de marzo se puso en marcha el plan DN-III, y con éste tanto el gobierno federal como el estatal iniciaron la atención a los damnificados, que llegaron por miles a los municipios vecinos a la zona del desastre. Paralelamente, la entonces Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) de Chiapas inició la evaluación de daños y la gestión de recursos para atender la reconstrucción de viviendas dañadas y la rehabilitación de carreteras y aeropuertos.

Salvador Patricio Pérez, quien era presidente municipal de Coapilla en 1982, señaló en sus escritos que a este lugar llegaron cientos de refugiados después del primer evento eruptivo.¹²

La primera erupción del volcán. Nos coordinamos con la Acción Católica, así como con los integrantes del templo adventista y la Cámara de Comercio de Copainalá [...] recuerdo bien vinieron a auxiliar con víveres tales como maseca, frijol, galletas, azúcar y otras co-

¹² Mecanoescrito inédito que me fue obsequiado por el autor en 2003. Modifiqué la ortografía, mas no la redacción ni el contenido.

sas varias que voluntariamente trajeron a la casa parroquial de este lugar y nuestras organizaciones nos dedicamos a estar ayudando directamente a los habitantes del pueblo de Ocoatepec llevándoles tortillas, frijoles y huevos y para que la gente que se encontraba en ese municipio no sufriera. Ayudamos durante tres días a estas gentes que eran de diferentes partes: del Naranja, de Vicente Guerrero, del Carmen [...] luego se regresaron a sus lugares pensando que esto ya había pasado sin pensar que algo más grave iba a ocurrir.

Frente a la versión oficial de la forma en que los tres niveles de gobierno afrontaron la grave situación provocada por el primer evento eruptivo, existen otras versiones por parte de antropólogos, historiadores y testigos presenciales que dejan ver la otra cara de esta enorme tragedia humana y ecológica a la que se enfrentó aquel 28 de marzo la comunidad zoque asentada en la región impactada por el evento volcánico. Esa otra versión nos dice que, tras la primera erupción, la presión que los municipios vecinos recibieron por la cantidad de refugiados que llegaron, en especial la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, capital del estado, obligó al gobierno de Juan Sabines a tomar medidas que, en los días posteriores al 28, resultaron en una enorme catástrofe humana. Relacionado con esta actitud del gobierno estatal está el diagnóstico que le fue transmitido por un grupo de geólogos encabezados por Federico Mooser, quienes aseguraron que la actividad volcánica había cesado y que la población podía retornar a sus hogares. Con base en tal opinión, la radiodifusoras estatales y locales transmitieron mensajes a la población desplazada para que retornaran a sus localidades, y aquellos que habían permanecido en ellas lo siguieran haciendo, con instrucciones acompañadas de promesas de pronta ayuda.¹³

¹³ Patricio Pérez S., “¿Qué es el volcán Chichonal. Quiénes los vivieron? Coapilla y sus conflictos vividos por los fenómenos de

Muy claro es el texto de la carta que los habitantes de Ostuacán dirigieron a Juan Sabines: “[...] por medio de la radio oímos sus consejos de no abandonar nuestros hogares y que aguantáramos sosteniéndonos con los alimentos que tuviéramos y que más tarde se nos daría la ayuda necesaria”.¹⁴ El sábado 3 y el domingo 4 de abril el volcán entró nuevamente en una violentísima actividad explosiva que dejó sepultadas a más de 2000 personas. El municipio de Francisco León, semidestruido después del primer evento, quedó sepultado por completo bajo miles de toneladas de material volcánico. Ante esta situación, el gobierno de Sabines respondió: “El Chichonal tuvo un comportamiento ‘extraño’ ya que después de la primera erupción [...] entró en una etapa de aparente reposo, motivo por el cual a la gente se le aseguró que el volcán ya no haría más erupción”.¹⁵ Además:

Durante la erupción de 1982 se generaron una serie de depósitos piroclásticos y volcanoclasticos. En particular, durante la fase III ocurrida el 4 de abril, tuvo lugar la destrucción del domo central originando una serie de flujos de bloques y ceniza que se emplazaron en las principales barrancas, alterando la red hidrográfica del volcán. Los flujos que bajaron por las barrancas Tuspac y Agua Tibia represaron el río Magdalena, formando un lago temporal caliente que inundó la población de Francisco León.

El 26 de mayo el dique cedió y originó flujos de escombros que alcanzaron temperaturas de hasta 82 °C.¹⁶ El recuento de daños en cifras duras fue el siguiente: afectación a 150 000 personas, de las

la naturaleza”, mecanoscrito inédito, Coapilla, 1982. Véase Laureano Reyes Gómez, *Los zoques del volcán*, México, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, 2007.

¹⁴ Marina Alonso Bolaños, “Los zoques bajo el volcán. Microhistorias de la erupción de El Chichonal, Chiapas”, tesis de doctorado, México, El Colegio de México, 2011.

¹⁵ L. Reyes Gómez, *op. cit.*

¹⁶ J. L. Macías, *op. cit.*

cuales, hacia el 12 de abril, 2 750 estaban en calidad de desaparecidas. Devastación total en las poblaciones que se localizaban dentro de un radio de 10 km del volcán Chichonal; 41 711 ha de tierras de origen ejidal dañadas; 58 escuelas, 30 templos, 11 presidencias municipales, 16 clínicas, dos aeropistas y mercados destruidos. El paisaje se modificó drásticamente porque la ceniza relleno las hondonadas de una enorme zona, y los campos de cultivo quedaron destruidos totalmente.¹⁷

De acuerdo con el diagnóstico de los científicos enviados por la UNAM, la ceniza se extendió hacia el oriente y afectó al estado de Campeche; al norte, al Golfo de México; al poniente, hasta Acayucan, Veracruz; y al sur, Chiapas y Oaxaca, ocasionando serios daños a la agricultura y la ganadería, al quedar los suelos cubiertos por material volcánico.

Dentro del llamado Plan Chiapas, la Comisión de Fortalecimiento Municipal del Gobierno del Estado realizó en 1984 los diagnósticos de los dos municipios más afectados: Francisco León, localizado a sólo 5 km del volcán,¹⁸ y Chapultenango, a 9 km.¹⁹ Respecto del primero, asentó la siguiente información:

El municipio de Francisco León forma parte de la Región V Norte, limita al norte con el municipio de Pichucalco, al este con el de Chapultenango, al sur con los de Copainalá, Tecpatán y Ocoatepec y al oeste con el de Ostucán. Su superficie aproximada es de 1 143 km². En 1980 lo habitaban 7 446 personas, como consecuencia de la erupción del Chichonal el año de 1982 el municipio quedó inhabilitado. Hacia finales de 1984 cerca de 2 000 habitantes habían regresado a sus lugares de origen.

¹⁷ M. Alonso Bolaños, *op. cit.*

¹⁸ *Francisco León. Diagnóstico municipal*, Chiapas, Plan Chiapas-Comisión de Fortalecimiento Municipal-Gobierno del Estado de Chiapas, 1984.

¹⁹ *Chapultenango. Diagnóstico municipal*, Plan Chiapas-Comisión de Fortalecimiento Municipal-Gobierno del Estado de Chiapas, 1984.

De acuerdo con las afectaciones y posibles tiempos de recuperación, el documento señalaba que Francisco León había quedado dividido en tres áreas:

Área Central (incluida la cabecera municipal): destrucción total, poblados sepultados bajo espesa capa de material piroclástico [...] 20 años para su recuperación. Área 2: Afectación severa, entre 10 y 20 años y Área 3 con afectaciones moderadas, menos de 10 años de recuperación.

Respecto a los habitantes, el documento indica que, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 1980, eran 7 446, y que para 1984 habían descendido a 1 889. “La erupción del Chichonal constituyó una ruptura del proceso demográfico al obligar a toda la población a emigrar” y asentarse en nuevas poblaciones. Otras fuentes indican que, para 1985, 27% de los pobladores habían regresado a sus lugares de origen.

Sobre el equipamiento urbano proporciona los siguientes datos: “En lo que se refiere a vivienda, las primeras 10 familias que regresaron recibieron para la construcción de sus casas, láminas de cartón proporcionadas por el INI [Instituto Nacional Indigenista], fuera de esto se han utilizado materiales encontrados en el terreno”.²⁰ El templo, su único patrimonio arquitectónico, quedó sepultado en el poblado de Francisco León²¹ (figura 6).

El diagnóstico del municipio de Chapultenango proporciona las siguientes características:

²⁰ Esta referencia es de las pocas que encontré respecto al uso de materiales que no fueran láminas de zinc; al señalar que se trata de materiales encontrados en el terreno, nos lleva a pensar que se trató de materiales volcánicos.

²¹ Coalpitán o Coalpitlán fue el nombre original de esta población. Los dominicos le antepusieron el de Santa María Magdalena. El templo se edificó en el siglo XVI y fue doctrina dependiente del convento de Santo Domingo de Tecpatán. El 13 de febrero de 1934 el gobernador Vitórico Grajales cambió el nombre del municipio por el de Francisco León, personaje de origen oaxaqueño que gobernó Chiapas de 1896 a 1899.



Figura 6. A la izquierda, toma aérea del poblado de Francisco León antes de las erupciones. Fotografía de Ricardo Meléndez, AHEC. A la derecha, toma del mismo lugar después de la erupción del 4 de abril. Fotografía de Erik Klemetti, AHEC.

Se localiza en la Región V Norte y sus límites son: al norte con Pichucalco e Ixtacomitán, al este con Solosuchiapa e Ixhuitán, al sur con Tapilula, Pantepec, Tapalapa y Ocoatepec y al oeste con Francisco León (municipio inhabilitado). Su extensión territorial es de 161.5 km². En 1980 tenía 7 634 habitantes.

Respecto del área afectada por la erupción del Chichonal, señala que “un tercio de la superficie del Municipio quedó destruido totalmente y necesitará por lo menos 20 años para su completa rehabilitación. Otro tercio formado por dos áreas: la de afectación severa y afectación ligera y el tercio restante con alteraciones leves”. Los ejidos parcial o totalmente desaparecidos fueron los de Esquipulas Guayabal, Guadalupe Victoria, Tonapac, Yaspac y Volcán Chichonal. Sus habitantes fueron reacomodados en ejidos, a los que se asignó el mismo nombre, anteponiendo el término “Nuevo”.

Programas de atención

El 19 de abril se creó el Programa de Reconstrucción y Desarrollo de las Zonas Afectadas por el Volcán Chichonal en los Estados de Chiapas y Tabasco, que en una primera etapa se centró en la atención a los damnificados y posteriormente a los despla-

zados de la zona declarada como inhabilitada e inhabitable. Posteriormente, 18 técnicos de la SAHOP evaluaron los daños y coordinaron la rehabilitación de carreteras y aeropuertos.

En mayo, el presidente José López Portillo ordenó “desburocratizar al máximo las acciones encaminadas a auxiliar a los damnificados por el volcán Chichonal”, y después de reunirse con su gabinete y autoridades estatales, dictó medidas para iniciar los trabajos de reconstrucción, rehabilitación y restitución de tierras, así como el otorgamiento de apoyos crediticios. Para esto designó a la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP) como la instancia coordinadora en la aplicación del programa, el cual estaba integrado por cuatro subprogramas: el de Rehabilitación; el de Prevención; el de Investigación, Información y Documentación, y el de Reacomodo.²²

Para efecto del presente trabajo sólo trataré el relativo a la Rehabilitación, cuyas acciones fueron:

1. Mejoramiento de vivienda a cargo del Gobierno del Estado de Chiapas.
2. Mejoramiento de vivienda a cargo de la SAHOP.

²² García Chanona, “Damnificados de Chapultenango sin tierras para trabajar”, *La Voz del Sureste*, año xxxiii, núm. 1 386, 23 de abril de 1982.

3. Mejoramiento urbano a cargo del Gobierno del Estado de Chiapas.
4. Rehabilitación de las redes de agua potable a cargo de la SAHOP.
5. Rehabilitación de los espacios públicos a cargo de la SAHOP.

En el informe de avances rendido el 28 de julio de 1982 se dice que, respecto a las acciones de los subprogramas 1 y 2, se llevó a cabo la distribución de láminas de zinc y de cartón para reparar los techos de las viviendas, asumiendo con esto que las viviendas conservaban los muros, lo cual no sucedió en la mayor parte de las poblaciones más afectadas. Las cifras oficiales señalan que, para la fecha del informe, el gobierno estatal había entregado 69116 láminas de las 129041 que se requerían para viviendas “dañadas” en 212 localidades de 20 municipios.

En este mismo rubro, la SAHOP se hizo cargo de la rehabilitación de viviendas en los municipios de Rayón, Chapultenango y Luis Esparza, reportando que para mediados de 1982 había un avance de 5%, en tanto que en la aplicación de los recursos financieros el avance era de 41%. En cuanto al subprograma 3, que también tuvo a su cargo, informó haber limpiado y desalojado el material volcánico en las calles de Tuxtla Gutiérrez, Pichucalco y Palenque. Se sobreentiende que esta acción priorizó a la capital del estado, a la cabecera municipal del municipio de Pichucalco por su importancia comercial y de comunicación y, la tercera, una zona arqueológica de gran importancia a nivel turístico.

Para el subprograma de agua potable sólo se informaron acciones a futuro, como la “rehabilitación de líneas y tanques, desazolve y en algunos casos la construcción de sistemas nuevos”. En el subprograma de Espacios Públicos, esa secretaría, que tuvo a su cargo la reparación de grietas y reposición de techumbres de seis templos en los municipios de Chapultenango, Tecpatán, Ostucán, Ixtacomitán y

Pichucalco, reportó un avance de 16%, como consta en el informe de avances del 28 de julio de 1982, resguardado en el AGECC (documento sin clasificar).

De la destrucción a la nueva experiencia de reconstrucción

Llueven piedras. En vez de agua caen piedras, grandes y pequeñas, arena gruesa, piedras molidas, la piedra pómez, que es la espuma de la roca hirviendo, un aguacero de piedras, piedras que perforan las láminas de zinc, arenales sobre los techos que caen, granizada mineral y caliente.

JAIME SABINES, 2008

En cuanto al tema de atención a la construcción y reconstrucción de viviendas, el gobierno estatal solicitó recursos federales sólo para la adquisición de láminas. En ninguno de los archivos consultados hallé documentos que indicaran una solicitud de otro tipo de material, aunque, de igual manera, en ese sentido tanto los pobladores como las autoridades de los municipios afectados hacían hincapié ante la autoridad estatal de la imperiosa necesidad de ser dotados de ese material, lo cual da paso a preguntarse ¿por qué por ambas partes esa limitación y de qué manera se afrontarían la construcción y reconstrucción de las miles de viviendas dañadas o destruidas? Para encontrar la respuesta, remito al contenido de un importante documento elaborado por el gobierno estatal tras haber determinado el cese de la actividad volcánica del Chichonal, y que de seguro fue presentado al gobierno federal para la obtención de recursos.

El documento se titula “Temática a tratar por el señor gobernador don Juan Sabines respecto a la problemática de la zona afectada por el volcán Chichonal”, fechado el 11 de mayo de 1982.²³ Son cinco

²³ Una copia del documento lo consulté en el Archivo General del Estado de Chiapas (exp. sin clasificar).

los temas los que aborda, de los cuales presento el tercer punto de manera más amplia:

1. Área de ejidos y pequeñas propiedades comprendidas en la zona destruida por el volcán y que debían ser restituidas: 35599 ha de tierras ejidales y 6112 de particulares, para un total de 41 711 ha.
2. Adquisición de tierras, cuyos datos resumidos son: 35599 ha de tierras ejidales y 6112 de particulares, para un total de tierras a restituir de 41 711 ha, con un costo de inversión de 834220000 pesos.
3. Rehabilitación de viviendas afectadas, reconstrucción de poblados y restitución de poblados ejidales.
 - 3.1. Rehabilitación de viviendas afectadas. Programa iniciado con el reparto de 10352 láminas recibidas a través de la SPP del gobierno federal, de las cuales se destinaron 2000 al municipio de Rayón, 4000 al de Tapilula, 2000 al de Ixhuatán y 2352 al de Pichucalco (para el ejido de Tectuapán).²⁴ Además de esta cantidad de láminas ya distribuidas, el documento señala que aún se requerían 109089 láminas de zinc y 23440 de cartón para un total de 9089 viviendas dañadas en 19 municipios y 201 localidades: un total de 133104 láminas de zinc y cartón con un peso aproximado de 1298 toneladas. El cálculo se hizo en razón de 20 láminas por techo caído, cuatro por cada cocina destruida y 20 el número máximo para restituir láminas dañadas en viviendas parcialmente destruidas, excepto las de cartón, que serían resti-

²⁴ Llama la atención el reparto de este material, el cual fue destinado a los municipios poco afectados.

tuidas en su totalidad, pues al retirar las dañadas se destruyen también las no afectadas. Las cantidades manejadas oficialmente respecto de viviendas afectadas nos llevan a esta pregunta: ¿qué cantidades de otros materiales para cimientos y muros se requerían para reparar o edificarlas? Algunas respuestas las encontré en cartas conmovedoras dirigidas al gobernador en turno, Juan Sabines, y al que lo sucedió, el general Absalón Castellanos Domínguez. Tras presentar la temática de este documento, haré mención de ellas, pues me parece que representan el esfuerzo de dos comunidades tratando de superar su tragedia y, para este caso, su falta de vivienda.

- 3.2. Reestructuración de poblados. De acuerdo con el documento, dentro de la zona más afectada se localizaban dos municipios con sus respectivas cabeceras y poblaciones “grandemente afectadas”, pero susceptibles de rehabilitación —no se menciona más el municipio de Francisco León porque éste ya se había declarado “inhabilitado e inhabitable”—:
 - a) Chapultenango, cabecera, riberas y ejidos con 100% de afectación y b) Ostuacán, de igual manera con 100% de afectación. La rehabilitación de ambos se calculó en 29500000 pesos, sólo para la restitución de su infraestructura. Para el caso de Chapultenango, se señaló que sus riberas, ejidos y cabecera carecían de caminos, y que sólo se contaba con una brecha de herradura que no permitía el acceso a ningún tipo de vehículo. Además, el camino que comunicaba a Chapultenango con Pichucalco estaba totalmente obstruido y sin posibilidad de rehabili-

tación, por estar dentro del radio de 10 km 100% destruido.

- 3.3. La restitución de las zonas urbanas y su correspondiente infraestructura se calculó en un costo de 372617000 de pesos, aplicados en: *a)* trazo y calles, 22 750 000; *b)* agua potable, 16 151 000; *c)* electrificación, 11 302 000; *d)* construcción de viviendas, 246 160 000; *e)* escuelas 24 350 000; *f)* casas ejidales, 6 500 000; *g)* plazas cívicas, 13 000 000; *h)* clínicas, 32 500 000. Se observa que el rubro más elevado es el de construcción de vivienda, si bien el documento no especifica ni detalla el requerimiento ni el tipo de materiales.
4. Para la rehabilitación de caminos que comunicaban a las poblaciones entre sí y con el centro del estado se previeron 246 000 0000. Se dice que estos caminos estaban muy afectados por el espesor que alcanzaba la capa de arena volcánica que los cubría.
5. Atención y reubicación de 12165 damnificados que se encontraban en los albergues de Chiapas y Tabasco.

Centrada en el tema de la construcción y reconstrucción de viviendas y edificios públicos civiles y religiosos, vuelvo a los documento señalados párrafos arriba: “Oficio que Primitivo Jiménez, presidente del Comisariado Ejidal El Naranja, municipio de Francisco León, y Víctor Pablo Peñate de Acción C. [Católica] dirigieron el 6 de enero de 1987 al gobernador del estado de Chiapas”:²⁵

La gente de El Naranja, situados en la zona del volcán Chichonal, estamos reviviendo la comunidad por lo que abajo citamos:

²⁵ Para una mejor comprensión y lectura, modifiqué la ortografía del documento original, mas no la redacción ni el contenido.

Aunque el gobierno nos ha proporcionado muchas oportunidades fuera de nuestras tierras, hemos tenido grandes desventajas, entre otras:

1. Estamos perdiendo nuestra unidad.
2. Los jóvenes están adquiriendo muchos vicios.
3. Todo es comprado y hay mucha pobreza.
4. Hay pocas tierras para sembrar y hay pleitos por ella.
5. Las tierras están lejos y hay que ir en lancha.
6. Somos católicos y los adventistas empiezan a dividirnos con su secta.
7. Nuestra vida se está viciando en las ciudades.
8. No producimos y sólo consumimos.

Estamos regresando a nuestros hogares destruidos, queremos sembrar y vivir como campesinos productivos para nuestro estado de Chiapas. No queremos ser problema en las ciudades con nuestra presencia. Solicitamos que venga alguna persona del gobierno y vea la forma en que somos gente productiva, somos campesinos. Por lo pronto necesitamos lámina para reconstruir nuestros hogares y nuestro templo [se le anexa una lista de 30 personas solicitantes de láminas de zinc].

Otra carta dirigida al gobernador, general Absalón Castellanos Domínguez, fechada el 19 de junio de 1986, de la que sólo extraigo la petición de recuperar láminas de zinc, la enviaron los pobladores del extinto Francisco León, quienes habían sido reubicados en el ejido denominado “Juan Sábines Gutiérrez” —nombre dado a ese nuevo asentamiento en honor al anterior gobernador—, en la que solicitan la autorización para retirar las láminas de zinc de las casas que les fueron dadas en el nuevo asentamiento y reutilizarlas en la construcción de sus nuevas viviendas en el extinto Francisco León, a donde estaban retornando. En ese documento queda clara la participación que los propios

pobladores tuvieron primero en la composición de los nuevos poblados y, en segundo lugar, en la reconstrucción de los extinguidos, a donde finalmente decidieron regresar.²⁶ El documento lo suscriben el comisario ejidal de Francisco León, Emilio Álvarez Morales [sic], el secretario, Marcial Altunar Alt. [sic], el tesorero Luis Rey Alvares [sic] Sánchez, el presidente del Consejo de Vigilancia, Pedro Mateo Hernández, y el agente municipal Nicolás Sánchez Cruz:²⁷

[...] ya que nosotros como dueños de las casas queremos desbaratar nuestras casas que nos habían dado al nuestro gobierno de Juan Sabines Gutiérrez, queremos llevar éstas [se refieren a las láminas de zinc] donde estamos en el poblado antes mencionado [al extinto Francisco León] nosotros sufrimos tremendo trabajo cuando se construyó [se refiere al nuevo asentamiento de Juan Sabines] cargamos gravas y arenas y piedras y varillas y trasladamos los cementos a nuestro lomo porque no entraban todavía las máquinas [...] hicimos la construcción de escuelas y clínica e iglesia y casa ejidal y cancha deportiva y para aguas potables [...] todas estas obras que hubo las hicimos, por la misma razón no queremos perder nuestras casas [...] y estamos reclamando [...] llevar nuestras láminas hasta el Ejido viejo [rúbricas y hoja anexa con nombres y firmas de solicitantes].

Anexa a este documento se encuentra una nota manuscrita sin nombre ni firma que dice:

Estas personas fueron reacomodadas por lo del Chichonal, al poco tiempo sin autorización empezaron a

²⁶ Para conocer la forma en que el evento eruptivo repercutió en la etnia zoque, en su dispersión y reacomodo, se recomienda consultar la excelente tesis de doctorado de Marina Alonso Bolaños.

²⁷ Como en el caso del documento anterior, en éste también modifiqué la ortografía y respeté la redacción y el contenido.

regresar a su lugar de origen, esto sucedió hace aproximadamente dos años que se cambiaron sin llevar las láminas de las casas que les hicieron en el Ejido Juan Sabines. Actualmente lo requieren pero no procede.

En el mismo tenor de la anterior, el 17 de febrero de 1987 la secretaria particular del gobernador Absalón Castellanos Domínguez recibió el oficio número 2, firmado por Juan Sánchez Estrada, comisario ejidal, y Nicolás Sánchez Cruz, agente municipal, ambos del poblado de San José Maspac del municipio de Francisco León, solicitando al mandatario la autorización para desbaratar las casas que construyeron en el poblado Juan Sabines Gutiérrez, donde los reacomodaron después de la erupción del Chichonal, y trasladar las láminas de zinc a su poblado de origen y al cual regresaron “a producir de nuevo” y requieren para edificar sus viviendas, escuela e iglesia católica.

Mediante el oficio número 450, les responden en estos términos:

[...] me permito informarles que no es factible esta petición ya que estas casas se erigieron para que se habitaran y se evitara en lo sucesivo problemas de habitación por efectos del volcán. Al abandonar ustedes por cuenta propia dichas casas, hace ya dos o tres años, perdieron el derecho a éstas [firma Romeo Pedrero Yáñez, sin cargo (AGEC, documento y carpeta sin clasificar)].

De acuerdo con la información anterior, lo que podemos observar y afirmar es que tanto por parte de los dos niveles de gobierno —el federal y el estatal— como de los afectados no hubo intenciones ni peticiones para dotar y obtener otros materiales de construcción que no fueran las láminas.

La cuestión anterior nos lleva a plantearnos una segunda pregunta: ¿qué opciones tuvieron las per-

sonas que habían perdido parcial o totalmente sus viviendas? Para responderla, cuento con algunos testimonios orales de los que me he valido para asegurar que la única opción que tuvieron fue recurrir a su ingenio para obtener el material de construcción, así como a los sistemas constructivos utilizados tradicionalmente en la edificación de pequeñas viviendas.

La solución y única opción: el block “zoque”

Hay también una clase de polvo que por su propia naturaleza produce efectos maravillosos. Se le haya en la región de Bayas [...] en las cercanías del Vesubio. Este polvo [...] no sólo consolida toda clase de edificaciones, sino que incluso las obras que se hacen bajo el agua del mar tienen solidez.

MARCO LUCIO VITRUBIO

Como señalé en la parte introductoria, en 2003 me fue obsequiado un *block* en el poblado de Tapalapa, además del fragmento de otro en Chapultenango, ambos elaborados con el material arrojado por el volcán Chichonal en 1982. Este tipo de *block*, al que he llamado “zoque”, fue la única opción que tuvieron los habitantes para recuperar las viviendas que habían sido destruidas de manera parcial o total por los eventos eruptivos, ante la imposibilidad de obtener otros materiales. La iniciativa de su elaboración se desconoce. No encontré ninguna referencia escrita que indique cuál institución o persona dirigió o proporcionó la fórmula o proporciones de los elementos que lo componen. Los testimonios orales apuntan a que nació de la necesidad y el ingenio natural del ser humano para resolver y cubrir sus necesidades más apremiantes.

Dos factores contribuyeron a dicha acción: la primera fue la de carreteras inexistentes y caminos totalmente obstruidos por gruesas capas de material volcánico que impedía el tránsito de vehículos, y la



Figura 7. *Block* elaborado con material volcánico procedente de Tapalapa, Chiapas. Fotografía de Virginia Guzmán Monroy.

segunda, la nula intención del gobierno federal y estatal de proporcionar materiales de construcción que no fueran láminas de zinc o de cartón. Así, con cientos de viviendas destruidas y semidestruídas y las condiciones de desastre en que quedó una enorme región, con la flora y fauna desaparecidas, sin forma de obtener palma de chichón, bajareque, madera y buena tierra, los zoques sólo contaron con sus manos y lo que la zona les proporcionó en grandes cantidades: material volcánico —ceniza, piedra y arena—. Así nació el *block* “zoque” (figura 7).

Los testimonios

De documentos oficiales obtuve frases cortas que me ayudaron a deducir que los pobladores usaron material volcánico para elaborar los *blocks* con que construyeron y reconstruyeron sus viviendas. De éstos, el diagnóstico del municipio de Francisco León, elaborado por FORIAM en 1984, señaló que las familias que volvieron a repoblar el municipio recibieron “[...] láminas de cartón proporcionadas por el INI y fuera de eso se han utilizado materiales encontrados en el terreno”.

En un texto publicado en 1982 por Raúl Hurtado Martínez, habitante de Pichucalco y quien fue testigo de los hechos, se señala que “[...] la arena volcánica sirve para hacer mezclas para las construcciones, según lo afirman los Ingenieros-Arquitectos de fama

reconocida, aunque los maestros albañiles y choferes de carros de volteo lo nieguen". En otra parte del texto, el autor afirma haber platicado con albañiles y constructores respecto del tema, y a su pregunta sobre si "¿es buena la arena [volcánica] para hacer mezcla?", la respuesta que obtuvo fue que "sí y agarra bien en los repellos y banquetas perfectamente bien consistente; pero para colado de lozas de casas de concreto todavía no se hace la prueba". Hurtado finaliza:

Bueno, de lo perdido algo que se recoja ya es utilidad y lo digo porque del material volcánico ya se le está sacando beneficio como: la utilización de la arena en la construcción; la fabricación de lana mineral para colchonetas y aislantes y fertilizante mineral para las tierras.

Lo anterior deja claro que el material volcánico se estaba utilizando en las tareas de rehabilitación, aunque ningún documento oficial dejó testimonio de ello.

En 2003, cuando recorrí una gran parte de la región zoque en el norte del estado de Chiapas, tuve mi primer contacto con los pobladores de algunas de las comunidades más afectadas por la erupción del Chichonal, y además del *block* de Tapalapa y el fragmento de Chapultenango obtuve valiosos testimonios de personas que recordaban los eventos y me afirmaron que la edificación de sus viviendas la hicieron con *blocks* que ellos mismos elaboraron con la ceniza, arena y pequeñas piedras volcánicas arrojadas por el volcán. De mi visita a Tapalapa, rescato de mi cuaderno de notas la siguiente información:

Tapalapa es el nombre náhuatl que significa "tierra de color rojo" y parece estar relacionado con la producción de la grana cochinilla [...] su traza es de damero, con grandes manzanas y calles alineadas, cuentan con luz eléctrica y agua potable entubada. Los materiales constructivos tradicionales: bajareque, adobe, paja y palma de chichón han sido sustituidos por *blocks* elaborados aprovechando los materiales arroja-

dos por el volcán Chichonal el año de 1982 y láminas de zinc para las techumbres (figura 8).

Este mismo caso es aplicable a Chapultenango y a todos aquellos poblados afectados por el evento eruptivo.

Testigo y actor de los hechos es el arquitecto Vicente Guerrero Juárez, con quien platiqué sobre su participación en los eventos de 1982 y a quien agradezco la información proporcionada.²⁸ En 1982, el arquitecto Guerrero ocupaba el cargo de jefe de Mejoramiento Urbano y de Vivienda en la SAHOP Chiapas. Tras el evento eruptivo del 28 de marzo, fue designado para realizar la evaluación de los daños en el ámbito urbano y cuantificar los costos de la rehabilitación. De igual manera formó parte del comité de políticas a seguir. Fue asignado al municipio de Chapultenango, a donde se dirigió días después de la primera erupción.

Mientras estaba en la ribera del volcán Chichonal,²⁹ y ante el inminente riesgo de nuevos eventos eruptivos, se trasladó a Chapultenango donde vivió las erupciones del 3 y 4 de abril. Recuerda la caída de piedras de gran tamaño, de arena, ceniza y piedra pómez. Pasado el evento, participó en el programa de reconstrucción de ese municipio, el segundo más dañado, y afirma que por parte de las autoridades federales lo único que recibieron fueron láminas de zinc para techar las viviendas y el conjunto conventual. De otros materiales refiere que llegó cemento en "poca cantidad", dada la dificultad que había para que entraran vehículos que los transportaran, un dato que ya señalamos y que se confirma con la información conservada en la documentación oficial y en los relatos de la época.

²⁸ Entrevista realizada en el Centro Cultural Jaime Sabines de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez el 8 de junio de 2016.

²⁹ Las "riberas" son pequeños núcleos de población integrados por un corto número de casas que tienen como autoridad a un agente municipal. Las "colonias" son ejidos formados por un mayor número de habitantes y cuentan con un comisario ejidal que los representa en el municipio.



Figura 8. Viviendas edificadas con *block* "zoque" en Tapalapa. Fotografía recuperada de: <<https://www.google.com.mx/intl/es/earth>>.

A mi pregunta específica sobre la elaboración de los *blocks* hechos con material volcánico usado en la edificación y reedificación de las viviendas, edificios públicos e infraestructura urbana, señaló que, en efecto, la gente, de *motu proprio* y sin ninguna dirección de carácter técnico, los elaboró, y que esto fue a base de pruebas de acierto y error, y que ante la escasez de cemento, el poco que recibieron fue utilizado en proporciones menores en la composición de los bloques mencionados. Así, recuerda que las proporciones fueron de sólo 4% de cemento, arena y ceniza volcánica, y un poco de agua. Finalmente, la elaboración de estos bloques los adjudica a la experiencia constructiva tradicional de los pobladores para la autoconstrucción (figura 9).

En cuanto a la composición del fragmento de *block* que me fue obsequiado en Chapultenango en 2003, fue sometido a un análisis petrográfico por el geólogo Jaime Torres Trejo y la bióloga Ana Laura Avelar Carmona, ambos del Laboratorio de Geología de la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía del INAH, a quienes agradezco profundamente su colaboración. De igual manera, a la restauradora Sara Fernández Mendiola, por haber sido la intermediaria para llevar a cabo dicho estudio.

El análisis de la muestra se realizó en un microscopio petrográfico polarizante que permitió identificar el contenido litológico-mineralógico; además se



Figura 9. Vivienda edificada en Chapultenango con bloques de material volcánico. Fotografía recuperada de: <<https://www.google.com.mx/intl/es/earth>>.

hizo un estudio megascópico con un microscopio estereoscópico, el cual permitió determinar las características de los agregados. Paralelamente a estos exámenes, buscaron información geológica de la región de origen, es decir de Chapultenango, a modo de evaluar si esos agregados y el cementante encantados derivaban de rocas de esa zona. Éste fue el resultado:

Con base en la composición de los agregados del tabique, concluimos que éstos derivan mayoritariamente de rocas ígneas extrusivas [...] el cementante calcáreo está formado por calcita, la cual se produce por la calcinación de calizas. Según el INEGI (1999), las tobas afloran al noroeste de Chapultenango y las calizas son abundantes en la región [...] Datos que permiten sugerir que el tabique sea de manufactura local.³⁰

| 247

El patrimonio religioso edificado

Los actores de esta historia son la orden de frailes dominicos, encargados de evangelizar a la etnia zoque y de edificar los conjuntos conventuales, y el volcán Chichonal, que en 1982 destruyó o semidestruyó dichas edificaciones, la mayoría construidas en el siglo XVI, como se verá. El objetivo de esta par-

³⁰ Jaime Torres Trejo y Ana L. Avelar Carmona, *Análisis petrográfico de un tabique procedente de Chapultenango, Chiapas, México*, Laboratorio de Geología-ENCRYM-INAH, México, 2016.

te del trabajo es contribuir al conocimiento del devenir histórico del patrimonio cultural edificado en la región zoque chiapaneca y la forma como aquel evento natural lo impactó.

El inicio de la historia. La llegada de los predicadores

Tras un largo y accidentado viaje iniciado en el puerto de San Lúcar de Barrameda, España, el 12 de enero de 1544, el fraile dominico Bartolomé de las Casas, recién consagrado obispo de Chiapas, arribó a esas tierras acompañado de 25 hermanos de su orden:³¹ Tomás Casillas (vicario del grupo), Tomás de la Torre, Domingo de Vico, Tomás de San Juan, Pedro Calvo, Alonso de Portillo, Cristóbal Pardavé, Luis de Cuenca, Alonso Villalva, Domingo Azcona, Rodrigo Ladrada (amigo de fray Bartolomé y su compañero desde las misiones de Cumaná, Nicaragua y Verapaz), Diego Calderón, Pedro de la Cruz, Jorge León, Juan Cabrera, Francisco Quesada, Diego Hernández, Domingo de Ara, Pedro Mártir, Vicente Núñez, Juan Guerrero, Juan Díaz, Pedro Rubio, Jordán de Piamonte y Domingo de Medinilla.³² Para llegar a la sede de su obispado en Ciudad Real —la actual San Cristóbal de las Casas—, única población de españoles y sede de los poderes civiles y religiosos, hicieron un segundo viaje, no menos penoso, atravesando territorio zoque.

La primera referencia dominica sobre el contacto del grupo inicial de evangelizadores llegados con fray Bartolomé de las Casas a tierras chiapanecas proviene del diario de viaje escrito por fray Tomás de la To-

rré entre 1544 y 1545, quien formó parte de ese grupo desde su salida del convento de San Esteban de Salamanca hasta su llegada a Ciudad Real de Chiapa. Él señala que, una vez en tierra firme, se dividieron nuevamente en varios grupos, siguiendo cada uno rutas diferentes. Finalmente todos se reunieron en el pueblo zoque de Ixtapangajoyá, al pie del Macizo Central de Chiapas, para continuar su viaje por el camino de los zoques. Ése fue su primer contacto con la etnia que nos ocupa, de la cual recibieron alimentos, servicio de carga y de transporte por las numerosas rutas que atraviesan la parte norte de su provincia.³³

El 12 de marzo de 1545, el obispo Las Casas y su grupo de evangelizadores entraron a Ciudad Real de Chiapa, sede del nuevo obispado. El inevitable enfrentamiento que se dio entre el obispo y los colonos españoles por la aplicación de las Leyes Nuevas, expedidas por el rey Carlos V en 1542, obligó al grupo de dominicos y al propio obispo a salir de Ciudad Real. Amenazado de muerte por los dueños de esclavos y encomenderos, Las Casas y su grupo se refugiaron en la villa de Gracias a Dios, Honduras, y él abandonó en definitiva su obispado a principios de 1546.

En 1547 los dominicos mejoraron sus relaciones con los colonos de Ciudad Real y regresan a la villa a fundar su primer convento. A partir de esa fecha su vicario general, fray Tomás Casillas, organizó a su grupo de misioneros para dar inicio formal a la evangelización.

Un año después de haber llegado a Chiapas, los frailes que acompañaban al obispo Las Casas iniciaron su expansión misional hacia el territorio zoque. De acuerdo con los datos que proporciona el cronista dominico fray Antonio de Remesal, fueron los frailes Tomás Casillas y Alonso de Noreña los primeros que, en 1546, visitaron más de 60 comunidades

³¹ Habrá que recordar que el grupo que salió de España acompañando al obispo Las Casas fue de 42 religiosos, de los cuales ocho se quedaron en las fundaciones antillanas y nueve perecieron ahogados en el naufragio en las costas de Campeche, por lo que a Chiapas llegaron los 25 señalados.

³² Esteban Arroyo, O.P., *Los misioneros dominicos de Chiapas, entre lobos y corderos*, México, Instituto Dominicano de Investigaciones Históricas, Provincia de Santiago de México, 1997, pp. 48-49.

³³ Tomás de la Torre, O.P., *Diario de viaje. De Salamanca a Ciudad Real de Chiapa. 1544-1545*, España, OPE, 1985, pp. 147-160.

zoques, y al parecer en una segunda realizada por el propio Casillas, acompañado de fray Alonso de Villalba, de la que sólo se refiere que fue durante el mes de agosto.³⁴

Pese a no contar con información precisa sobre las diferentes rutas fundacionales seguidas por los evangelizadores, cabe suponer que debieron de basarse en los antiguos caminos prehispánicos utilizados para el comercio y el transporte, los cuales comunicaban y enlazaban a los señoríos y comunidades zoques asentados en la depresión central, la sierra y la vertiente del Golfo, incluyendo a los pueblos zoques asentados en los actuales estados de Tabasco y Oaxaca.³⁵

La expansión dominica en territorio zoque se dio a partir del pueblo de Tecpatán, siguiendo las rutas hacia Tabasco. Los dominicos determinaron el rango de establecimiento —priorato, vicaría y visita— de acuerdo con el número de habitantes, recursos económicos del lugar y perspectivas de desarrollo. De esta manera, en los sitios principales establecieron las vicarías, que posteriormente se convertirían en prioratos o conventos formales, los cuales quedaban unidos entre sí a través de una línea de doctrinas o visitas, algunas de las cuales, con el tiempo, podían adquirir el rango de vicaría o bien de cabecera parroquial.

Es posible que la geografía de la región zoque y sus escasos recursos para el establecimiento de grandes haciendas fueran un factor determinante para que los dominicos sólo contaran con un convento formal, el de Santo Domingo de Tecpatán.

Tecpatán había sido cabecera de señorío prehispánico, paso obligado hacia Quechula, el puerto fluvial

más importante de la provincia zoque y donde los dominicos construyeron un magnífico conjunto arquitectónico, hoy bajo las aguas de la presa Malpaso; ubicado dentro del camino real que conducía a Guatemala, se comunicaba a través de éste con los pueblos de Copainalá, Chicoasén, Osumacinta y Tuxtla.

En el llamado “camino de los zoques”, seguido por los dominicos a su llegada a tierras chiapanecas, estaba Comistahuacán, al que los frailes añadieron el nombre de San Bartolomé —actualmente Rayón—. Siguiendo esta ruta, pero tomando un camino secundario, de seguro pasaron a Chapultenango y Coalpitán —Francisco León, sepultado en 1982 bajo las cenizas del volcán Chichonal—, en tanto que de Comistahuacán —Rayón—, por otros caminos secundarios llegaron a Ocoatepec, Pantepec y Tapalapa. Es indudable que la ruta fundacional dominica se basó en la red de caminos terrestres y fluviales usadas por los zoques como vías de comunicación y comercio.³⁶

Los dominicos se encargaron de elegir el sitio para la fundación de nuevos establecimientos, o bien reorganizaron a los ya existentes; dieron a los poblados las tierras —fundo legal—; distribuyeron solares entre sus habitantes; designaron a los santos patronos, cuyos nombres antecedieron a los topónimos indígenas; dividieron a la población —de acuerdo con el tamaño— en parcialidades —barrios o calpules—, que a su vez tuvieron un santo patrono; nombraron autoridades civiles que tuvieron a su cargo el cobro de tributo y la obligación de vigilar la asistencia de los habitantes a la doctrina y a las ceremonias y ritos católicos.

La imposición de un santo patrono para el pueblo y de un santo tutelar para cada calpul se convirtió en el factor de unidad e identidad entre los habitantes del pueblo en general y el calpul en particular. Las festividades en honor a sus santos fue-

³⁴ Antonio de Remesal, O.P., *Historia de las Indias Occidentales y particularmente de la gobernación de Chiapa y Guatemala*, México, Porrúa, 1988, t. II, pp. 95 y 107.

³⁵ Juan Pedro Viqueira, *Encrucijadas chiapanecas. Economía, religión e identidades*, México, El Colegio de México, 2002, pp. 125-134.

³⁶ Jan de Vos, *Vivir en Frontera. La experiencia de los indios de Chiapas*, México, CIESAS/INI, 1994, p. 204.

ron —y continúan siendo— los acontecimientos sociales de mayor relevancia para la población. En la región zoque, los dominicos administraron desde su convento de Tecpatán 26 pueblos, por lo que fueron, de las fundaciones chiapanecas, la que más pueblos tuvo a su cargo. Las doctrinas dominicas de la provincia de los zoques fueron secularizadas a partir de 1754 y abandonadas por completo en 1859, con la aplicación de las Leyes de Reforma.

Para efecto del presente trabajo, trataré brevemente la historia de los sitios fundados por los dominicos que resultaron afectados por la erupción de 1982.

Las localidades afectadas y su patrimonio edificado

Escuetos listados en documentos de trabajo elaborados por instancias estatales, testimonios orales, algunas fotografías publicadas en periódicos y textos aislados como el del periodista de Pichucalco, ya mencionado, es la información que logré recabar respecto al tema de afectación del patrimonio religioso edificado en la zona siniestrada. En tanto que, con base en los textos dejados por los cronistas dominicos, podemos conocer los nombres de las fundaciones hechas en la región étnica zoque y cuáles de ellas se localizan en el área afectada por la erupción del Chichonal en aquel año.

Aunque no contamos con información precisa sobre el grado de daño sufrido en cada una de las edificaciones, podemos deducirlo con base en la distancia que cada una de esas localidades tiene al volcán, así como en el informe proporcionado por el Ejército mexicano respecto del tamaño de las piedras que cayeron según esa distancia. Otro factor a tomar en cuenta es que en la mayoría de los sitios afectados, el templo y algunas otras edificaciones públicas eran las únicas edificadas con mampostería, de ahí que, salvo el conjunto conventual dominico de Francisco León, que resultó en pérdida total,

(ANEXO DE CUADRO No. 4)

CRITERIOS APLICADOS:

CHAPULTENANGO	1	Escuela Primaria	2 500 000
	1	Clinica	2 500 000
	1	Aeropista	500 000
	300	Viviendas	3 000 000
	1	Iglesia	1 000 000
			<u>9 500 000</u>
BALTIERRA	2	Escuelas Primarias	500 000
		Viviendas	1 000 000
			<u>1 500 000</u>
NANCHITAL	1	Escuela Primaria	250 000
	100	Viviendas	400 000
			<u>650 000</u>
RIO NEGRO	1	Escuela Primaria	2 500 000
	200	Viviendas	2 000 000
	1	Iglesia	500 000
			<u>5 000 000</u>
OSTUACAN	1	Escuela Primaria	2 500 000
	1	Escuela Sec.	2 500 000
	1	Clinica	2 500 000
	1	Aeropista	3 850 000
	1	Iglesia	1 000 000
			<u>12 850 000</u>

Figura 10. Ejemplo de listado que indica las localidades afectadas y los sitios a realizar obras. Fuente: AHEC, sin clasificar.

los demás templos pudieron someterse a obras de reconstrucción; la mayor parte requirió la reposición de cubiertas con láminas de zinc (figura 10).³⁷

Respecto de las obras de reparación en las edificaciones afectadas por la erupción, cuento con la información proporcionada por habitantes de algunas de las localidades y de personajes que participaron directamente en la organización y ejecución de las mismas. La mayoría concuerda en que, ante la imposibilidad de que el gobierno federal y estatal proporcionara materiales para la reconstrucción de viviendas, edificios públicos e infraestructura urbana por el impedimento que presentaban las carreteras totalmente obstruidas o destruidas por los eventos eruptivos, la población se vio forzada a echar mano de lo único que el volcán les había dejado: ceniza, piedra y arena. A decir de los entrevistados y de la información plasmada en informes

³⁷ “Temática a tratar por el señor Gobernador Don Juan Sabines Gutiérrez respecto a la problemática de la zona afectada por el volcán Chichonal. 11 de mayo de 1982”, mecanoscrito que se conserva en el Archivo Histórico del Estado de Chiapas (AHEC), p. 1.

oficiales, el gobierno federal, a través del estatal, proporcionó varios miles de láminas de zinc y de cartón, con los cuales se techaron edificios y viviendas; para la edificación o reconstrucción de muros se elaboraron bloques de material volcánico, los cuales se observan hasta la fecha. Lo anterior resultó en acciones inéditas en la historia de los materiales y los sistemas constructivos de nuestro país.³⁸

Los 15 ejidos que sufrieron daños severos, que van desde la semidestrucción hasta la destrucción total, fueron Francisco León (Coalpitán), Chapultenango, Vicente Guerrero, El Naranjo, Carmen Tonapac, Esquipulas Guayabal, Guadalupe Victoria, Colonia Volcán Chichonal, Ribera Volcán Chichonal, San Antonio Acambac, Ostucacán, Xochimilco, Lindavista, Nicapa, Sunuapa, Ribera Candelaria y El Cuyo.³⁹

Como quedó señalado líneas arriba, el grado de afectación se midió con base en la cercanía con el volcán. Los sitios mencionados se encuentran en un radio de 10 km del cráter. De éstos, reconocemos a la mayoría de ellos como doctrinas dominicas fundadas en el siglo XVI, mencionadas en diversos documentos que se conservan en el Archivo Histórico Diocesano de San Cristóbal de las Casas, algunos correspondientes a visitas pastorales hechas por los obispos o bien en correspondencia de párrocos, frailes o visitantes, según el caso. Podemos afirmar así que cada uno de esos sitios contaba con su templo católico.

Patrimonio perdido

Sin duda alguna, la pérdida más lamentable e irreparable fue la del conjunto conventual de la cabecera municipal de Francisco León, el cual quedó

³⁸ Este tema lo abordé en una ponencia titulada "La erupción del volcán Chichonal en 1982. De la destrucción a una nueva experiencia de reconstrucción", presentada en el Segundo Coloquio Internacional de Historia de la Construcción en México, realizado en la ciudad de Mérida, Yucatán, en 2016.

³⁹ "Temática a tratar...", *op. cit.*, p. 1.



Figura 11. Francisco León (Santa María Magdalena Coalpitán) antes de la erupción. Se aprecia el conjunto arquitectónico dominico. Fotografía del AHEC.

sepultado bajo toneladas de material volcánico, al localizarse a sólo 5 km del volcán. Santa María Magdalena Coalpitán,⁴⁰ como la llamaron los frailes dominicos al refundarla bajo criterios urbanísticos europeos, fue antes de la llegada de los religiosos un importante cacicazgo identificado con el nombre zoque de Guate-Way.⁴¹ Formó parte de la red de fundaciones dominicas hechas hacia 1550 en aquella región, administradas desde el convento de Santo Domingo de Tecpatán: Quechula, Copainalá, Chicoasentepec, Osumacinta, Coapilla, Ocoatepec, Tapalapa, Pantepec, Jilotepec, Jitoltepec, Ostucacán, Coalpitán, Cuscahuacán, Nicapa, Solosuchiapa, Ixhutatán, Chapultenango, Ixtapangajoya y Solistahuacán. Para 1612 también tenía a su cargo los pueblos de Tapilula, Sayula, Ixtacomitán, Sunuapa, Comistahuacán y Comeapa.⁴² Posteriormente, María Magdalena Coalpitán tuvo el rango de curato y después de parroquia, hasta el año de la erupción (figura 11).

⁴⁰ El 13 de febrero de 1934, el gobernador Vitórico Grajales cambió el nombre por el de Francisco León en honor a un ex mandatario de origen oaxaqueño que gobernó el estado de Chiapas de 1896 a 1899.

⁴¹ Alonso Villa Rojas *et al.*, *Los zoques de Chiapas*, México, INI/Conaculta, 1990, p. 49.

⁴² A. de Remesal, O.P., *op. cit.*, p. 95.



Figura 12. Francisco León después de la erupción del 28 de marzo de 1982. En la imagen se observan los daños causados en el conjunto conventual dominico en la primera erupción. Fotografía del AHEC, exp. de Francisco León, AH/F/82/03.



Figura 13. El conjunto conventual de Francisco León tras la tercera erupción del 4 de abril de 1982. Fotografía del AHEC, exp. de Francisco León, AH/F/82/03.

Después del evento eruptivo, el municipio de Francisco León fue declarado inhabilitado. Los sobrevivientes fueron reubicados en otras localidades, o bien se les otorgaron tierras para la fundación de nuevas poblaciones, aunque no en todos los casos dentro de su misma región étnica. Fue el caso de Nuevo Francisco León, cuyos pobladores se reubicaron en tierras pertenecientes al municipio de Ocosingo. Éste es pues el caso en que el patrimonio cultural edificado por los dominicos en el siglo XVI se perdió en su totalidad, quedando como testimonio de su existencia escasas fotografías, como las que se muestran en las figuras 12 y 13.

Perteneciente al municipio de Francisco León, y dentro de los límites de mayor afectación, estaba el pequeño poblado de El Naranjo. Del templo de esta localidad se conserva una fotografía publicada por un diario local. Desconozco el nombre que la población llevó en la época colonial, aunque, según datos obtenidos en diversas fuentes, debió ser una doctrina administrada por la parroquia de Coalpitán. Como se observa en la figura 14, el templo sufrió la pérdida de su cubierta, para cuya reposición los habitantes solicitaron al gobierno estatal la dotación de láminas de zinc: “La gente de El Naranjo, situados en la zona del

volcán Chichonal, estamos reviviendo la comunidad, por lo pronto necesitamos lámina para reconstruir nuestros hogares y nuestro templo”.⁴³

En cuanto al tratamiento y la reparación de muros, con base en los testimonios orales es posible afirmar que debieron emplearse mezclas a base de material volcánico.

En ese mismo municipio de Francisco León se encontraba la ribera Candelaria. Un sobreviviente narra cómo las personas que no salieron de su poblado después del primer evento se refugiaron en el templo, y relata que con la segunda erupción “[...] el techo de la iglesia no aguantó el peso de la arena [y] la gente quedó aplastada dentro”.

Este mismo personaje señala cómo, al regresar pasadas las erupciones, encontraron todo destruido, y del templo sólo quedaba “[...] la torre y un tubo de fierro que sujetaba la campana [...] y la escultura de la Virgen de la Candelaria”,⁴⁴ la cual fue

⁴³ “Oficio que dirige Primitivo Jiménez, presidente del Comisariado Ejidal El Naranjo, al gobernador de Chiapas Absalón Castellanos Domínguez, fechado el 6 de enero de 1987”, AHEC, exp. sin clasificación.

⁴⁴ Testimonio de Alfonso Esteban Álvarez, publicado por L. Reyes Gómez, *op. cit.*, pp.106-108.



Figura 14. Templo de El Naranjo afectado en la erupción de 1982. Fotografía recuperada de: <www.viewphotos.org>.

trasladada al nuevo asentamiento donde se reubicó a los sobrevivientes de ese poblado.

Patrimonio recuperado

El segundo municipio más afectado fue el de Chapultenango, localizado a 13 km del volcán. En su cabecera, los dominicos edificaron un magnífico templo y conjunto conventual (figura 15). Fue doctrina dependiente del convento de Santo Domingo de Tecpatán. En el siglo XVIII había sido secularizado. En calidad de parroquia administró los pueblos de Ixtacomitán, Nicapa y Sunuapa. El 30 de octubre de 1956, la Comisión de Monumentos Históricos declaró monumento histórico al templo, atrio y anexos.⁴⁵

⁴⁵ Expediente del Archivo Histórico de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos (AHCNMH) del INAH.



Figura 15. Templo y convento dominico de Chapultenango antes de las erupciones de 1982. Fotografía del AHEC.

Por una carta del subinspector honorario de Chapultenango, Youcundo Coutiño, dirigida al director de Monumentos Artísticos e Históricos de la Secretaría de Bienes Nacionales,⁴⁶ se sabe que en 1929 el templo dominico se encontraba techado —una parte con lámina de zinc y otra con palma de chichón—, y que años después la porción de palma sería sustituida por lámina, en tanto que el resto de la edificación conventual se techaría igualmente con láminas de zinc. Sin embargo, cabe suponer que originalmente el conjunto entero debió de contar con sus clásicas cubiertas de armadura de madera. El presbiterio aún conserva una magnífica bóveda de crucería.

Los eventos eruptivos de 1982 provocaron la pérdida total de cubiertas y causaron daños graves en la mayor parte de los muros de todo el conjunto arquitectónico (figuras 16, 17 y 18). Para su recuperación, el gobierno federal, a través de la SAHOP Chiapas, destinó un millón de pesos.⁴⁷

⁴⁶ El documento que contiene la descripción completa de buena parte del conjunto conventual se localiza en el expediente de Chapultenango, conservado en el AHCNMH, publicado íntegramente por Elsa Hernández Pons en su monografía *El convento dominico de Chapultenango, Chiapas*, Tuxtla Gutiérrez, Gobierno del Estado de Chiapas, 1994, pp. 34-38.

⁴⁷ "Temática a tratar...", *op. cit.*



Figura 16. El poblado de Chapultenango después de las erupciones de marzo y abril de 1982. Fotografía del AHEC.



Figura 17. Conjunto conventual de Chapultenango después de la erupción del 28 de marzo de 1982. Fotografía del periódico *Número Uno* de Tuxtla Gutiérrez, publicada el 24 de junio de 1982, p. 19.



Figura 18. Claustro del convento de Chapultenango después de las erupciones del 3 y 4 de abril de 1982. Fotografía tomada de Félix Báez-Jorge *et al.*, *Cuando ardió el cielo y se quemó la tierra*, México, INI, 1985. Las fotografías fueron publicadas por E. Hernández Pons en *op. cit.*, p. 53.

Las obras estuvieron a cargo del arquitecto Vicente Guerrero Juárez, entonces jefe de Mejoramiento Urbano y de Vivienda de la SAHOP Chiapas.⁴⁸ Fue asignado al municipio de Chapultenango para ejecutar las obras contenidas en el programa de reconstrucción de ese municipio, elaborado por la SAHOP, entre las que se encontraban las del conjunto arquitectónico dominico. El arquitecto Guerrero señaló que para tales obras sólo recibió láminas de zinc, que destinó a reponer las cubiertas de todo el conjunto conventual, y ante la falta de otros materiales utilizó materiales volcánicos para la reparación de los muros.

Aunque no se conservan datos precisos de la recuperación de los templos dañados, podemos deducir, por los documentos consultados en el AHEC, que fueron reparados en su totalidad, ya que los daños se limitaron a la pérdida de las cubiertas y daños en los muros perimetrales (figuras 19, 20 y 21). El hecho de que todos fueron edificados con mamposterías favoreció que las estructuras no sufrieran daños severos.

Otro factor que determinó la suerte de cada una de las edificaciones fue la distancia que tenían del volcán. De los 30 templos registrados como dañados, desconocemos cuáles sufrieron la misma suerte que el de Francisco León, Ribera Volcán Chichonal, El Guayabal y La Candelaria, los cuales, por ubicarse en la falda del volcán, a escasos 10 km del cráter, quedaron sepultados, en tanto que la falta de información precisa y registros fotográficos de la época, así como la dificultad para realizar trabajo de campo en aquella región, nos obligan a sólo suponer lo que ocurrió con el resto de ellos (figura 22).

Trabajos arqueológicos como los que fueron realizados por el Centro INAH Chiapas para la restau-

⁴⁸ Entrevista realizada al arquitecto Vicente Guerrero Juárez en el Centro Cultural Jaime Sabines de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, el 8 de junio de 2016.



Figuras 19, 20 y 21. El conjunto conventual después de las obras de recuperación llevadas a cabo tras las erupciones de 1982. Fotografías localizadas en el expediente de la Sección de Monumentos Históricos del Centro INAH Chiapas.

ración del conjunto conventual dominico de Pantepec en 2001 dieron a conocer, por ejemplo, que en el llamado “patio hundido”, aledaño al templo, se encontraron rellenos de más de dos metros, los cuales contenían “[...] basura, tierra y ceniza del Chichonal que los habitantes del lugar iban depositando aquí después de limpiar los techos de sus casas y patios”.⁴⁹

⁴⁹ Víctor Manuel Ortiz V. y Luis Fernando Marcial Corzo, “Templo y convento dominico de la Virgen de la Asunción, Pantepec, Municipio de Pantepec, Estado de Chiapas”, inédito, Centro INAH Chiapas, 2001.



Figura 22. Templo de Nicapa, que fue doctrina del convento dominico de Chapultenango, dañado por las erupciones de 1982. Fotografía del periódico *La Voz del Sureste*, publicada el 24 de junio de 1982, p. 19.

Conclusiones

Dejo abierta una línea de investigación respecto a la forma en que se fabricó el *block* “zoque”, el lugar donde se inició su elaboración y la manera como se extendió a los poblados afectados, tanto en manufactura como en uso y, en su caso, en su comercialización a pequeña escala. Para efecto de seguimiento, queda pendiente constatar, a 36 años del evento eruptivo, la permanencia de las edificaciones, probando de esta manera la eficiencia del *block*.

De acuerdo con los pronósticos de rehabilitación de la región impactada, hasta la fecha, la recuperación de la flora, fauna, tierras y sistemas hidrológicos debe ser de 100%, de manera que de aquel trágico evento natural quedan como testigos los numerosos poblados renacidos de la parcial o total destrucción, gracias al ingenio y al deseo de supervivencia de la etnia zoque chiapaneca, la cual supo echar mano de lo que la naturaleza le dejó en abundancia: piedra, ceniza y arena volcánica.

El padrón de Alonso de Ávila Alvarado
de 1567 y el templo de Huitzilopochtli

| GABRIELA SÁNCHEZ REYES

La imagen de la norma en la Plaza
de Santo Domingo del siglo XVIII

| PEDRO PAZ ARELLANO

Proyecto de reparación en la capilla
del Sagrario anexa a la Colegiata
de Guadalupe, 1878-1879

| MARCELA SALDAÑA SOLÍS

Los frontones de pelota vasca
en la Ciudad de México: siglo XIX
y primeras décadas del XX

| LEOPOLDO RODRÍGUEZ MORALES

La ruta de *company towns* en la península
de Baja California: trazados urbanos
y patrimonio industrial, siglos XIX y XX

| ENRIQUE ESTEBAN GÓMEZ CAVAZOS

TERCERA ÉPOCA, NÚM. 41, SEPTIEMBRE-DICIEMBRE DE 2017

Boletín de
**MONUMENTOS
HISTÓRICOS**
41



1. La Coordinación Nacional de Monumentos Históricos del INAH, a través de la Subdirección de Investigación, invita a todos los investigadores en antropología, historia, arquitectura y ciencias afines a colaborar en el *Boletín de Monumentos Históricos*, tercera época, con el resultado de investigaciones recientes que contribuyan al conocimiento, preservación, conservación, restauración y difusión de los monumentos históricos, muebles e inmuebles de interés para el país, así como con noticias, reseñas bibliográficas, documentos inéditos, avances de proyectos, decretos, declaratorias de zonas y monumentos históricos.
 2. El autor deberá entregar su colaboración en original impreso, con su respectivo respaldo en disco compacto (CD), USB o vía correo electrónico con su nombre, título de la colaboración y programa de captura utilizado. Deberá incluir un resumen no mayor de 10 renglones, un *abstract*, así como cinco palabras clave y *keywords*, que no sean más de tres de las que contiene el título del artículo.
 3. El paquete de entrega deberá incluir una hoja en la que se indiquen: nombre del autor, dirección, número telefónico, celular y correo electrónico, institución en la que labora, horarios en que se le pueda localizar e información adicional que considere pertinente.
 4. Las colaboraciones no deberán exceder de 40 cuartillas, incluyendo ilustraciones, fotos, figuras, cuadros, notas y anexos (1 cuartilla = 1 800 caracteres; 40 cuartillas = 72 000 caracteres). El texto deberá presentarse en forma pulcra, en hojas *bond* carta y en archivo Word (plataforma PC o Macintosh), a 12 puntos y a 10 las citas, en altas y bajas (mayúsculas y minúsculas), a espacio y medio. Las citas que rebasen las cinco líneas de texto, irán a bando (sangradas) y en tipo menor, sin comillas iniciales ni terminales.
 5. Los documentos presentados como apéndice deberán ser inéditos, y queda a criterio del autor modernizar la ortografía de los mismos, lo que deberá aclarar con nota al pie.

a) nombre y apellidos del autor; *b)* título de la obra en letras cursivas; *c)* tomo y volumen; *d)* lugar de edición; *e)* nombre de la editorial; *f)* año de la edición; *g)* página(s) citada(s).
 8. Las citas de artículos de publicaciones periódicas deberán contener:

a) nombre y apellidos del autor; *b)* título del artículo entrecomillado; *c)* nombre de la publicación en letras cursivas; *d)* número y volumen; *e)* lugar de edición; *f)* fecha y página(s) citada(s).
 9. En el caso de artículos publicados en libros, deberán citarse de la siguiente manera:

a) nombre y apellidos del autor; *b)* título del artículo entrecomillado; *c)* título del libro en letras cursivas, anteponiendo la preposición "en"; *d)* tomo y volumen; *e)* lugar de edición; *f)* editorial; *g)* año de la edición; *h)* página(s) citada(s).
 10. En el caso de archivos, deberán citarse de la siguiente manera:

a) nombre completo del archivo y, entre paréntesis, las siglas que se utilizarán en adelante; *b)* ramo, nombre del notario u otro que indique la clasificación del documento; *c)* legajo, caja o volumen; *d)* expediente; *e)* fojas.
 11. Las locuciones latinas se usarán en cursivas, del siguiente modo:

op. cit. = obra citada; *ibidem* = misma obra, diferente página; *idem* = misma obra, misma página; *cfr.* = compárese; *et al.* = y otros.

Las abreviaturas se utilizarán de la siguiente manera: p. o pp. = página o páginas; t. o tt. = tomo o tomos; vol. o vols. = volumen o volúmenes; trad. = traductor; f. o fs. = foja o fojas; núm. = número.
 12. Los cuadros, tablas, gráficos e ilustraciones deberán ir perfectamente ubicados en el *corpus* del trabajo, con los textos precisos en los encabezados o pies, con la palabra "figura" y su número, y se incluirán en el CD o en el envío por correo electrónico, en archivo aparte. El texto no deberá presentar diseño editorial.
 13. Las colaboraciones serán sometidas a un dictaminador especialista en la materia.
 14. Las sugerencias hechas por el dictaminador o por el corrector de estilo serán sometidas a la consideración y aprobación del autor.
 15. Sobre las colaboraciones aceptadas para su publicación, la Coordinación Editorial conservará los originales; en caso contrario, de ser negativo el dictamen, el autor podrá apelar y solicitar un segundo dictamen, cuyo resultado será inapelable. En estos casos, el texto será devuelto al autor.
 16. Cada autor recibirá cinco ejemplares del número del *Boletín de Monumentos Históricos* en el que haya aparecido su colaboración.
- * * *
- Las colaboraciones deberán enviarse o entregarse en la Subdirección de Investigación de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos del INAH, en la calle de Correo Mayor núm. 11, Centro Histórico, México, D.F., C.P. 06060, tel. 4166 0780 al 84, ext. 413016.
- correo electrónico: boletin.cnmh@inah.gob.mx

Índice

- Los intentos por una arquitectura antisísmica en Santiago de Guatemala en el siglo XVIII | ALBERTO GARÍN / SILVIO ESCOLANO / LOREN LEMUS
- Los cambios y permanencias en las actividades del proceso estereotómico de los artifices de la piedra en la ciudad de San Luis Potosí, a partir de la lectura de una imagen del siglo XVI | ROCIO IVETT OROS GUEL
- La noria de San Roque en Tepeyahualco, Puebla: un ejemplo singular de la arquitectura hidráulica | LAURA RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ / ALEJANDRO ENRIQUE BENÍTEZ BARRANCO / MARÍA DEL CARMEN FERNÁNDEZ DE LARA AGUILAR
- Sistemas de aislamiento hídrico y térmico en el virreinato de la Nueva España | TARSICIO PASTRANA SALCEDO
- Las bóvedas de tezontle en la Ciudad de México: siglos XVII y XVIII. El caso del templo de San Lorenzo Mártir | LEOPOLDO RODRÍGUEZ MORALES
- El ingeniero y el práctico en la improvisación técnica: el Paso del Norte entre 1880 y 1910 | ALEJANDRO GONZÁLEZ MILEA
- El puente Maximiliano del ferrocarril mexicano. Diseños preliminares para el puente de Metlac | DIRK BÜHLER
- Una casa de finales del siglo XIX: la casa del arquitecto Antonio Rivas Mercado | TERESA RODRÍGUEZ MÉNDEZ
- La arquitectura de madera en el Porfiriato yucateco | RUBÉN ANTONIO VEGA GONZÁLEZ / ROBERTO REYES PÉREZ
- Evolución de los sistemas estructurales y constructivos para edificaciones de altura en la Ciudad de México | PERLA SANTA ANA LOZADA / LUCIA SANTA ANA LOZADA
- Transformaciones y permanencias constructivas y microclimáticas en iglesias y capillas virreinales en Yucatán | MANUEL ARTURO ROMÁN KALISCH / RAÚL ERNESTO CANTO CETINA / ARLEES YSRAEL DÍAZ SALAZAR
- De la productividad al fracaso de la prefabricación industrial. Francia después de la Segunda Guerra Mundial | ALEYDA RESÉNDIZ VÁZQUEZ
- La erupción del volcán Chichonal en 1982. La pérdida del patrimonio religioso edificado en la región zoque chiapaneca. De la destrucción a una nueva experiencia de reconstrucción | VIRGINIA GUZMÁN MONROY



CULTURA
SECRETARÍA DE CULTURA

