



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE ARQUITECTURA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ARQUITECTURA, INVESTIGACIÓN Y RESTAURACIÓN
DE SITIOS Y MONUMENTOS

*Desarrollo de la tecnología constructiva en la arquitectura moreliana de
1932 a 1956. Proceso de inserción, aprendizaje y apropiación del uso del
concreto reforzado*

Tesis que para obtener el grado de maestro en Arquitectura, Investigación y
Restauración de Sitios y Monumentos presenta:

Arq. Jaime Roberto López Solorio

TUTOR: Dra. Catherine Rose Ettinger McEnulty

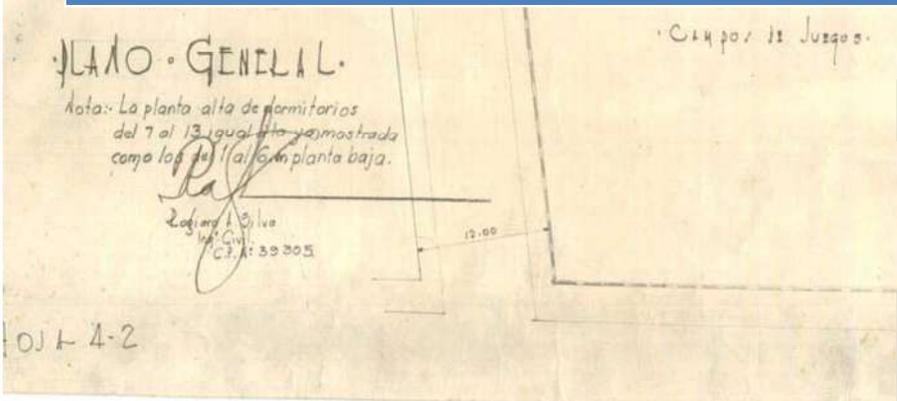
Octubre de 2011



2011



Desarrollo de la tecnología constructiva en la Arquitectura Moreliana de 1933 a 1956





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MAESTRIA EN ARQUITECTURA, INVESTIGACIÓN Y RESTAURACIÓN
DE SITIOS Y MONUMENTOS

*Desarrollo de la tecnología constructiva en la arquitectura moreliana del
siglo XX. Proceso de inserción, aprendizaje y apropiación del uso del
concreto reforzado*

Tesis que para obtener el grado de maestro en Arquitectura, Investigación y
Restauración de Sitios y Monumentos presenta:

Arq. Jaime Roberto López Solorio

MESA SINODAL:

Dra. Catherine Rose Ettinger McEnulty

Dr. Carlos Alberto Hiriart Pardo

Dr. Eugenio Mercado López

Dr. Luis Alberto Torres Garibay

Dr. Guillermo Martínez Ruiz

Octubre de 2011

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por todo el apoyo brindado durante esta etapa de mi vida.

A mis compañeros Anaid, Ariadna, Carlos, Citlali, Mario, Mirna, Ramón y Yunuén por los momentos que compartimos.

A mis maestros por su entrega y generosidad, ya que siempre se mostraron dispuestos a colaborar con nuestra formación personal.

A la Dra. Cate por sus consejos, el tiempo que me brindó y por el material que me facilitó para realizar esta investigación.

A CONACYT por el apoyo económico recibido, sin el cual no hubiera sido posible este trabajo.

Gracias a todos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
CAPITULO 1. EL CONCRETO ARMADO. LA TÉCNICA CONSTRUCTIVA MÁS RELEVANTE DE LA MODERNIDAD	35
<i>Orígenes del concreto moderno</i>	35
<i>Las primeras patentes</i>	40
<i>El cálculo estructural y las nuevas posibilidades</i>	43
Notas sobre el acero	46
<i>La industria metalúrgica en México</i>	47
Introducción, aprendizaje y apropiación de la nueva técnica en México	49
<i>Antecedentes. El Porfirismo y los primeros usos</i>	49
<i>El desarrollo de la industria cementera y la labor de proselitismo del cemento y del concreto reforzado</i>	52
<i>El concreto y la Arquitectura mexicana</i>	55
<i>La técnica del concreto reforzado en México</i>	59
CAPITULO 2. LA MODERNIDAD ASOCIADA A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA CONSTRUCCIÓN	63
Modernidad. Una época de cambios y continuidades	63
Las nuevas tecnologías en la modernidad	66
<i>Modernidad internacional y el empleo del concreto</i>	68
<i>Modernidad y nuevas tecnologías en México</i>	71
CAPITULO III. DESCRIPCIÓN TÉCNICO-CONSTRUCTIVA DEL EMPLEO DEL CONCRETO REFORZADO EN LOS EDIFICIOS MODERNOS MORELIANOS	79
Los constructores locales	79
<i>Jaime Sandoval</i>	81

Desarrollo de la tecnología constructiva en la arquitectura moreliana de 1933 a 1956.
Proceso de inserción, aprendizaje y apropiación del uso del concreto reforzado

<i>Los Hermanos Juan y José Rodríguez Soto</i> _____	84
<i>Rogiero Silva</i> _____	87
Los primeros usos del concreto en la ciudad _____	89
Los edificios modernos de Morelia y el empleo del concreto reforzado _____	92
<i>Edificio casa comercial para Luis Solorio de Jaime Sandoval(1941)</i> _____	92
<i>Casas habitación de Rogiero Silva (1944-1947)</i> _____	97
<i>La Agencia Studebaker de Jaime Sandoval(1946)</i> _____	100
<i>Colegio Anáhuac de Jaime Sandoval (1948)</i> _____	103
<i>El edificio Ballesteros de Jaime Sandoval (1950)</i> _____	105
<i>Casa Hogar Soledad de Figaredo de Rogiero Silva (1950)</i> _____	108
<i>Edificio Marcella (1952)</i> _____	110
<i>Casa habitación en Padre Lloreda de los hermanos Rodríguez Soto(1953)</i> _____	111
<i>Sanatorio La Salud de los hermanos Rodríguez Soto (1952)</i> _____	113
<i>Sanatorio La Luz de los hermanos Rodríguez Soto(1954)</i> _____	115
CAPITULO 4. LA EVOLUCIÓN TÉCNICA EN EL USO DEL CONCRETO REFORZADO VISTA A TRAVÉS DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS _____	117
El desarrollo de la técnica del concreto reforzado visto a detalle _____	117
<i>Cimentaciones y pisos</i> _____	118
<i>Apoyos verticales: columnas y muros</i> _____	122
<i>Apoyos horizontales: trabes y losas</i> _____	125
REFLEXIONES FINALES _____	133
GLOSARIO _____	144
BIBLIOGRAFÍA _____	147

INTRODUCCIÓN

El presente escrito constituye la tesis de maestría titulada: "El desarrollo de la tecnología constructiva en la arquitectura moreliana de 1932 a 1956. Proceso de introducción, aprendizaje y apropiación del uso del concreto reforzado." En este trabajo se pretende remarcar la importancia que tuvo la introducción de nuevos materiales, en ámbitos tradicionales, durante la primera mitad del siglo XX en México, en específico el concreto y el acero, hecho que podemos afirmar que permitió gran cantidad de formas y soluciones de acuerdo a las necesidades del país en aquel entonces¹. Nos enfocamos particularmente a la ciudad de Morelia, en lo que se refiere a las soluciones técnicas adoptadas a partir de la introducción del uso del concreto reforzado en la ciudad.

El adentrarnos específicamente en el ámbito tecnológico de la arquitectura, permitió reconocer las particularidades constructivas de la arquitectura moderna de la ciudad, a través del análisis técnico de la manera de emplear los nuevos materiales, como el concreto y el acero,

¹ Tema más ampliamente tratado en el capítulo dos de este escrito.

es decir su técnica constructiva. Destacando la manera en que, desde la llegada de estos materiales, su uso se acopló al contexto histórico, así como a la solución de necesidades locales a través de una experimentación técnica y constructiva de sus propiedades por parte de los constructores, lo que permitió crear una arquitectura de continuidad en la zona de monumentos, mientras que en las periferias se retomaban las corrientes estilísticas en boga en aquella época.²

La temporalidad de esta investigación se estableció a partir del año 1933 por tener los primeros indicios del uso del concreto reforzado en una obra arquitectónica³, hasta los años cincuenta, lapso considerado como el periodo de introducción, aprendizaje y apropiación del sistema del concreto reforzado en Morelia. Se consideró a partir de los años treinta por ser una década en la cual se alcanzó una relativa estabilidad económica después de los conflictos sociales de principios de siglo, lo que permitió una mayor inversión y crecimiento en la ciudad. Asimismo, la década de los años treinta, correspondió a la introducción del concreto reforzado en la arquitectura moreliana, con la construcción de edificios relevantes como el Hotel Alameda (1937-1940) y el Edificio Hermanos Tron (1937)⁴.

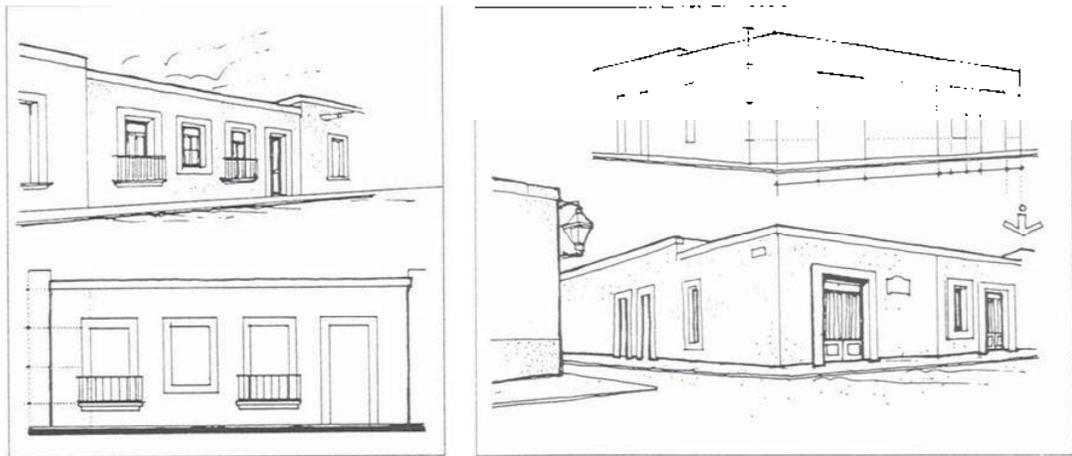
Por su parte la década de los años cincuenta fue marcada como limitante, debido al gran número de obras realizadas durante estas tres décadas por los constructores locales, y a que en las décadas posteriores llegaron a Morelia constructores de otros lugares, que

² Ejemplo de ello fue el estilo californiano retomado en modelos de casa-habitación, como fue el Fraccionamiento de Las Palmas.

³ Mercado anexo al mercado Valladolid, ver en capítulo 2 la llegada del concreto a Morelia.

⁴ Así identificado en Catherine R. Ettinger, "Construcción y constructores", en Catherine R. Ettinger (coord.), *Modernidades arquitectónicas. Morelia. 1925-1960*, Morelia, Gobierno del estado de Michoacán- H. Ayuntamiento de Morelia- DCOMOMO México, 2010, pp. 93-94.

venían con otra formación e ideas⁵. Además se considera que a partir de la introducción de un nuevo reglamento de construcción en 1956 y el manual anexo de conservación de la imagen típica de Morelia⁶ (Figs. 1 y 2), la arquitectura y su técnica se uniformizó en el centro de la ciudad. Al finalizar la década de los años cincuenta se considera que este proceso de aprendizaje había concluido.



7

Figs. 1 y 2.- Imágenes tomadas del manual para la conservación de la imagen típica de Morelia de 1956. Cortesía de Catherine Ettinger.

La introducción de nuevos materiales y técnicas constructivas como el concreto reforzado en ciudades con una amplia tradición constructiva, como es el caso de Morelia que está caracterizada por un contexto histórico repleto de gran valor cultural, no fue fácil. Acerca de la utilización del nuevo sistema estructural del concreto reforzado durante este periodo en la ciudad, ya ha sido identificado un proceso de apropiación y aprendizaje de la nueva técnica entre los constructores

⁵ Muchas de ellas identificadas en los antecedentes de la tesis de maestría de André Aguilar, *El papel de la formación del edificador en la modernización en Morelia entre los años de 1960 y 1975*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2009.

⁶ Este manual de actuación se caracterizó por establecer las proporciones a respetar entre vano y macizo, alturas, decoración, etc. Lo que provocó una monotonía en las obras a partir de 1956.

locales, pero lo que nos interesa es caracterizar y comprender como se dio este proceso teniendo como base de estudio a la tecnología constructiva empleada en aquella época, que sin caer en un determinismo tecnológico, podemos afirmar que gracias a la introducción del concreto reforzado fueron posibles muchas dimensiones y formas, lo que influyó en el quehacer arquitectónico dentro del ámbito tradicional de la ciudad.

El proceso que se dio para que los nuevos materiales fueran introducidos a la ciudad, (principalmente por el respeto que se tenía hacia el contexto histórico), no fue un simple proceso de sustitución, fue un periodo complejo de aprendizaje y apropiación, caracterizado por la experimentación en la utilización de los nuevos materiales (concreto y acero), así como también se siguieron usando los materiales tradicionales (piedra, ladrillo, madera, etc).

En base a otros estudios locales⁷, hoy sabemos que las técnicas y forma de empleo de los nuevos materiales no fueron iguales en cada región, por lo que un estudio específico de las obras locales fue primordial para entender la manera en que se dio el proceso de introducción, aprendizaje y apropiación de la nueva tecnología. A partir de la falta de estudios puntuales desde la perspectiva de la tecnología constructiva moderna se hace un primer acercamiento a través de este escrito.

Al abordar a la tecnología constructiva moderna, es importante señalar que dentro de esta temporalidad, relativamente reciente, hay

⁷ Arturo Román Kalisch ha estudiado la arquitectura del siglo XX en Yucatán, destacando publicaciones como: M. Arturo Román Kalisch, "Desarrollo tecnológico urbano-arquitectónico del porfiriato en Yucatán", en *Cuadernos de arquitectura de Yucatán*, Mérida, no. 21, 2008 y Arturo Roman Kalish "Innovaciones tecnológicas en la arquitectura posrevolucionaria de Yucatán", en Marco Tulio Peraza (coord.), *La memoria inmediata: patrimonio siglo XX, Yucatán*, Universidad Autónoma de Yucatán, 2007.

pocos estudios que se enfocan a los materiales y técnicas de las tecnologías modernas, en específico el concreto reforzado, entonces cabe preguntarse: ¿por qué es importante realizar investigaciones que aborden los aspectos técnico-constructivos de la arquitectura moderna?

Para establecer esta importancia es necesario remarcar que se ha demostrado que la investigación de los procesos constructivos y la técnica empleada, ha aportado información relevante que complementa la comprensión de la arquitectura en conjunto con los demás factores que intervienen en su materialización.

El estudio de la tecnología histórica-constructiva en la arquitectura ha sido un tema recurrente en la literatura, desde los tratados se han establecido relaciones geométricas que permitieron entender la forma de edificar de generaciones anteriores. Recientemente, ha surgido un especial interés por parte de un nuevo grupo de investigadores de conocer los sistemas constructivos vernáculos de las poblaciones rurales en nuestro país. Al igual que las tendencias anteriores, la arquitectura construida a través del uso de materiales modernos como el concreto y el acero, que fue edificada a inicios y mediados del siglo pasado nos presenta información trascendental para comprender integralmente a la arquitectura de este periodo y así construir una historia reciente de la misma.

Por poner algunos ejemplos, los estudios de las denominadas tecnologías constructivas tradicionales, principalmente en poblaciones con amplia tradición constructiva⁸, han permitido cuestionar todo el

⁸ El estudio de la tecnología constructiva en la arquitectura es un tema muy estudiado en lo que se refiere a las tecnologías tradicionales, como lo expone Torres Garibay debido al temor de los investigadores a perder el patrimonio generado a través de estos materiales y sistemas constructivos. En Luis A. Torres Garibay, "Tecnología histórica. Un aporte fundamental para la historia de la arquitectura", en Catherine R. Ettinger (edit.), *Situación actual de la historiografía de la arquitectura mexicana*, Morelia, UMSNH, 2008, p. 104.

proceso constructivo; desde la naturaleza física del lugar, la disponibilidad y naturaleza de los materiales, la adecuación de la estructura, los detalles técnicos y su solución constructiva, e incluso el contexto social de la construcción. Dentro de este amplio abanico de posibilidades se pone de manifiesto que el estudio de los procesos técnico constructivos ha sido un importante complemento para la puesta en valor de la arquitectura considerada "histórica", a partir de sus cualidades técnicas y formales. En contraposición la evolución de la tecnología constructiva moderna, dominada por el uso del sistema del concreto reforzado como la técnica principal durante el siglo pasado, es un fenómeno muy poco abordado dentro de las investigaciones, los estudios de arquitectura moderna a partir del análisis de la técnica empleada en su construcción han sido escasos.

Aunque por otro lado, si se amplía un poco el panorama general y se aborda el objeto genérico de estudio: la arquitectura del siglo XX, nos damos cuenta de que ésta ha sido objeto de numerosas investigaciones en las últimas décadas, por lo que cuenta con una amplia bibliografía que nos proporciona, aunque no sea de manera directa, información relevante para realizar este trabajo. Podemos dividir este extenso campo de escritos en dos partes fundamentales para la investigación; por un lado, los estudios referentes a la modernidad, que son muchos, como el periodo que marcó una época cambios⁹; y por otra parte, todo lo que se ha escrito sobre las nuevas tecnologías de la construcción, en especial sobre el sistema constructivo del concreto reforzado como la técnica dominante en este periodo, que ha sido escaso. En el ámbito de la modernidad, podemos subdividir y jerarquizar a los principales autores en tres apartados:

⁹ Ver primer capítulo: "Modernidad: una época de cambios y continuidades".

Modernidad internacional	Modernidad en México	Modernidad moreliana
Sigfried Giedion ¹⁰	Israel Katzman ¹¹	Catherine Ettinger ¹²
Bruno Zevi ¹³	Justino Fernández ¹⁴	José Alfredo Uribe Salas ¹⁵
Reyner Banham ¹⁶	Louise Noelle ¹⁷	Esperanza Ramírez ¹⁸
Leonardo Benévolo ¹⁹	Vargas Salguero ²⁰	Aideé Tapia.*
Kenneth Frampton ²¹	López Rangel ²²	Claudia Bustamante.*
Marshall Berman ²³	González Gortázar ²⁴	Eugenio Mercado.*
	Enrique X. de Anda ²⁵	Víctor Navarro.*

Fig. 3.- Tabla de autores de la modernidad en sus diversas escalas.

En lo referente a la tecnología constructiva moderna, en el ámbito internacional, la mayoría de las investigaciones hacen referencia a la importancia de la introducción de nuevos materiales, principalmente el concreto reforzado como generador de formas del movimiento moderno

- ¹⁰ Sigfried Giedion, *Espacio, tiempo y arquitectura*, Barcelona, Reverté, 2009.
- ¹¹ Israel Katzman, *La arquitectura contemporánea mexicana. Precedentes y desarrollo*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1963.
- ¹² Catherine R. Ettinger (coord.), *Modernidades arquitectónicas. Morelia. 1925-1960*, Morelia, Gobierno del estado de Michoacán, 2010.
- ¹³ Bruno Zevi, *El lenguaje moderno de la arquitectura*, Barcelona, Ed. Poseidón, 1978.
- ¹⁴ Justino Fernández, *Arte moderno y contemporáneo de México*, México, UNAM, 1952.
- ¹⁵ José Alfredo Uribe Salas, *Morelia, pasos a la modernidad*, Morelia, UMSNH, 1993.
- ¹⁶ Reyner Banham, *La Atlántida de hormigón*, Madrid, Ed. Nerea, 1989.
- ¹⁷ Louis Noelle, *Arquitectos contemporáneos de México*, México, Ed. Trillas, 1989.
- ¹⁸ Esperanza Ramírez, *Morelia en el espacio y el tiempo*, Morelia, Gobierno del Estado, 1990.
- ¹⁹ Leonardo Benévolo, *La ciudad y el arquitecto*, Barcelona, Ed. Paidós, 1985; e *Historia de la arquitectura moderna*, Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 1982.
- ²⁰ Ramón Vargas Salguero, (coord.), *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III tomo II, México, Fondo de Cultura Económica-UNAM, 1998.
- ²¹ Kenneth Frampton, *Historia crítica de la Arquitectura Moderna*, Barcelona, ed. Gustavo Gili, 1981.
- ²² Rafael López Rangel, *Orígenes de la arquitectura técnica en México: 1920-1933. La Escuela Superior de Construcción*, Colección Ensayos, México, Universidad Autónoma de México, 1984.
- ²³ Marshall Berman, *Todo lo sólido se desvanece en el aire: la experiencia de la modernidad*, Madrid, Siglo XXI, 2001.
- ²⁴ Fernando González Gortázar, *La arquitectura mexicana del siglo XX*, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 1996.
- ²⁵ Enrique X. de Anda Alanís, *La arquitectura de la revolución mexicana*, México, UNAM, 1990.

y posteriormente del estilo internacional. Pero pocos autores son los que abordan a la arquitectura moderna desde la parte técnico-constructiva.

Literatura reciente ha reconocido la falta de atención a aspectos constructivos en la teoría e historia de la arquitectura; Kenneth Frampton nos recuerda que la arquitectura puede ser evaluada desde una perspectiva distinta, referente al aprecio por la habilidad técnica y cierto énfasis expresivo al que le denomina como la dimensión tectónica, que se refiere a la materialidad de la arquitectura, pero recalca que no se pretende denotar este punto de vista como el más importante, sino como otra forma de abordar y complementar la comprensión de la arquitectura. Frampton reflexiona que es necesario considerar los modos constructivos y estructurales, sin negar la intención del carácter volumétrico de la forma arquitectónica y el espacio. En este sentido no se refiere a la mera revelación de la técnica constructiva, sino a su potencial expresivo.²⁶ Este autor analiza a través de reconocidos constructores modernos y sus obras la importancia y la necesidad de entender la estructura del edificio y del entorno, así como las técnicas empleadas que responden a lo que él llama la tectónica del lugar.²⁷

En el ámbito internacional la bibliografía internacional se retomará como base para la caracterización del movimiento moderno, que sienta las bases para identificar las expresiones arquitectónicas de principios del siglo XX y unir las bajo el concepto de movimiento moderno. La técnica y los materiales fueron instrumentos que posibilitaron esta nueva arquitectura y sus formas. Pero las investigaciones históricas relatan el desarrollo técnico de manera general, y no contemplan plenamente las dificultades de su introducción en ámbitos tradicionales.

²⁶ Kenneth Frampton, *Studies in Tectonic Culture*, MIT press, Cambridge, 1996.

²⁷ *Ibidem*.

En el ámbito nacional hasta hace pocos años, las primeras investigaciones sobre la arquitectura moderna en México se habían enfocado a tendencias, estilos, autores y momentos principalmente de la capital del país. Poco a poco surgieron nuevos investigadores que se preocuparon por conocer lo sucedido en todas las regiones de nuestro país, lo que en consecuencia permitió tener una comprensión más completa de la modernidad arquitectónica en México. En los últimos años se han realizado numerosas investigaciones de arquitectura moderna en el país desde perspectivas descentralizadas, surgiendo así investigaciones de gran relevancia²⁸, aunque son muy pocos los estudios que abordan la parte técnico constructiva de esta arquitectura.

Es un hecho que la bibliografía referente a la introducción y uso de tecnologías modernas en la arquitectura, en especial sobre el concreto reforzado, es muy escasa, encontrando mayoritariamente artículos muy generales de poca relevancia para este trabajo. Autores relevantes como Louise Noelle se enfoca más a los arquitectos encargados de llevar a cabo las obras más significativas durante la modernidad en México. Por su parte Ramón Vargas Salguero define los motivos económicos, sociales y políticos que dieron origen a la introducción de la nueva arquitectura en el país, así como las características corrientes y estilos que caracterizaron a la arquitectura del siglo pasado, pero tampoco aborda las dificultades técnicas de la introducción de materiales como el concreto y el acero.

Pero a pesar de la falta de estudios de la técnica constructiva de la primera mitad del siglo pasado, lo poco que se ha podido rescatar acerca de la introducción del concreto reforzado, resulta

²⁸ Como la colección de *Historia de la Arquitectura y Urbanismo Mexicanos*, Carlos Chanfón Olmos (Coord.), Fondo de Cultura Económica, México, 1999, que pretende cambiar el enfoque del estudio de la arquitectura mexicana no solo en el siglo XX, sino en general al abordar los fenómenos locales.

extremadamente relevante como un punto de partida y de comparación. Entre las personas que han trabajado esta temática en México recientemente podemos mencionar a Román Kalisch²⁹, quien ha estudiado los procesos tecnológicos antes y después de la Revolución Mexicana, en una reciente ponencia titulada *Innovaciones tecnológicas en la arquitectura posrevolucionaria de Yucatán*, expone la llegada y desarrollo e implantación de las tecnología moderna, en específico el concreto reforzado, dentro de la arquitectura yucateca como un proceso de cambio que en un principio se adaptó al contexto social y urbano de Yucatán.

Por su parte Carlos González Lobo³⁰, presenta un análisis evolutivo de las nuevas tecnologías constructivas en la modernidad, principalmente en la ciudad de México; nos da un acercamiento al proceso de introducción y adecuación del uso del concreto reforzado en el país, analizando en caso de la ciudad de México y como se adaptó este sistema a las características específicas del lugar. Destaca que "en México entre 1920 y 1940 dio la introducción y evolución de las técnicas constructivas contemporáneas que hasta ahora son las predominantes"³¹, aunque en Morelia estas fechas no concuerdan debido a la introducción tardía del concreto en la ciudad. Mientras que Israel Katzman³², reseña los primeros usos del concreto en el país asociándolos con la modernidad internacional, pero adaptados a la idiosincrasia de aquel entonces en el país.

²⁹ Ha estudiado la arquitectura del siglo XX en Yucatán, destacando publicaciones como: M. Arturo Román Kalisch, "Desarrollo tecnológico urbano-arquitectónico del porfiriato en Yucatán", en *Cuadernos de arquitectura de Yucatán*, Mérida, no. 21, 2008.

³⁰ Carlos González Lobo, "Las nuevas tecnologías", en Fernando González Gortázar (coord.), *La arquitectura mexicana del siglo XX*, México, Consejo Nacional para la cultura y las artes, 1996.

³¹ *Ibidem*, p. 379.

³² En la primera parte del libro: Israel Katzman, *op. cit.*, pp. 11-17, hace una breve reseña de los primeros usos del concreto en México.

Rafael López Rangel³³, nos presenta la intención de contribuir al conocimiento de la ideología arquitectónica de una de las etapas más significativas del movimiento contemporáneo mexicano: la del surgimiento de las vanguardias funcionalistas en plena década de los treinta. Se dirige fundamentalmente al estudio de la línea técnica de la arquitectura, que llegó a plantearse como una alternativa del Estado posrevolucionario, frente al elitismo de la arquitectura tradicional, y en virtud de que tuvo una interesante expresión en la enseñanza, enfocándose primordialmente a esto último.

15

Al adentrarse en el ámbito de la ciudad de Morelia, se destaca que recientemente se han realizado varias investigaciones con la finalidad de conocer la historia reciente de Morelia. En el ámbito arquitectónico podemos destacar documentos como *Modernidades arquitectónicas. Morelia. 1925-1960*³⁴ en donde se aborda a la arquitectura local de este periodo desde diversas perspectivas; lo urbano, los constructores, los edificios y la conservación.

En el marco de la Maestría en Arquitectura, Investigación y Restauración de Sitios y Monumentos de la Facultad de Arquitectura de la UMSNH, la arquitectura moreliana del siglo XX, ha sido un tema abordado desde diversas perspectivas, las cuales han aportado en los últimos años un conjunto de estudios relacionados con el tema,³⁵ esta

³³ Rafael López Rangel, *Orígenes de la arquitectura técnica en México: 1920-1933. La Escuela Superior de Construcción*, Colección Ensayos, México, Universidad Autónoma de México, 1984.

³⁴ Catherine R. Ettinger (coord.), *op. cit.*

³⁵ La arquitectura moreliana del siglo XX ha sido un tema recurrentemente estudiado (directa o indirectamente) en la última década, entre las personas que lo han abordado se pueden mencionar en orden cronológico a Aideé Tapia Chávez, *Morelia 1880-1950, permanencias y transformaciones de su espacio construido hacia una valoración del urbanismo y la arquitectura del pasado reciente*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2001; Víctor Manuel Navarro Franco, *Arquitectura de la industria harinera en los antiguos urdiales de Morelia, Michoacán, 1920-1960*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2002; Eugenio Mercado López, *Legislación y patrimonio cultural. Legislación local para la*

investigación pretende ser un complemento, que puede servir para dar continuidad a esta línea de investigación profundizando en el aspecto técnico constructivo.

Con los datos presentados se pretende recalcar la importancia que tiene el estudio del aspecto técnico-constructivo como una línea de investigación escasamente explotada, debido a la falta de este tipo de estudios para conocer a la arquitectura del periodo desde esta perspectiva, ya que al abordar específicamente el tema de los materiales y sistemas constructivos, especialmente el concreto reforzado, se puede generar una amplia cantidad de nueva información que permite complementar la comprensión de los hechos arquitectónicos. En este sentido López Rangel menciona:

La necesidad de abordar el conocimiento de la arquitectura surge en términos de nuestra incidencia en la "práctica", y únicamente es posible a través de investigaciones concretas de realidades concretas. Para el caso de los objetos arquitectónicos se hace necesario conocer tanto el objeto mismo como la complejidad de su proceso.³⁶

Con respecto a la importancia de la introducción de nuevas tecnologías, Torres Garibay afirma que los grandes cambios en la arquitectura generalmente, van unidos a grandes cambios tecnológicos

conservación del patrimonio urbano arquitectónico en Morelia 1825-2001, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2004; Fabricio Espinosa Ortiz, *Las colonias de la ciudad de Morelia (1930-1960) su surgimiento, desarrollo e incidencia en el crecimiento urbano*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2006; Mirna Rodríguez Cázarez, *La transformación de la vivienda y barrio de san Juan en el centro histórico de Morelia durante el siglo XX*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2006; Claudia Bustamante Penilla, *Morelia 1940-1960 una nueva arquitectura doméstica*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2008; André Aguilar Aguilar, *El papel de la formación del edificador en la modernización de la arquitectura en Morelia entre los años de 1960 y 1975*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2009; entre otros.

³⁶ Rafael López Rangel, *Contribución a la visión crítica de la arquitectura*, Puebla, BUAP, 1977.

que permiten materializarlos.³⁷ Es decir, que al abordar el estudio de la arquitectura histórica, se hace necesario presentar todos sus aspectos, incluido el aspecto técnico-constructivo. Aunque la mayoría de las publicaciones sobre arquitectura moderna en México, no dejan de mencionar la importancia de la llegada de nuevas tecnologías en este periodo, son muy pocas las publicaciones que abordan de manera específica a la técnica del empleo de este material, lo cual presenta información trascendental para comprender este periodo. Entonces, cabe preguntarse: ¿porqué si la introducción de nuevos materiales y técnicas es un tema citado con regularidad en la mayoría de textos sobre arquitectura de siglo XX, éste no se ha tratado con mayor profundidad?

Para reforzar la necesidad de responder a este cuestionamiento, es básico entender que la arquitectura moderna tuvo diversas interpretaciones y que parte de los cambios en la manera de construir se dieron gracias a la introducción de nuevas tecnologías, que se adoptaron de diversas maneras, pero en general se dio un proceso de aprendizaje que se adaptó y asoció a tradiciones constructivas, a los constructores, así como a la mano de obra local. Esto nos exhorta a analizar las distintas maneras en que se adoptaron las nuevas tecnologías en el país. González Lobo lo generaliza de la siguiente manera:

De ahí que en México [...], el proceso de introducción, ajustes y extensión del uso de las técnicas y materiales en la arquitectura contemporánea,

³⁷ Luis A. Torres Garibay, "Tecnología histórica. Un aporte fundamental para la historia de la arquitectura", en Catherine R. Ettinger (edit.), *Situación actual de la historiografía de la arquitectura mexicana*, Morelia, UMSNH, 2008, p. 104.

*haya dado lugar a versiones tecnológicas alternativas más ceñidas a la realidad de idiosincrasia de nuestra región.*³⁸

Román Kalisch por su parte afirma que “detrás de todo cambio tecnológico existe un proceso de [...] apropiación necesario para que una tecnología sea incorporada al modo de producción de una sociedad”.³⁹ Este autor argumenta que en Mérida la introducción del concreto se da como un periodo de apropiación y experimentación gradual, que dependiendo del género de edificio se combina con estructuras tradicionales como son los muros de mampostería de piedra con estructuras de concreto, como es el caso de las cubiertas. En resumen, Kalisch identifica una apropiación gradual del concreto en la ciudad como un proceso de evolución y desarrollo en la ciudad.

Sobre lo acontecido en Morelia podemos afirmar que fue un proceso muy similar a lo que pasó en el resto del país, pero tuvo algunas diferencias y matices que de acuerdo con Kalisch se deben en gran medida a las técnicas locales y a las condicionantes impuestas por las fuerzas productivas de cada región. Ettinger McEnulty define lo acontecido en Morelia, durante este periodo, de la siguiente manera:

*Si bien se reconoce que la gran novedad en la construcción en este periodo fue la introducción del concreto armado, hay que comprender que se trataba de un proceso paulatino de aprendizaje y de apropiación de nuevas técnicas entre los constructores en la ciudad. Así, durante los años treinta, cuarenta y cincuenta se fueron implementando paulatinamente cambios en la manera de construir.*⁴⁰

³⁸ Carlos González Lobo, “Las nuevas tecnologías”, en Fernando González Gortázar (coord.), *La arquitectura mexicana del siglo XX*, México, Consejo Nacional para la cultura y las artes, 1996, p. 380.

³⁹ Manuel A. Román Kalisch, “Desarrollo tecnológico urbano-arquitectónico del Porfiriato en Yucatán”, *op. cit.*, p. 7.

⁴⁰ Catherine R. Ettinger, “Construcción y constructores”, en Catherine R. Ettinger (coord.), *op. cit.*, p.114-115.

En general, los autores anteriores reconocen un proceso de apropiación y aprendizaje de las tecnologías modernas en ámbitos tradicionales, sin embargo se considera que esta afirmación es muy general, y a su vez nos indica que aún se puede obtener una gran cantidad información relevante sobre los procesos técnico-constructivos en la utilización de nuevos materiales como el concreto, que puede ayudar a complementar la comprensión de la llegada de la modernidad en el país, debido a que la mayoría de estudios sobre la arquitectura moderna da prioridad a aspectos sociales, estéticos y funcionales.

19

Para complementar se puede sintetizar que la presente investigación es relevante en varios aspectos; primeramente tiene relevancia científica, ya que si consideramos al concreto como uno de los materiales constructivos más importantes de la actualidad, el conocer sus orígenes y primeros usos en combinación con el acero nos proporcionan las bases para comprender como se dio su evolución hacia el desarrollo del potencial constructivo con el que cuenta hoy en día; además, desde el punto de vista de la difusión, lo que permitirá en conjunto con los estudios realizados sobre la arquitectura moreliana del siglo XX construir una continuidad, reforzando la importancia social que debe tener para su valoración.

En este sentido, cabe destacar que estamos a tiempo de poder analizar y valorar la arquitectura moderna. Nos damos cuenta que hablar de la materialidad de las obras hechas en concreto reforzado, contrario a lo que propagaban las revistas de la época de introducción de este material en el país como un material duradero, éste es un material con un grado mayor de deterioro a lo largo del tiempo que materiales tradicionales como la cantería, por esto es importante rescatar que aún estamos a tiempo de conocer una gran parte de este legado en riesgo de desaparecer por la falta de valoración existente

debido a la poca distancia temporal que no nos permite tener aun un criterio bien definido sobre el tema de su conservación⁴¹.

Por otro lado, el carácter reciente de nuestro fenómeno de estudio nos ofrece la viabilidad de obtener gran cantidad de información que aún existe: recursos documentales, algunos ya han sido revisados en otros estudios⁴², además de que gran parte de esta arquitectura aún se conserva en buen estado y puede estudiarse *in situ*. En el caso de Morelia, el análisis técnico constructivo de los edificios resulta sumamente relevante debido a que en la actualidad, la ciudad aún conserva un gran acervo de edificios pertenecientes a este periodo que pueden revelar nueva información, a pesar de que, como toda obra arquitectónica a lo largo del tiempo, han sufrido modificaciones y alteraciones, pero aún estamos a tiempo de rescatar la información que nos permita contribuir a un mejor conocimiento de esta arquitectura en un aspecto poco estudiado como es el técnico constructivo.

Marco teórico conceptual

La mayor parte de las investigaciones sobre arquitectura moderna, se enfocan a sus valores espaciales, simbólicos, estéticos y formales. La construcción entendida como el proceso técnico-constructivo que permitió la edificación de la arquitectura moderna ha sido un fenómeno escasamente valorado. Como hemos citado, Kenneth Frampton argumenta que la arquitectura moderna tiene más relación con la

⁴¹ El DOCOMOMO (Documentación y Conservación de los edificios de espacios y objetos del Movimiento Moderno) como su nombre lo indica se enfoca a valorar y rescatar la arquitectura del Movimiento Moderno y posteriormente el Estilo internacional, pero dentro de este periodo no toda la arquitectura pertenece a esta corriente estilística, entonces nos hace falta establecer como se dieron las interpretaciones en ámbitos tradicionales para así tener un mayor conocimiento de la arquitectura moderna en ámbitos tradicionales que permita establecer si es o no objeto de conservación.

⁴² Ha sido muy recurrido el archivo histórico municipal de Morelia en estudios de la arquitectura moreliana del siglo XX.

estructura y la construcción que con el espacio y forma abstracta. La idea de tectónica, como la emplea este autor, se asemeja más a ver a la arquitectura como técnica constructiva⁴³. Desde esta perspectiva, se hace necesario entender que el estudio de la técnica, observado en la materialidad de los edificios, nos permite entender de manera integral los procesos de cambio en la arquitectura.

En un primer acercamiento, podemos entender a la tecnología de manera general como el proceso de aplicación de un conjunto de conocimientos específicos que sirven para transformar la realidad, con la finalidad de resolver algún problema.⁴⁴ Román Kalisch, por su parte, define la tecnología de la construcción⁴⁵ como:

*[...] el estudio y la interpretación de las técnicas, así como el estudio e interpretación de los demás componentes tecnológicos, como los sistemas y procedimientos constructivos, los materiales de construcción, la fuerza de trabajo y las herramientas y equipo.*⁴⁶

De esta forma, podemos entender al desarrollo tecnológico-constructivo de la arquitectura como la evolución del conjunto de técnicas aplicadas a la construcción que están determinadas por factores como los nuevos materiales (concreto, acero y vidrio) y su combinación con los tradicionales (ladrillo, tabique, piedra, etc.); así como los sistemas constructivos de cimentaciones, estructuras, cubiertas; además del dominio del cálculo estructural e instalaciones.

⁴³ Kenneth Frampton, *op. cit.*

⁴⁴ Mónica Casalet, et al., *Tecnología: concepto, problemas y perspectivas*, México, ed. Siglo XXI, 1998, p. 7.

⁴⁵ Entendida esta como sinónimo de tecnología constructiva.

⁴⁶ Manuel Arturo Román Kalisch, "Desarrollo tecnológico urbano-arquitectónico del Porfiriato en Yucatán", *op. cit.*, p. 7.

Sobre el proceso de introducción, aprendizaje y apropiación, hay que entender que éste se hace necesario para incorporar el uso de nuevas tecnologías (materiales y sistemas constructivos) ajenas a la tradición constructiva de una sociedad. Entendiendo este proceso como el periodo de tiempo necesario para que un nuevo elemento, en este caso los nuevos materiales, como el concreto y acero, así como sus técnicas constructivas, sean completamente perfeccionadas, es decir, exista un criterio general específico sobre la manera de emplearlos, y se caracteriza por ser una etapa de experimentación en el uso de las nuevas tecnologías, asociado a la idiosincrasia social que se refleja a través de constructores locales.

A partir de la década de los años treinta de siglo pasado, comenzó en la ciudad de Morelia una serie de innovaciones en el proceso de edificación y diseño de las construcciones, caracterizada por la introducción de los nuevos materiales y técnicas constructivas. Durante este periodo se desarrolla el aprendizaje y luego la apropiación de nuevos materiales y sistemas constructivos, entre ellos el sistema más significativo de esta época: el concreto reforzado, cuya introducción y primeros usos estuvieron fundamentados en la experimentación de sus propiedades.

El primer acercamiento al enfoque teórico, se centra primordialmente en la caracterización de este proceso de introducción, aprendizaje y apropiación, al reconocer la importancia de la introducción de una nueva tecnología constructiva —el concreto reforzado— en la edificación de los primeros edificios modernos durante este periodo, caracterizado por una experimentación en el uso de los nuevos materiales, para llegar a un dominio pleno de los mismos.

Por ser una investigación basada la comprensión e interpretación de la manera de utilizar la tecnología moderna por parte de los constructores locales, que es un estudio histórico de un proceso relativamente reciente, ha sido difícil encontrar una teoría representativa a la cual dirigirse. No parece existir una teoría clara sobre la forma de abordar la tesis teniendo a la tecnología moderna como el eje principal, por lo tanto parece pertinente tratar de elaborar una teoría propia, acorde a lo que se desea realizar, que permita la interpretación de los datos que se han estado recolectando (dimensionamiento de elementos constructivos, armados de varillas, proporciones de mezclas) con el objeto de establecer una comparación técnico-evolutiva entre las obras del constructor, cuyo análisis e interpretación de los datos constituye la verdadera aportación de este trabajo.

23

Vale la pena aclarar que la preocupación de este escrito no se centra en proponer la conservación de la obras modernas, ya que es la sociedad la que debe decidir en este asunto, mi interés particular es tener un registro sobre cómo se dio el proceso y así construir una historia conjunta con las investigaciones que se han estado realizando sobre este periodo, que permita tener un mejor conocimiento del mismo.

El proceso de introducción, aprendizaje y apropiación

La tecnología constructiva no se puede estudiar como una unidad aislada, es necesario establecer una relación con el contexto del que forma parte; el espacio, el medio ambiente, lo social, para obtener un resultado más apegado a la realidad objetiva del objeto de estudio. Con respecto a esto Luis Torres menciona lo siguiente:

Al establecer como vehículo de análisis de la arquitectura la tecnología que ha sido usada para su confección, no se pretende soslayar los demás

*ingredientes que permanecen anclados a ella, sino que, por el contrario, se busca siempre la explicación completa del fenómeno con énfasis en el campo de la tecnología para la construcción.*⁴⁷

Los grandes cambios en la arquitectura se deben a varios factores, principalmente a cambios de ideologías sociales, culturales y políticas, pero siempre van unidos a innovaciones técnicas que permiten materializarlos, en el caso de la modernidad arquitectónica⁴⁸, el papel de las nuevas tecnologías fue fundamental.

En este sentido Román Kalisch menciona que la tecnología y sus procesos productivos constituyen el medio por el cual una sociedad transforma los recursos naturales del medio ambiente, a través del trabajo de recurso humano y de los conocimientos técnicos, en satisfactores materiales arquitectónicos.⁴⁹

Sobre la modernización, en el sentido específico de los materiales, Israel Katzman reconoce que el factor "innovador principal fue el uso del concreto armado" y su cualidad de ser una "piedra moldeable"⁵⁰, lo que facilitó las posibilidades de generar espacios cada vez más amplios y permitió ir dejando gradualmente a un lado los procesos estereotómicos. Sobre la manera en que se utilizaron y aplicaron los nuevos materiales, producto de la modernidad, en México, Carlos González Lobos lo resume de la siguiente manera:

...la introducción de nuevos materiales y técnicas constructivas en el proceso de ajustes a la realidad constructiva y proyectual preexistentes en México generó, en el camino a su uso extensivo y mayoritario, situaciones en que dichos ajustes no fueron posibles y hubo que intentar

⁴⁷ Luis Alberto Torres Garibay, "Tecnología histórica. Un aporte fundamental para la historia de la arquitectura", en Catherine R. Ettinger (edit.), *Situación actual de la historiografía de la arquitectura mexicana*, Morelia, UMSNH, 2008, p. 104.

⁴⁸ El concepto se desarrolla con profundidad en el marco conceptual y los antecedentes.

⁴⁹ Manuel Arturo Román Kalisch, *loc. cit.*

⁵⁰ Israel Katzman, *op. cit.*, p. 6.

*un salto cualitativo mayor: el de las innovaciones, hallazgos y descubrimientos que ensanchan la cobertura que dicha técnica constructiva permite; y lo hacen en las condiciones de mayor economía o mayor ajuste al desarrollo existente de las fuerza productivas, y ocasionalmente a una mayor idoneidad para que este material y técnica sean apropiados a la solución del problema constructivo, y apropiables por los potenciales usuarios de esa tecnología.*⁵¹

La tecnología constructiva de la arquitectura es un elemento característico de cada sociedad, pueden existir similitudes entre las diversas culturas, generalmente entre las que hay mayor cercanía y comunicación, pero en cada una de ellas esta tecnología responde a diferentes necesidades sociales y se adaptan al medio ambiente, tanto natural como edificado.

Un primer acercamiento teórico sobre la comprensión de este proceso, lo proporciona la teoría del control cultural⁵² elaborada por Bonfil Batalla; por control cultural se entiende el sistema según el cual se ejerce capacidad de decisión sobre los elementos culturales,⁵³ estos se dividen en cinco grupos: materiales, de organización, de conocimiento, simbólicos y emotivos.⁵⁴ Podemos reconocer la tecnología constructiva de la arquitectura como un elemento cultural de carácter material.

Se considera como tecnología propia el conjunto de elementos que el grupo social ha usado por generaciones y tiene la capacidad de

⁵¹ Carlos González Lobo, *op. cit.*, p. 379-380.

⁵² Guillermo Bonfil, "Lo propio y lo ajeno, una aproximación al problema del control cultural", en *Pensar nuestra cultura. Ensayos*, México, Ed. Alianza, 1991, (publicado por primera vez en 1983) ó Guillermo Bonfil, "La teoría del control cultural...", en *Anuario antropológico*, Universidad de Brasilia, 1986.

⁵³ Como la cultura es un fenómeno social, la capacidad de decisión que define al control cultural es también una capacidad social, lo que implica que, aunque las decisiones las tomen individuos, el conjunto social dispone, a su vez, de formas de control sobre ellas.

⁵⁴ Guillermo Bonfil, "La teoría del control cultural...", *op. cit.*, pp. 171-172

producirlos, usarlos y reproducirlos,⁵⁵ es decir, una tecnología usada por generaciones se considera propia mientras sea capaz de producir, reproducir y mantener sus elementos tecnológicos: materiales y sistemas constructivos, mano de obra y herramientas. Cuando llega un nuevo elemento tecnológico se vuelve un elemento cultural ajeno, generando primeramente un proceso de introducción y después un proceso de aprendizaje,⁵⁶ dentro del cual, la sociedad es capaz de usarlo y decidir sobre él, aunque todavía no es capaz de producir o reproducir dicho elemento. El proceso de aprendizaje termina cuando el grupo (la sociedad) no solo puede decidir sobre el uso de tales elementos, sino que es capaz de producirlos o reproducirlos,⁵⁷ esto se manifiesta cuando la tecnología es dominada y la sociedad puede desarrollar y asimilar las partes integrantes de la nueva tecnología, o sea, los procedimientos constructivos para la adquisición o fabricación de los materiales, equipos y herramientas necesarios, además de contar con la existencia de mano de obra especializada en el lugar, con esto se convierte en un elemento cultural propio.

En la siguiente tabla se aprecian mejor las relaciones antes expuestas:

Elementos culturales	Decisiones	
	Propias	Ajenas
Propios	cultura AUTÓNOMA	cultura ENAJENADA
Ajenos	cultura APROPIADA	cultura IMPUESTA

Fig. 4.- Esquema tomado del artículo de Guillermo Bonfil, "La teoría del control cultural...", *op. cit.* p. 173.

⁵⁵ En esta investigación se pretende estudiar solo las dos primeras fases, que son la de producción y uso de las nuevas tecnologías. *Ibidem*, p. 174

⁵⁶ *Ibidem*.

⁵⁷ *Ibidem*, p. 185

Sobre los procesos de apropiación de elementos tecnológicos García Canclini⁵⁸ menciona que la dificultad en su estudio radica en comprender como la dinámica propia del desarrollo tecnológico influye en los cambios sociales, coincidiendo con los movimientos sociales o los contradice⁵⁹. También considera que la remodelación tecnológica de las prácticas sociales no siempre contradice los elementos de culturas tradicionales, sino que consiste en una apropiación múltiple de patrimonios culturales que abre posibilidades originales de experimentación y comunicación, con usos democratizadores.⁶⁰ A este respecto señala:

"Las nuevas tecnologías no sólo promueven la creatividad y la innovación. También reproducen estructuras conocidas.[...] la coexistencia de estos usos contradictorios revela que las interacciones de las nuevas tecnologías con la cultura anterior las vuelve parte de un proceso mucho mayor del que ellas desencadenaron o del que manejan."⁶¹

En conclusión no existen clases sociales que se vinculen de manera rígida con los elementos culturales, sino que forman parte de un proceso de hibridación⁶² caracterizado por la mezcla de elementos culturales.

El objetivo de la investigación entonces será el de caracterizar como se dio este proceso con base en la evolución constructiva de los constructores locales, para lo cual se pretende entender la forma de construir, a partir del estudio en campo de un conjunto de obras

⁵⁸ Néstor García Canclini, en *Culturas híbridas. Estrategias para entrar y salir de la modernidad*, México, Grijalbo, 1990, p. 49,63

⁵⁹ En el caso de Morelia fue una adaptación de las nuevas tecnologías al contexto de la ciudad.

⁶⁰ *Ibidem*.

⁶¹ *Ibidem*, p. 49

⁶² Entendido en este caso como la conjunción de materiales y sistemas constructivos tradicionales con la nueva tecnología.

seleccionadas y su confrontación con la investigación de archivo, el cual se enfoca en la información técnica, es decir, en la forma de empleo de los nuevos materiales, específicamente el sistema del concreto reforzado.

En el caso particular de la introducción y adaptación de las nuevas tecnologías modernas, en específico del concreto reforzado, en el ámbito tradicional de Morelia se establece este estudio teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Reconocer el proceso de adaptación de estas nuevas tecnologías a los contextos tradicionales, en particular la dificultad de introducción y adaptación del concreto reforzado.
2. Es trascendental conocer nuestro pasado reciente para no crear vacíos en la historia de la ciudad.
3. La materialidad de las obras hechas en concreto, contrario a lo que propagaban las revistas del periodo de introducción del concreto como un material duradero, es un material con un grado mayor de deterioro a lo largo del tiempo que materiales como la piedra. Por esto es importante entender las construcciones de este periodo han sido objeto de diversas adecuaciones que les han permitido mantenerse hasta hoy en día, lo que permite en nuestro caso que aún estemos a tiempo de conocer y analizar gran parte de este acervo arquitectónico.
4. El proceso de aprendizaje de las nuevas tecnologías en ámbitos tradicionales es comparable entre las ciudades, lo que permite construir un conocimiento más complejo del fenómeno.

5. El uso del concreto de manera peculiar, que hoy en día no responde a cálculos actuales. Lo que indica que la técnica se perfeccionó e uniformizó.

En el ámbito metodológico para el desarrollo de la investigación, es importante señalar que como cualquier obra arquitectónica, la arquitectura del siglo XX ha sido susceptible a gran cantidad de modificaciones y adaptaciones de acuerdo a nuevas necesidades, llegando a ser difícil en varios casos establecer la temporalidad de cada una sus etapas constructivas, en el caso de Morelia nos interesa conocer la evolución de la técnica en el uso del concreto reforzado durante los primeros usos de concreto y sus etapas de experimentación y apropiación.

Para realizar este estudio se establece la cronología de una selección de obras de los tres constructores prolíficos de la ciudad: Jaime Sandoval, el despacho de los hermanos Rodríguez Soto y Rogiero Silva, debido a la gran cantidad de obra que construyeron (Fig. 2).

La selección de las unidades de análisis se realizó teniendo en cuenta varios factores, el primero fue una revisión general de las obras de cada constructor que permitió ubicar las obras con las que se contaba mayor información ya fuera en archivo o en sitio. A partir de esta reducción se seleccionaron obras pertenecientes a cada una de las décadas del periodo de introducción, aprendizaje y apropiación del concreto reforzado, en donde además se consideró tener obras de diferentes tipologías.

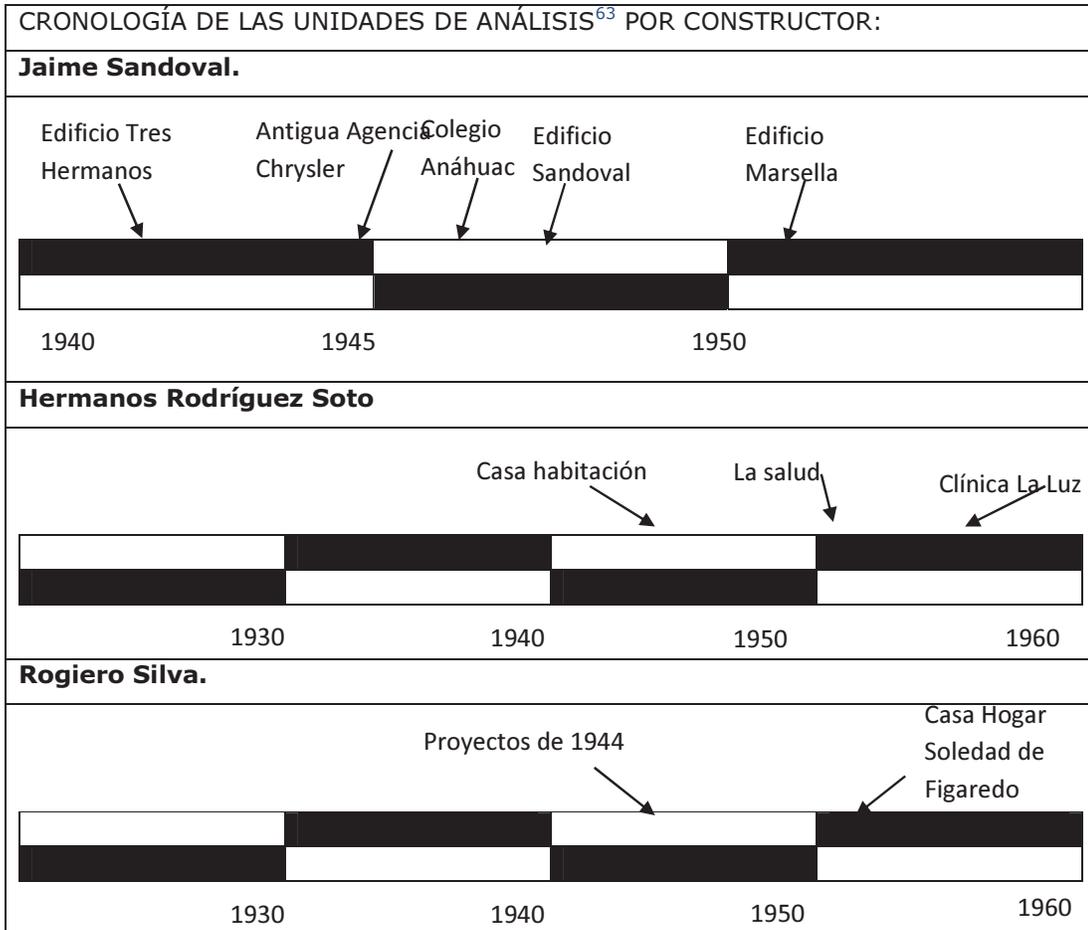


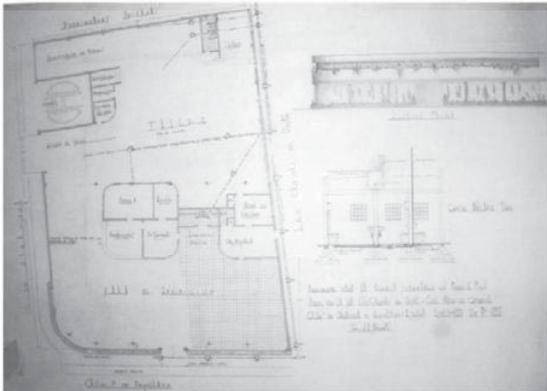
Fig. 2.- Tabla de cronología de obras por constructor

Se analizó la forma de construir con base en el estudio en sitio, complementado por investigación de archivo, de cada una de las obras seleccionadas, centrándome la información técnica, es decir, en la forma de empleo del concreto y el acero, reconociendo además la manera en que ambos se conjugaron con los materiales tradicionales.

⁶³ Para la selección de estas unidades fue de gran ayuda las tesis de Tania Montiel y Omar Gutiérrez sobre las obras de la obra de los hermanos Rodríguez Soto y la tesis titulada "Jaime Sandoval: Obra construida en Morelia de 1938 a 1966."

En este sentido se atiende primeramente a la estructura de cada edificio en general, para particularizar a los detalles técnicos de dimensionamientos del propio elemento en relación con los claros solucionados, así como sus armados de varilla y proporciones de elementos constructivos. Para obtener los datos se utilizaron fichas de registro de información (Fig. 5).

Desarrollo de la tecnología constructiva en la arquitectura moreliana de 1933 a 1956
 Proceso de inserción, aprendizaje y apropiación del concreto reforzado

Evolución de la tecnología constructiva en la arquitectura moderna de Morelia (1930-1960).		
Nombre del edificio		
Constructor	JAIME SANDOVAL	Fotografías
Año	1946	
Edificio	Agencia Dodge	
Uso	Comercial	
Ubicación	Centro Periferia	
Dirección	Av. Acueducto	
Fuentes		
Localización:		
		
Datos técnicos de archivo		
Nombre del archivo.	Ubicación del documento: Archivo particular Jaime Sandoval	
Nombre del documento.	caja	Expediente
Descripción: Proyecto Agencia Studebaker		
Datos importantes:		
		
Datos técnico-constructivos campo		

Desarrollo de la tecnología constructiva en la arquitectura moreliana de 1933 a 1956
Proceso de inserción, aprendizaje y apropiación del concreto reforzado

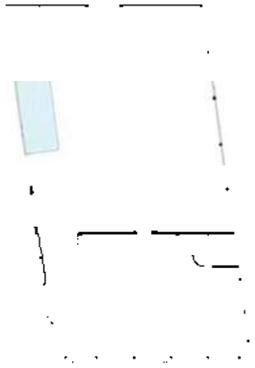
Fecha de visita: Mayo 2010							
Identificación de elementos							
	Fachada	Apoyos verticales	Apoyos horizontales	Entrepisos	Cubiertas		
Materiales	A,D,E	A			C		
Sistemas constructivos	4	1			2,3		
Descripción							
Simbología de materiales: (A)Concreto, (B) acero, (C)Fierro, (D) Tabique, (E)Vidrio							
Simbología de sistemas constructivos: (1) Concreto armado, (2) estructura metálica, (3) estructura de madera (4) Esqueleto de concreto armado.							
Registro de elementos							
ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	Trabes	Muros	Columnas	Losas	Cerramientos	v a n o s	Otros elementos
Medidas		M1=17cm. M2=15 cm.	C1= 50cm C2= 45x35cm C3 = 40x40cm H= 3.40cm			5.40 -4.40m	
Distancia entre elementos			C1 = 4.40-5.40m C2=4.25-4.70 C3=6.90				
Armados							
Proporción de Mezclas							
Estado actual	El edificio está muy bien conservado en cuanto al aspecto original, aunque el interior ha sido muy modificado debido a que la cubierta es de estructura, lo que ha permitido adecuaciones del espacio interior.						
Disposición de elementos constructivos. (Planes)							
							

Fig. 5.- Ejemplo de ficha de trabajo de la Agencia Studebaker de Jaime Sandoval

En síntesis, se establece que el proceso de introducción, aprendizaje y apropiación en el uso del concreto reforzado en la ciudad de Morelia, es comprensible en gran parte a través del análisis técnico

escasamente valorado en la arquitectura moderna, y que el conocimiento del proceso técnico-constructivo de los diferentes elementos constructivos – trabes, losas y columnas – de concreto en las obras realizadas durante este periodo, en cuanto a sus dimensionamiento (de elementos en relación a los claros obtenidos), armado de varilla y proporciones de mezcla, genera nueva información, la cual a través de su comparación en aspectos técnicos, nos permite conocer el proceso evolutivo caracterizado por la experimentación y adecuación del concreto reforzado al contexto tradicional por parte de los constructores del periodo, siendo este parte fundamental de la historia reciente de la ciudad.

CAPÍTULO 1. EL CONCRETO REFORZADO. LA TÉCNICA CONSTRUCTIVA MÁS RELEVANTE DE LA MODERNIDAD

ORÍGENES DEL CONCRETO MODERNO.

El concreto es reconocido como el material más importante de la actualidad, cuya técnica dominó la construcción casi por completo durante el siglo pasado como el material más influyente en los procesos constructivos globales¹, y marcó un cambio radical en cuanto a los procesos técnicos de edificación en las poblaciones cercanas a las nuevas posibilidades². Esto nos da la pauta para estar al tanto de la importancia de conocer su desarrollo a través de la historia de la humanidad, ya que no fue un elemento nuevo debido a que ya se conocían sus propiedades desde la Antigüedad.

¹ El uso del concreto se expandió alrededor del mundo a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, aunque no podemos negar que en la mayoría del planeta se seguía construyendo con sistemas tradicionales locales.

² En cuanto a que existieron en el caso de México, y no dudo que muchos en otros países, ámbitos vernáculos que se mantuvieron alejados de esta nueva técnica de construcción.

El concreto moderno es un material que surgió a finales del siglo XIX como el resultado de la industrialización del proceso de fabricación del cemento³ y del acero⁴, aunque los primeros usos de morteros cementantes son inciertos. Resulta difícil establecer los orígenes del concreto, los primeros usos de este material que han sido reconocidos por los especialistas se remontan a la Antigüedad clásica. Aunque, por estudios recientes se sabe que el concreto tiene una historia mucho más extensa en el tiempo.

El empleo de materiales cementantes en la construcción se remonta a los orígenes de las primeras civilizaciones, a la par de la aparición de los primeros pueblos sedentarios; desde que el hombre utilizó la arcilla como aglutinante de materiales para construir sus primeras moradas surgieron los primeros morteros, este hecho histórico es uno de los primeros antecedentes del concreto actual.

En primer antecedente del concreto identificado por especialistas corresponde a un estudio realizado en la zona arqueológica⁵ ubicada a la derecha del río Danubio, compuesta por nueve horizontes culturales; el estrato más antiguo, cuya edad es de aproximadamente 7,600 años, fue nombrado como Lepenski Vir. En este estrato se identificó que los suelos de las chozas usaban un mortero hecho con una mezcla a base de cal rojiza, arena, grava y agua, que se distribuía por el suelo dándole un espesor de 2 a 3cms en las orillas y hasta 25cms en el centro. De la

³ Entendiendo a este material como un conglomerante que resulta de una mezcla de caliza y arcillas calcinadas y posteriormente molidas, y que tiene la capacidad de endurecer paulatinamente al contacto con el agua.

⁴ El acero moderno es resultado de la Revolución Industrial que trajo la fabricación de hornos de altas temperaturas, que permitieron obtener acero de mayor pureza y por consiguiente mayor resistencia.

⁵ Este estudio fue realizado por el arqueólogo yugoslavo Dragoslav, quien visitó en 1985 la zona (que actualmente se encuentra inundada debido al desbordamiento de una presa)

prehistoria de Lepeski Vir y su concreto, no se sabe nada, tampoco se conocen sucesores.⁶

Otro de los primeros usos reconocidos por los especialistas se remonta hacia el año 6,000 antes de Cristo, en Asia menor, dentro de la cultura mesopotámica, con la elaboración de tablas de barro con adición de agregados, las cuales fueron usadas en construcciones. Del mismo modo los egipcios, hacia el año 4000 a.C. utilizaron una mezcla de mortero de yeso como aglutinante de las miles de piezas usadas en las construcciones faraónicas de pirámides. En el año 2000 a.C. los chinos unían piedras utilizando un procedimiento, a base de barro con alto contenido de "lob" un sedimento fino eólico; que fue mezclado con trozos de roca y agua, y usado en la construcción de la muralla china.

Los primeros usos de la cal como cementante se dieron en antiguas civilizaciones de la isla de Creta. De allí su uso se difundió a Grecia, y posteriormente lo adoptaron los romanos, extendiendo el uso del material a todo su imperio. El concreto romano era el resultado de la mezcla íntima de tabiques quebrados o tobas volcánicas, puzolana y cal hidratada.⁷ La época romana fue un periodo donde el concreto se uso en todo tipo de construcciones incluyendo pavimentos y calles, y cuyo uso provenía de un conocimiento heredado por los griegos, el gran ejemplo del uso majestuoso de este material lo encontramos en la cúpula del panteón de Agripa⁸. (Fig. 1.1 y 1.2)

⁶ Heráclito Esqueda Huidobro, "El concreto en la Historia", En: *Construcción y tecnología*, vol. 2, núm. 15 (septiembre 1989) pp. 9-25.

⁷ *Ibidem*.

⁸ El panteón en Roma, fue construido por Agripa en el año 27 a.C. y restaurado después de un incendio por Adrian en el año 120 de nuestra era, ha desafiado el tiempo sin daños considerables, y a partir del año 609 es la Iglesia de Santa María de los Mártires.

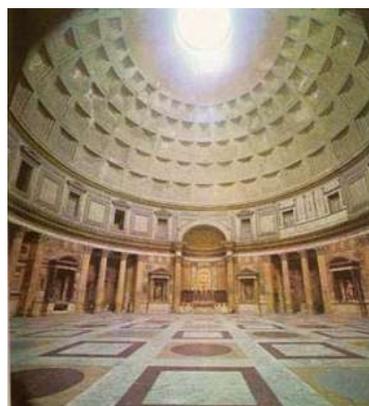


Fig. 1.1 y 1.2.- A la izquierda corte del Panteón en donde la cúpula de 44m de diámetro es resuelta mediante concreto simple. Este recinto no tiene ninguna ventanal la iluminación es resuelta mediante el lucernario central de gran diámetro. La cúpula esta aligerada por medio de casetones. Fuentes:

Fig. 1.1. William Luebke, Max Semrau: Esquema de la Historia del Arte. Pablo Neff Verlag, Esslingen, 14 Edición de 1908.

Fig. 1.2. http://www.artecreha.com/Miradas_CREHA/panteon-de-agripa-roma.html

Sin embargo, los antecedentes del empleo del concreto no se limitan a las culturas establecidas al otro lado del Atlántico, en la cultura Totonaca se aplicaron los principios muy cercanos a lo que hoy conocemos como la losa de concreto. En muchas edificaciones totonacas, los techos y entrepisos fueron resueltos con losas a base de mezcla, apisonada en varios estratos, de cal y agregados inertes, con un refuerzo proporcionado por fibras vegetales⁹. Fueron miles de metros cuadrados los que se resolvieron a través de este sistema que llegaba a cubrir claros de más de cinco metros. Lo anterior nos indica que conocían el trabajo a flexión de la losa¹⁰.

En Europa, después de la caída del imperio romano en el siglo VII, parece ser que el uso del concreto quedó relegado al olvido; para ser redescubierto a mediados del siglo XVIII por los ingleses. El uso del

⁹ Estas fibras realizaban un trabajo similar a lo que actualmente realiza el acero en las losas de concreto reforzado, al soportar esfuerzos de tensión.

¹⁰ J.G. Gómez, "Historia del cemento Y el concreto. Primera parte", en *Noticreto: la revista de la técnica y la construcción*, vol.0, núm. 39 (abril-junio 1996) pp. 22-26.

concreto se había perdido hasta que el ingeniero John Smeaton lo redescubrió en 1756 durante la reconstrucción del Faro de Eddystone en la costa sur de Inglaterra (Figs. 3 y 4)¹¹. Smeaton empleó en la construcción del faro un sistema tal que logró un conjunto de gran resistencia; juntó las piedras una con otra y, en cuanto a los cimientos y al material de unión, empleó una mezcla de cal viva, arcilla, arena y escoria de hierro en polvo. La construcción del faro de Eddystone es considerada como el antecedente más cercano en que se utilizó un mortero más apegado a las propiedades del concreto actual.

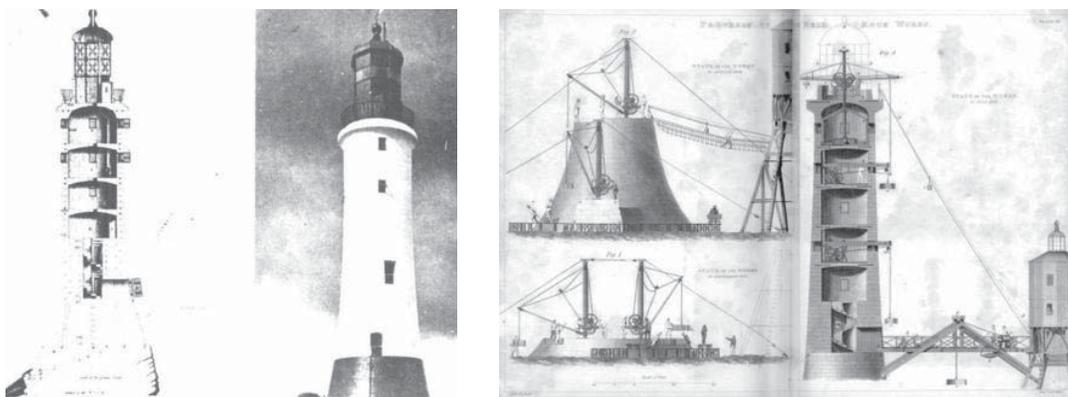


Fig. 1.3 y 1.4.- Fue el tercer faro construido en este lugar, y fue realizado por Smeaton, es el más conocido debido a su influencia en el diseño de los faros y por su importancia en el desarrollo de hormigón para la construcción y en especial por el hormigón que fragua bajo el agua y además no es soluble en ambiente marino y funciona sumergido. El faro de Smeaton resistía pero la roca sobre la que se apoyaba se erosionaba por la acción de las olas y se decidió su sustitución por una cuarta estructura. Fuentes:

1.3. En Cita 11.

1.4. Grabado de William Miller en 1823), publicado como figura IX en una cuenta del Faro de Bell Rock por Robert Stevenson, Londres, 1824

¹¹ Cutberto Díaz Gómez, "Algunos aspectos del pasado, presente y futuro del concreto" en *Revista del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto*, vol. 11, núm. 65 (nov-dic 1973) pp. 17-36.

Las primeras patentes

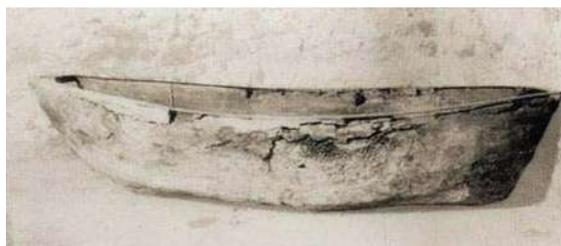
En 1817 Vicat propuso por primera vez el procedimiento de fabricación del cemento que en términos generales se sigue utilizando hoy día. La primera patente para la fabricación del cemento Portland fue otorgada en 1824 a Joseph Aspdin, quien lo llamó Portland porque el color del concreto que obtenía se parecía a la piedra natural del lugar de ese nombre, al sur de Inglaterra¹², aunque el uso de este material se limitó a la elaboración de ladrillos. El proceso de producción de cemento fue mejorado por Isaac Johnson en 1845 quién elevó la temperatura a la cual se calcinaba el material para formar el clinker a partir de la arcilla y la piedra caliza, por lo que es considerado el creador del moderno cemento Portland.

40

Sobre el origen del concreto reforzado, cabe destacar que en sus inicios no fue usado en la industria de la construcción, se utilizó en la elaboración de objetos cotidianos, su uso en edificaciones fue limitado; algunos constructores fabricaban mallas de acero recubiertas con mortero de cemento, con el objeto de obtener paredes delgadas y sólidas para fabricar objetos impermeables e incombustibles. Por su parte, Joseph Louis Lambot confeccionó en 1845 cajas para naranjas y depósitos con malla recubierta de cemento con los mismos materiales, construyó un poco más tarde una barca que puso a flote en 1849 y le puso por nombre: "Bateau-Ciment" (barco de cemento). El 30 de enero de 1855 patentó su barca, que fue exhibida al público por vez primera en la exposición universal de París de 1855 y obtuvo un éxito

¹² *Ibidem.*

considerable, este objeto es uno de los primeros antecedentes del concreto reforzado (Figs. 1.5 y 1.6)¹³.



41

Figs. 1.5 y 1.6.- Las únicas fotos existentes de la barca de Lambot, que no se hundió a pesar de ser de concreto reforzado. Fuentes:

1.5. http://www.uah.edu/student_life/organizations/ASCE/FortheRecord

1.6. Historia de la fundación Strategic Steel Stichting Technics, los medios de comunicación ENCI.

Fue hasta el año de 1861, cuando François Coignet expresó por primera vez el papel que corresponde al concreto y al acero como partes de un nuevo sistema en el libro que publicó en ese año, donde además propuso diversos modos de aplicación para la construcción de losas, bóvedas, tubos, presas, entre otras edificaciones.

Al francés Joseph Monier corresponde el mérito de haber sido el primero en darse cuenta de la importancia industrial del concreto reforzado. El perfeccionar aún más el procedimiento de Monier, permitió que se realizaran las primeras aplicaciones por parte de las empresas Johnson, Lurman, Fremy y Langen.

El primer cemento Portland que se usó en Estados Unidos y Canadá fue importado de Inglaterra en 1870. David Saylor construyó en 1871 la primera fábrica de cemento Portland en Estados Unidos; era una pequeña planta de cemento natural que él había construido en Coplay, Lehigh Valley al norte de Allentown en 1866. Antes de 1871 todo el

¹³ Heráclito Esqueda Huidobro, *op. cit.*

cemento hecho en los Estados Unidos era “Natural”, es decir, hecho de ingredientes tomados tal y como existen en la tierra¹⁴.

En 1888, M. Madoux, un amigo de François Hennebique, le pidió a este último que construyera un edificio incombustible. Hennebique le propuso una envoltura refractaria, sabía que bajo compresión, concreto es preferible al fierro, y que presentaba al esfuerzo cortante una resistencia considerable.¹⁵

42

Hennebique fue el primero en unir monolíticamente losas, trabes y columnas. Patentó su sistema y nombró concesionarios en numerosos países del mundo. En México, en 1901 se estableció la primera empresa constructora de concreto reforzado, formada por el contralmirante Ángel Ortiz Monasterio, representante de la casa Hennebique, el coronel Fernando González y el ingeniero Miguel Rebolledo, gracias a cuyo entusiasmo y conocimientos el nuevo material encontró rápida aceptación en nuestro país (este tema será tratado más adelante).

Por lo tanto, hay que establecer que el concreto reforzado moderno surge a la par de la industrialización del proceso de fabricación de sus materiales: cemento y acero, cambio que no se dio de la noche a la mañana, sino que fue un largo proceso de prueba y error, con base en la experimentación de las propiedades de los materiales, primeramente por separado, ya fuera el concreto o el acero, y luego se experimentó en su conjunto para llegar a perfeccionar el sistema constructivo del concreto reforzado.

¹⁴ *Ibidem.*

¹⁵ *Ibidem.*

EL CÁLCULO ESTRUCTURAL Y LAS NUEVAS POSIBILIDADES

El redescubrimiento del concreto artificial trajo consigo una revolución en la manera de entender el comportamiento del edificio y su estructura, anteriormente la manera de entender a las edificaciones se basaba en la geometría, específicamente la estereotomía, a través del trabajo de las estructuras de mampostería, que se había ido perfeccionando de manera empírica de generación tras generación entre constructores.

43

En los sistemas constructivos clásicos y antiguos, la obra completa conformaba la estructura, por consiguiente, se desperdiciaba gran cantidad de material porque se colocaba en sitios donde no se requería para absorber esfuerzos, pero sí para cerramientos; en cambio, el sistema moderno del concreto reforzado permitió construir el esqueleto de la edificación independientemente de los cerramientos que no son estructurales, por lo tanto se pueden fabricar con materiales más livianos y económicos.

En relación con lo anterior, el nuevo sistema constructivo del concreto reforzado ofrecía una mucho mayor resistencia a la tensión en comparación con materiales tradicionales como la piedra, permitiendo claros más amplios, elementos constructivos más esbeltos y la posibilidad de cubiertas voladas, es decir, empotradas de un solo lado que fueron adaptadas para solventar necesidades de la época. Lo anterior generó una revolución en el cálculo de estructuras, surgiendo así el cálculo estructural moderno, que en sus inicios se había avocado a las obras de ingeniería de hierro como fueron los puentes en Europa.

El cálculo estructural se caracterizó por ser un cambio radical en la manera de concebir a las estructuras, se intenta entender a las

estructuras desde los límites de su resistencia y las normativas al uso, al contrario de la fábrica de mampostería en donde se utiliza con mayor medida principios fundamentales como el equilibrio y sus límites, generalmente en base a la experiencia obtenida de prueba y error¹⁶.

El cálculo estructural moderno, es también resultado de una experimentación: los primeros constructores que utilizaron el concreto reforzado no fueron teóricos; muchos de ellos no tenían una idea precisa de la estabilidad que las construcciones alcanzaban al utilizar el nuevo sistema constructivo. Este sistema fue estudiado por vías de la experiencia que permitió establecer algunos principios sobre los cuales se basaron las hipótesis¹⁷.

En una breve reseña del desarrollo del cálculo estructural a partir de la introducción del concreto reforzado encontramos en primer instancia a los alemanes con el desarrollo del sistema de Monier. Koenen y Wayss dieron a conocer en 1886-1887 fórmulas que se aplicaron considerablemente en el empleo y desarrollo del sistema; eran fórmulas empíricas que no trataban de explicar los diferentes papeles del acero y del concreto en la resistencia del concreto reforzado. Esta aplicación fue usada y buscada por muchos ingenieros de esta época. Aunque el primer método racional dimensionamiento elástico secciones sujetas a flexión fue publicado en 1884 por Edmond Coignet. En 1904 este último publicó un tratado muy completo sobre concreto reforzado, con más de 600 páginas.¹⁸

¹⁶ Antonio J. Mas Guindal, "La concepción estructural de la fábrica en arquitectura", en *Informes de la Construcción*, Vol. 56, nº 496, Madrid, marzo-abril 2005, disponible en:
<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/458/531>

¹⁷ Heráclito Esqueda Huidobro, "El concreto en la Historia", *op. cit.*

¹⁸ Cutberto Díaz Gómez, "Algunos aspectos del pasado, presente y futuro del concreto", *op. cit.*

Los estudios que desde el principio fueron llevados a cabo sobre el nuevo sistema, reconocieron que el funcionamiento de las piezas de concreto reforzado, bajo la acción de las cargas debería depender de las propiedades elásticas del fierro y del concreto¹⁹. Por lo que el primero de los métodos de cálculo que se usó a principios del siglo anterior, para determinar las secciones de los diferentes elementos estructurales, fue el método elástico el cual se basó en las cargas admisibles considerando al concreto como un material flexible. Se sabía que el concreto no es elástico, pero se trató como si lo fuera con base en ensayos que han demostrado que, para niveles bajos de carga, las deformaciones son sensiblemente proporcionales a los esfuerzos, por esta razón se limitó la capacidad resistente de las piezas a valores muy bajos en relación con su capacidad máxima. Se establecieron unos coeficientes que afectaban la capacidad resistente de los materiales, limitando el trabajo del concreto hasta un 45% de su capacidad a la rotura y el del acero hasta un 50%²⁰. Realmente el criterio para determinar estos coeficientes no fue el de suministrar un factor de seguridad, sino el de mantener unas condiciones de trabajo tales que la pieza se comportase elásticamente. Este método fue la teoría de cálculo que dominó la enseñanza en las universidades, y que rigió el diseño de elementos estructurales durante la introducción del concreto en la ciudad de Morelia.

A partir de la década de los cincuenta ya se hablaba del método de rotura o de resistencia última, pero fue en 1956 cuando las normas del American Concrete Institute (ACI) lo establecieron por primera vez. Esta teoría establece un punto de rotura al cargar la pieza hasta que se

¹⁹ Heráclito Esqueda Huidobro, *loc. cit.*

²⁰ Alonso Romero Martínez, "Evolución de los métodos de cálculo en las estructuras diseñadas con pórticos de concreto armado para edificios en el área norte de Latinoamérica", *Rev. Fac. Ing. UCV*. [online]. mayo 2005, vol.20, no.2, p.27-39. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652005000200003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0798-4065.

rompe, estableciendo factores de seguridad para que lo anterior no ocurra en condiciones de servicio, además permitió establecer diferencias entre los tipos de carga, cosa que no se podía hacer aplicando la teoría clásica. Aunque se considera muy difícil que esta teoría se haya usado en nuestro periodo de estudio por la temporalidad establecida, no se descarta que en las últimas obras analizadas se hayan utilizado algunos criterios de esta teoría.

NOTAS SOBRE EL ACERO

Al contrario del concreto, existe gran cantidad de información histórica sobre los orígenes del acero, pero no es objeto de este estudio abordar de manera minuciosa los orígenes del acero moderno, aunque si es importante establecer un planteamiento general sobre los primeros usos y evolución de este material, hasta llegar a su introducción y desarrollo en México.

Acerca de los orígenes del hierro (materia prima del acero), que aunque un poco inciertos, se sabe por los arqueólogos que los primeros utensilios de este material datan del año 3000 a.C. y fueron localizados en Egipto. Los griegos fueron un poco mas adelante al elaborar armas de hierro reforzado²¹. Todas las aleaciones de hierro producidas hasta el siglo XIV se clasifican actualmente como hierro forjado.

Pasado el siglo XIV se construyeron grandes hornos utilizados para la fundición y se incrementó el tiro para forzar el paso de los gases de combustión por la carga o mezcla de materias primas. En estos hornos de mayor tamaño el mineral de hierro de la parte superior del horno se reducía a hierro metálico y a continuación absorbía más carbono como

²¹ Ver glosario

resultado de los gases que lo atravesaban. El producto de estos hornos era el llamado arrabio, una aleación que funde a una temperatura menor que el acero o el hierro forjado. El arrabio se refinaba después para fabricar acero.

Los artesanos de hierro aprendieron a fabricar el acero al calentar hierro forjado y carbón vegetal en recipientes de arcilla durante varios días, para que el hierro absorbiera el carbono y así convertirse en acero.

La producción moderna de acero emplea altos hornos que son modelos perfeccionados de los usados antiguamente. El proceso de refinado del arrabio mediante chorros de aire se debe al inventor británico Henry Bessemer, que en 1855 desarrolló el horno o convertidor que lleva su nombre. Desde la década de 1960 funcionan varios minihornos que emplean electricidad para producir acero a partir de material de chatarra. Sin embargo, las grandes instalaciones de altos hornos continúan siendo esenciales para producir acero a partir de mineral de hierro²².

La industria metalúrgica en México.

El primer factor decisivo en el que intervino el hierro fue durante la conquista española, permitiendo a los conquistadores tener mejores armas que los conquistados. Las primeras forjas realizadas durante la Colonia fueron tijeras, instrumentos de labranza, clavos y armas, pero luego la herrería creció en importancia como parte decorativa de la arquitectura, produciéndose así elementos como barandales, rejas y puertas con figuras como ángeles, querubines, espirales y arabescos.

²² Historia del acero en <http://www.infoacero.cl/acero/historia.htm>

Aunque durante los primeros años del Virreinato los artesanos herreros eran españoles y portugueses, ya que se temía que los indígenas aprendieran el oficio, y con ello pudieran fabricar armas, la expedición de las Ordenanzas hacia 1524, permitió al religioso Vasco de Quiroga pugnar por la instalación de talleres para los indígenas, quienes una vez que aprendieron el oficio, lo desarrollaron con gran maestría, por lo que se puede afirmar que toda la herrería de los conventos coloniales se logró gracias a la mano de obra indígena²³.

La llegada de la tecnología del alto horno a México se produjo en 1807 mediante la ferrería Guadalupe instalada por Andrés Manuel del Río en Coalcomán, Michoacán. Dicho establecimiento inició operaciones el 29 de abril con un horno de reverbero y un alto horno de grandes proporciones y estuvo en operaciones hasta que los conflictos político militares del movimiento de Independencia acabaron con ella.

A comienzos del siglo XX, las ferrerías fueron sustituidas por compañías siderúrgicas de mayor extensión que iban surgiendo al ritmo del desarrollo económico e industrial que estaba experimentando el país. La más importante de ellas fue la Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, (FUMOSA) empresa que modificaría drásticamente la forma de fabricar acero en el territorio nacional.

La Cía. Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S.A. fue una de las empresas nacidas con el siglo XX dentro del proceso de industrialización de la capital de Nuevo León. Quedó constituida el 5 de mayo de 1900 con un capital de diez millones de pesos y unos meses después inició sus operaciones, bajo la dirección de los señores Vicente Ferrara (a nombre de quien fue presentada la solicitud correspondiente

²³ Felipe Díaz del Castillo y Enrique Cortés, "La industria del acero en México, los últimos cien años", *Tercer Congreso Científico Tecnológico*, UNAM, Septiembre 2008, p. 1.

y dirigida al gobernador de Nuevo León, el general Bernardo Reyes), Eugenio Kelly, Antonio Besagoiti y León Ferrara²⁴. Las primeras dos décadas del siglo XX estuvieron marcadas por una inestabilidad económica debido a los conflictos sociales de principios de siglo, cuyas repercusiones en la vida de la Fundidora Monterrey, S. A. se recrudecieron durante la fase armada de la revolución y la crisis internacional entre 1913 y 1918 lo que provocó una debacle en la producción que cayó hasta las cifras del año 1909²⁵. A pesar de esto la empresa logró sobrevivir y consolidarse como el máximo abastecedor de acero en el país.

La Fundidora Monterrey fue la primera y única empresa de este tipo establecida en México hasta la década de los cuarenta, en la cual se fundaron Altos Hornos de México, S.A. (AHMSA) de Monclova, Coahuila, en 1942 y la región montana Hojalata y Lámina, S.A. (HYLSA)²⁶. Por lo cual durante las primeras cuatro décadas del siglo pasado fue la empresa que suministró el acero en el país y muy probablemente en la ciudad de Morelia. Posteriormente es factible que el acero se haya traído de cualquiera de las empresas anteriores.

INTRODUCCIÓN, APRENDIZAJE Y APROPIACIÓN DE LA NUEVA TÉCNICA EN MÉXICO

Antecedentes. El Porfirismo y los primeros usos

Las fiestas del Centenario de la Independencia de México realizadas durante los últimos años del gobierno porfirista, fueron la oportunidad perfecta de presentar a México como un país renovado por

²⁴ Ávila, José Oscar Juárez, "Los altos hornos de la Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey". *Ingenierías*, Julio-Septiembre 2007, Vol. X, No. 36. Págs. 40-45.

²⁵ Javier Rojas Sandoval, *Historia de la cultura laboral en la Fundidora Monterrey (1936-1969)*, CECYTE, N.L.-CAEIP, Monterrey, 2009, p.12.

²⁶ *Ibidem*.

el progreso, y una de las maneras de llevarlo a cabo fue a través de la práctica arquitectónica en el país; lo que trajo consigo el uso del concreto y el acero como los materiales de moda en Europa y Estados Unidos. Debido a las mismas políticas del Porfiriato, la preferencia gubernamental tendió hacia los profesionales venidos del exterior, principalmente de Europa, por lo que en primera instancia el trabajo realizado por los ingenieros y arquitectos mexicanos fue relativamente escaso. En este sentido el libro *La ingeniería civil. Un encuentro con la historia* (CICM, 1996) reitera lo dicho. Así, se lee:

50

En cuanto a los procedimientos de construcción, casi a lo largo de todo el siglo [XIX], dominaron las viejas técnicas heredadas de la Colonia. Sin embargo, comenzaron a introducirse nuevos materiales, especialmente cuando la dictadura restableció la paz social e hizo propicias las inversiones foráneas, pero con ellas venían sus técnicos, a quienes sus compañías –y el mismo gobierno del general Díaz– privilegiaban²⁷.

Debido a que los materiales y procedimientos eran totalmente importados, su uso era relativamente caro, con costos solo posibles en edificios monumentales y en algunas residencias de la aristocracia porfiriana, que eran los únicos que podían costearlos y los consideraban como un gesto de prestigio²⁸, lo que no permitió su uso en edificios de pequeñas dimensiones durante el periodo porfiriano.

Resulta significativo mencionar que en un principio el concreto no fue usado como elemento estructural. Hasta 1910 la industria que más demandó el suministro de este material en México fue la de los

²⁷ Citado por Bravo Saldaña Yolanda. "Una etapa: 1888-1930", en Revista *Construcción y Tecnología en Concreto. Especial Bicentenario*, México, IMCYC, 2010

²⁸ Carlos González Lobo, "Las nuevas tecnologías", en Fernando González Gortázar (coord.), *La arquitectura mexicana del siglo XX*, México, Consejo Nacional para la cultura y las artes, 1996, p.377

mosaicos; existían fabricas como la de Granada en Guadalajara, las de Quintana y Talleri en el distrito Federal; y la de Rivera en Monterrey.

En México, los primeros usos del cemento radican desde fines del siglo XIX, como menciona Federico Sánchez Fogarty, *el cemento no nos servía para otra cosa que para tapar goteras en los techos de tabla*²⁹. Esta etapa se caracterizó por la subutilización del material. Katzman menciona que los primeros usos del cemento en cimentaciones consistieron en apilar sacos del material envasado, y después mojándolo para obtener una masa pétreo³⁰.

González Lobo también menciona que la introducción del cemento en México comenzó con el uso de las cimentaciones en parrilla de viguetas de hierro sobre una capa de sacos de mortero que se dejaban fraguar así, "en saco" mojándolas solamente³¹.

Es importante destacar que los primeros usos del concreto fueron en obras que en su mayoría no fueron de arquitectura, sino en obras de infraestructura. De tal manera que el concreto fue usado por ingenieros para presas, canales, caminos, entre otras obras.

²⁹ Citado por Israel Katzman, *op. cit.*, p. 14.

³⁰ Enrique X. de Anda Alanís, *La arquitectura de la Revolución Mexicana. Corrientes y estilos de la década de los veintes*, México, UNAM, 1990, p. 41.

³¹ Carlos González Lobo, "Las nuevas tecnologías", en Fernando González Gortázar (coord.), *La arquitectura mexicana del siglo XX*, México, Consejo Nacional para la cultura y las artes, 1996, p. 382

El desarrollo de la industria cementera y la labor de proselitismo del cemento y del concreto reforzado

Los principios de siglo pasado en el país estuvieron caracterizados por revueltas sociales que dificultaron la propagación e introducción del sistema de concreto reforzado durante las primeras décadas del siglo XX, concretándose su utilización en mayor escala a mediados de 1920, debido a dos factores principales; por un lado, la producción nacional del material con el establecimiento y consolidación de las grandes empresas cementeras que fueron capaces de resistir los tiempos de crisis en el país: la Cruz Azul, en Jasso, Hidalgo y la Tolteca en el mismo estado; y por otro lado, la enorme difusión que se comenzó a generar, apoyada por la aparición de revistas como *Cemento* en 1925 y *Tolteca* en 1928³².

52

El establecimiento de la industria cementera no fue sencillo, se realizaron varios intentos fallidos por implantarla, las primeras fábricas de concreto nacionales que se establecieron fueron dos: la de Santiago Tlatelolco y la de Dublan en Hidalgo; sin embargo el consumo era escaso y se satisfacía con las importaciones provenientes de Bélgica e Inglaterra, de tal manera que ante la incosteabilidad del proceso de producción (50 toneladas anuales) ambas fábricas cerraron prematuramente en el año de 1910³³. En un segundo intentó se abrieron las fabricas de Hidalgo, Nuevo León; la Cruz Azul en Jasso, Hidalgo de Enrique Gibbons y Jorge Watson; y la Tolteca en el mismo estado propiedad de una firma inglesa, las cuales fueron reconocidas

³² También es necesario considerar el desarrollo y estabilidad económica que alcanzó el país, que se manifestó a su vez en el deseo de construcción de una infraestructura nacional basada en la búsqueda de una identidad nacional.

³³ Enrique X. de Anda Alanís, *La arquitectura de la revolución mexicana*, México, UNAM, 1990, p.41.

por Federico Sánchez Fogarty.³⁴ A pesar de que hasta 1910 la industria que mayor demanda el uso del concreto fue la de los mosaicos y no la de la construcción³⁵.

En México la difusión a gran escala del sistema del concreto comenzó durante la segunda mitad de la década de 1920, impulsada en gran medida por la creación del Comité para la Propagación del Uso del Cemento Portland en México en 1923 encabezado por Federico Mariscal. Otro evento importante para la propagación del conocimiento y uso del concreto en todo el país fue el concurso nacional sobre los usos del cemento en la arquitectura, realizado en el año de 1924, a celebrarse entre ingenieros arquitectos. En concurso estuvo dividido en tres temáticas; la primera referente a las ventajas del uso del cemento en combinación con el acero estructural; la segunda, acerca del empleo del cemento en mezcla de mortero, sustituyendo al tradicional mortero de cal y arena; y por último, el uso del cemento en artefactos o construcciones desde el punto de vista decorativo.

Un año después de este evento, se publicó el primer número de la revista *Cemento*, con un tiraje inicial de 8,000 ejemplares mensuales. Sánchez Fogarty fue el creador de los lemas que marcaron la época de introducción y extensión del uso del concreto en el país, lemas como: "el concreto es para siempre", "al concreto la humedad y el tiempo lo favorecen", "el concreto es la letra, el verbo de la arquitectura contemporánea",³⁶ denotando la confianza que tenían los arquitectos sobre este material. La revista *Cemento* se enviaba gratuitamente a

³⁴ Fue un activo publicista que se encargó junto con el Comité de propagación del uso del cemento de promover arduamente el uso del concreto durante sus inicios en el país.

³⁵ Enrique X. de Anda Alanís, *La arquitectura de la revolución mexicana*, México, UNAM, 1990, p. 41.

³⁶ Enrique X. de Anda Alanís, *La arquitectura de la Revolución Mexicana. Corrientes y estilos de la década de los veinte*, México, UNAM, 1990, p. 47.

todos los ingenieros y arquitectos conocidos, incluso se repartía entre los estudiantes y hasta los curas de muchas parroquias en el país³⁷.

La revista *Tolteca* surgió para continuar con la labor propagandística tres años después, en el año de 1928. En aquel entonces La Tolteca, Compañía de Cemento Portland S.A., era la más importante del país. Esta publicación se caracterizó por presentar ejemplos de edificios construidos en el extranjero, así como reportajes de obras construidas en México bajo condiciones estilísticas, cuyo enfoque principal era motivar al público a usar el cemento a través de la promoción de sus atractivos de economía, seguridad y estabilidad³⁸.

Además de las revistas especializadas en el uso del concreto, la labor propagandística también se dio en el ámbito de otras publicaciones referentes a la arquitectura de aquel periodo, destacando la revista *El Arquitecto* publicada entre 1923 y 1927, que aunque se enfocó en las corrientes, estilos y autores de este periodo, se destacaban los anuncios a favor del uso del concreto en el país (Fig. 1.7).

³⁷ Carlos González Lobo, "Las nuevas tecnologías", en Fernando González Gortázar (coord.), *La arquitectura mexicana del siglo XX*, México, Consejo Nacional para la cultura y las artes, 1996, p. 378-379

³⁸ Enrique X. de Anda Alanís, *La arquitectura de la Revolución Mexicana. Corrientes y estilos de la década de los veintes*, México, UNAM, 1990, p. 48.



Fig. 1.7.- Anuncio publicitario tomado de la revista "El Arquitecto", en donde se utiliza la famosa frase de Sánchez Fogarty: "el concreto es para siempre" con la intención de motivar el uso de este material en el país.

Techos Eternos Al Precio de los Temporales

Los techos y pisos intermedios de cemento no se derrumban jamás ni con los temblores ni con el tiempo, de manera que ofrecen a usted seguridad personal y, además, tranquilidad económica, porque no necesita estarlos reponiendo periódicamente.

Lo más extraordinario es que los techos de cemento cuestan ahora no más que los de la anticuada viga de madera.

Véanos personalmente o escribanos para tener el gusto de darle detalles.

EL CONCRETO ES PARA SIEMPRE

COMITÉ PARA PROPAGAR EL USO DEL CEMENTO PORTLAND

APARTADO POSTAL 1071

GANTE 1-215

MEXICO, D. F.

El concreto y la Arquitectura mexicana

En el siglo antepasado se redescubrió y se comenzó a experimentar con las propiedades del cemento artificial, que resultó ser un aglutinante superior a la cal, y en combinación con arena y piedras formó el concreto, sin embargo el mayor descubrimiento en el ámbito arquitectónico fue que se podía introducir hierro en su interior,

específicamente en los lugares críticos de esfuerzos a flexión, es decir, el verdadero descubrimiento fue el concreto reforzado³⁹.

El concreto es considerado como el material más influyente en la construcción durante el siglo pasado. El principal desarrollo de la nueva técnica se dio en el ámbito internacional, su llegada afectó todos los sistemas constructivos en cuanto a sus componentes; en cimientos además de la mampostería se empleó el emparrillado, después pilotes y zapatas de concreto; en muros se abrieron nuevas posibilidades gracias a los ladrillos, bloques de cemento y diferentes agregados, los refuerzos de concreto reforzado permitieron mayor esbeltez, popularizándose estructuras de esqueleto y muros livianos; finalmente en las cubiertas se comenzó a experimentar, primeramente con el empleo de losas de concreto en combinación con vigas por encima o por debajo de la losa, y en claros chicos se introdujeron losas sin vigas, finalmente se creó el marco rígido, que es el empotramiento de las vigas con las columnas, con lo que es posible reducir aún más el peralte de aquellas⁴⁰.

Otro aspecto importante que caracterizó a los nuevos materiales fue la idea de prefabricación que nació en el siglo XIX, teniendo como ejemplo emblemático el Palacio de Cristal de Paxton para la Feria Mundial de Londres en 1851, que aunque no era de concreto, si se constituía por elementos de fierro y vidrio desmontables. El empleo y producción de materiales prefabricados tuvo sus principales aplicaciones en Estados Unidos aunque también llegó al país, principalmente a la capital⁴¹.

³⁹ Israel Katzman, *La arquitectura contemporánea mexicana. Precedentes y desarrollo*, México, INAH-SEP, 1963, p. 12.

⁴⁰ Israel Katzman, *La arquitectura contemporánea mexicana. Precedentes y desarrollo*, México, INAH-SEP, 1963 p.12-13.

⁴¹ Basta recordar las tejas de fibrocemento utilizadas como solución en cubiertas de muchos edificios de la ciudad de México durante este periodo.

La llegada de nuevos materiales al país se dio, entre otras razones, porque se buscaba poner especial atención a las estructuras en cimentaciones dado que, como sabemos, buena parte del país ha sufrido históricamente de la presencia constante de sismos. Materiales como el hierro cobraron auge en la época porfiriana. A pesar de que el cemento tuvo al inicio un inicio discreto, surgieron algunas novedades como las cubiertas de teja de fibrocemento, dispuestas en lo que fuera la Escuela Normal (Fig. 1.8).



Fig. 1.8 y 1.9.- A la izquierda, la Escuela Normal, fundada por Porfirio Díaz en el año de 1887, uno de los primeros edificios en donde se usaron materiales de concreto. A la derecha el edificio de la Nacional, construido en los años treinta, que presenta al cemento tanto en la estructura como en los acabados del propio edificio. Fuentes:

1.8. AGN, *Propiedad Artística y Literaria*, C.B. Waite, ciudad de México, foto 22.

Disponible online en: <http://www.agn.gob.mx>

1.9. En: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1053419>

Parece ser que el uso del cemento fue dominado por la ingeniería durante las dos primeras décadas del siglo XX en la ciudad de México. En el campo estructural el concreto paso a ser entonces un sustituto de las mamposterías y los terrados o embovedados de ladrillo, explotando únicamente la posibilidad de verticalizar la construcción, aprovechando su ligereza y los tiempos de construcción.

Fue a partir de mediados de los años veinte cuando se incrementó el uso del concreto en los edificios mexicanos, acoplándose a estilos cuya soluciones formales y técnicas que eran favorecidas por la utilización del concreto reforzado, aunado a la modernidad en México, estableciendo un nuevo programa de originalidad y congruencia.⁴² Ejemplo de lo anterior es el edificio de la Nacional en la ciudad de México (Fig. 1.9), cuyo estilo Art Déco se logra por el uso del sistema del concreto y el acero, que permitieron lograr las líneas curvas que caracterizan este estilo. Así mismo, el concreto fue utilizado en otras construcciones en la provincia donde destacan edificios como el estadio municipal de Jalapa (Fig. 1.10), construido en 1925, que aprovechó el desnivel del terreno para la construcción de la gradería. Este estadio no tiene ninguna referencia formal cronológica, de manera que se mantuvo como una construcción fresca y novedosa en virtud de sus argumentos plásticos, aunque fue remodelado en el 2002.

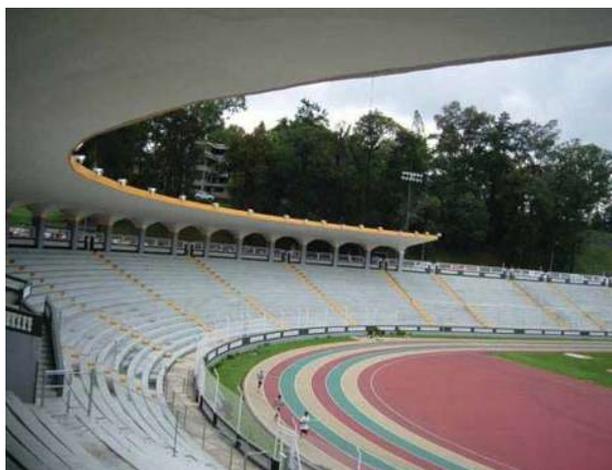


Fig. 1.10.- Estadio municipal de Jalapa, Veracruz, donde se potencializa los usos del concreto no solo en estructura, sino como un elemento plástico.

⁴² Ver el capítulo II de este escrito.

La técnica del concreto reforzado en México.

En los párrafos anteriores se ha recalcado que los materiales y procedimientos constructivos no eran nuevos en cuanto a su aplicación en la construcción dentro del país a principios del siglo XX, fueron conocidos y empleados desde finales del siglo XIX, durante el Porfirismo, pero sólo en obras de importancia nacional o grandes residencias, debido a que su alto costo de producción e importación los hacía inalcanzables para la mayoría de la sociedad.

Podemos establecer que el inicio real en el uso del concreto reforzado con varillas de acero se introdujo en México hacia 1902, cuando el Contralmirante Ángel Ortiz Monasterio trajo el novísimo sistema de construcción llamado en ese entonces "Cemento Armado" y en la actualidad concreto reforzado.⁴³ Este sistema fue aplicado por primera vez en aquel año, cuando se contrató con el Ing. Sánchez Facio la construcción de un sótano, en una pequeña casa comercial, situada en ese entonces en la esquina de la calle París y Artes en la ciudad de México. Esta fue la primera obra de cemento armado construida en el país, insignificante por cierto.⁴⁴

Miguel Rebolledo como principal técnico asociado a Ortiz Monasterio fue de los primeros promotores del concreto reforzado en México.⁴⁵ Sus grandes esfuerzos en la experimentación del uso de este sistema se sintetizan de la siguiente manera:

⁴³ Miguel Rebolledo, *Cincuentenario del cemento armado en México 1902-1952*, México D.F., Editores e impresores Beatriz de Silva S.A., 1952, p. s/n.

⁴⁴ *Ibidem*.

⁴⁵ La tarea de introducción del concreto reforzado en México no fue fácil, Rebolledo relata que, después de la construcción del sótano, durante casi dos años no tuvieron trabajo alguno que los ayudara a la tarea de propaganda y estudio constante de este sistema. Fue a fines de 1904, gracias al apoyo del Arq. Nicolás Mariscal, se realizó el edificio destinado al Banco Hipotecario. Fue un edificio totalmente de

Al darse cuenta de que la construcción de edificios completos en concreto reforzado resultaba relativamente caro, (a pesar de ser el sistema constructivo más conveniente para la ciudad de México, por su poco peso relativo, su indeformabilidad y gran resistencia a temblores) se tuvo que modificar el procedimiento adoptando —para casas de dos a tres pisos— un sistema mixto que consiste en hacer muros delgados de 14cms. de tabique de barro, ligados entre sí por columnas ligeras, llamadas después castillos, y sus cadenas de concreto reforzado.⁴⁶

Otra aportación de Rebolledo fue un sistema de construcción para casas monolíticas de concreto reforzado en losa de cimentación, que previniendo el costo, presentó una alternativa de cuatro columnas sobre zapatas aisladas que soportan una losa de concreto reforzado en el año de 1909⁴⁷. Katzman da cuenta que el sistema “dominó” de Le Corbusier surge en 1914. También se reconoce a Rebolledo por sus estudios acerca de las cimentaciones en la ciudad de México con base en el uso de pilotes de concreto que adaptó a las características específicas del suelo.⁴⁸

Lo anterior permite establecer que desde el primer momento el uso del concreto reforzado fue un proceso de aprendizaje basado en la experimentación de sus propiedades. A partir de 1920, cuando tras la revolución armada se reinició la obra constructiva, Rebolledo realizó obras significativas, enseñando y extendiendo el uso de este sistema constructivo en México. Entre los ejemplos podemos destacar los Laboratorios Sanborns (1922), con claros de 7.00 x 11.00 metros; El Puerto de Liverpool (1926), cuya resistencia a cargas vivas de 1.5

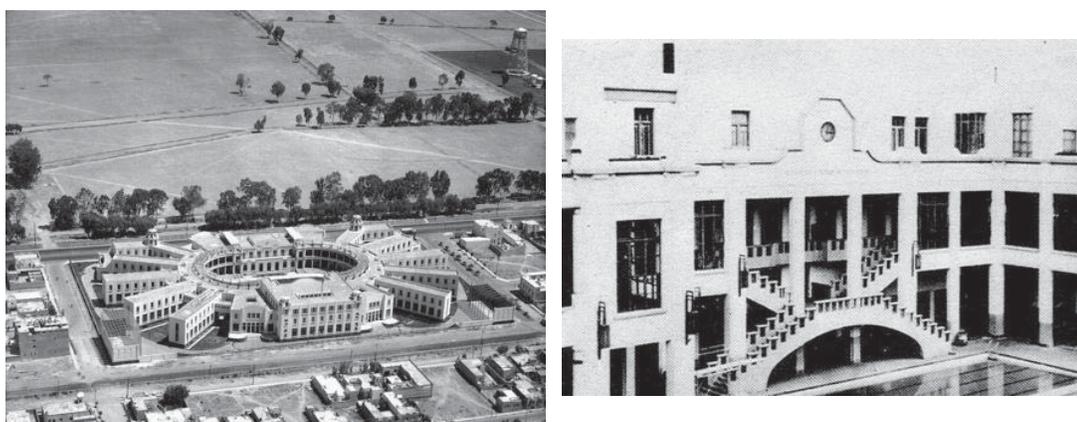
concreto reforzado, consistiendo en una plataforma de cimentación, muros del primer cuerpo de 12cms, los el segundo de 10cms. y de 8cms. del tercero. *Ibidem.*

⁴⁶ *Ibidem.*

⁴⁷ Katzman menciona que esta propuesta se dio seis años antes de que Le Corbusier introdujera el sistema “dominó”, en Israel Katzman, *op. cit.*, p. 56.

⁴⁸ Miguel Rebolledo, *op. cit.*, p s/n.

toneladas por metro cuadrado sorprendió, y fue obtenido a partir de la combinación de traveses y jácenas con losas monolíticas de concreto reforzado; el edificio Santacilia (1925), que solucionaba claros de 11.00mts. en todos los pisos a partir de traveses de sección variable en cartabón; y el Orfanatorio de San Antonio y Santa Isabel (Figs. 1.10 y 1.11), obra en que se introdujo la noción de asentamientos diferenciales y de juntas constructivas para los complejos edificados.



Figs. 1.10 y 1.11.- Complejo del Orfanatorio de San Antonio y Santa Isabel, proyecto realizado por Manuel Cortina y García para la fundación Mier y Pesado, pero ajustado y construido por Miguel Rebolledo. Fuentes:

1.10. Créditos ©D.R. Fundación ICA, disponible en: <http://imageshack.us/photo/my-images/16/oblsn000397r.jpg/>

1.11. Disponible en: <http://imageshack.us/photo/my-images/145/scan0054.jpg/>

Para concluir este apartado, es importante recalcar que la industria de los nuevos materiales de construcción, donde destacan el concreto y el acero, tuvo una gran importancia en el México posrevolucionario entrados los años veinte, en donde el concreto reforzado fue determinante debido a la reducción del costo a través de su industrialización, y la demanda que implicaba la construcción de infraestructura de agua potable y lavaderos a poblados rurales, así como escuelas, bibliotecas, mercados y asistencia para la salud, y más tarde

viviendas y hospitales, los cuales necesariamente tendrían que ser a costos reducidos para alcanzar una cobertura a nivel nacional. "Cobertura solo posible, en un país pobre, con técnicas de construcción simples, económicas y formadoras de capital humano⁴⁹".

En general se identifica que entre 1920 y 1940, se dio la introducción y evolución de las técnicas constructivas contemporáneas que hasta ahora, son las predominantes: el uso del cemento y del concreto reforzado, así como el uso de acero laminado y de perfiles tubulares.

⁴⁹ Carlos González Lobo, *op. cit.*, p.379

CAPÍTULO 2

LA MODERNIDAD ASOCIADA A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA CONSTRUCCIÓN

MODERNIDAD. UNA ÉPOCA DE CAMBIOS Y CONTINUIDADES

La arquitectura moderna ha sido vista desde diversas perspectivas, atrás quedaron los intentos de retratarla como un estilo homogéneo, se ha transformado de un hecho presente a uno del pasado, lo que permite estudiarla para entenderla desde otra visión más encaminada a comprender la multiplicidad de enfoques que nos presenta. Aunque esta arquitectura se asocia a la modernización del país en general, se hace necesario comprender que ha sido adoptada de muchas maneras en diversas regiones, asociándose a tradiciones constructivas, a los constructores, así como a la mano de obra local.

Un repaso general nos permite darnos cuenta que durante las primeras décadas de la arquitectura moderna a nivel internacional existió una división muy marcada entre los arquitectos que estaban más cerca de las vanguardias estéticas europeas y los que practicaban la arquitectura conectada a la tradición, a través de corrientes historicistas. El eclecticismo que predominó a finales del siglo XIX y

durante las primeras décadas del veinte fue un claro ejemplo. Pronto la renovación estética propuesta por los vanguardistas abrió camino, basada en la creencia de una nueva sociedad con nuevos valores regulados por la industria, lo que permitiría la construcción de un nuevo espacio más allá del natural; el dominio del hombre sobre la naturaleza, que posteriormente trajo consigo la llegada del movimiento internacional caracterizado por un fuerte discurso social y estético de renovación del ambiente de vida del hombre contemporáneo. No obstante estos cambios, en muchas latitudes perduraron formas tradicionales de hacer arquitectura.

La revisión de publicaciones sobre arquitectura durante los años treinta y cuarenta en el panorama internacional muestra que al mismo tiempo que se propugnaba el movimiento moderno, un gran número de arquitectos seguía produciendo edificios tradicionales¹. Esto queda patente también en proyectos como "la ciudad de mañana" de la Feria Mundial de Nueva York de 1932 en que, de los diversos proyectos de viviendas, sólo unas cuantas eran de estilo internacional.

Aunque estamos lejos de suponer que la tecnología constructiva determinó los cambios en la configuración arquitectónica de muchas construcciones del periodo moderno, es necesario reconocer que fue una importante herramienta para plasmar cambios en la manera de ver el mundo que pretendía la modernidad. Durante la primera mitad del siglo XX, la arquitectura moderna mexicana no fue la excepción; las innovaciones iban de la mano con la búsqueda de una identidad

¹ En el caso de México ocurrió algo similar, esto se aprecia en las ponencias seleccionadas de *Pláticas de arquitectura. México. 1933*, Sociedad de Arquitectos Mexicanos, Instituto Nacional de Bellas Artes (Cuadernos de Arquitectura, 1), 2001.

nacional². Las expresiones modernas, de corte internacional, se dieron al mismo tiempo que otras que buscaban revalorar la tradición. Era un momento de gran optimismo, en el cual la visión de progreso dominó al país, lo que se proyectó a través de los gobernantes y la construcción de obra pública.

Este discurso se adaptó, atendiendo a la arquitectura mexicana moderna, en conjunción los nuevos materiales como el cemento Portland y el acero, que juntos conformarían el sistema constructivo del siglo: el concreto reforzado, el cual fue utilizado desde la época porfiriana, pero su uso fue restringido a grandes obras de gobierno y de la burguesía de la época debido al alto costo de este material, a consecuencia de que era un sistema importado. Los conflictos sociales que llevaron a su fin al régimen porfiriano, no permitieron que la utilización de los nuevos materiales introducidos en este periodo se extendiera. Fue hasta la década de 1920, cuando se comenzó a usar el concreto reforzado en gran parte de la construcción del país debido, entre otros factores, a que se alcanzó una relativa paz social, que permitió que los gobernantes se enfocaran a resolver problemas sociales.

En este sentido, a pesar de que se reconoce la influencia del movimiento moderno en la arquitectura nacional, así como de los nuevos materiales y técnicas, en México el sistema del concreto reforzado tuvo como finalidad primordial resolver los problemas sociales del país después de las luchas armadas de principios del siglo XX, como la falta de espacios de vivienda, salud y educación. Aunque también se buscaba una identidad propia que reflejara la cultura nacional.

² Para una información más extensa consultar: Alva Martínez, Ernesto, "*La búsqueda de una identidad*", en Gonzales Cortázar, Fernando, *La arquitectura mexicana del siglo XX*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México, 1996

LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA MODERNIDAD.

Mucho se ha debatido sobre la noción de modernidad en la arquitectura; la palabra moderno, es un concepto que tiene una larga historia, el termino se comenzó a usar desde la Edad Media, para distinguir lo nuevo de lo antiguo.³ Henry Lefebvre reconoce que el termino de *modernidad* se comienza a emplear a finales del siglo XIX, desde una nueva concepción del mundo marcada por una fe ciega en el progreso, para retomar su mayor fuerza y propagación alrededor del mundo durante las primeras décadas del siglo XX para designar a una nueva realidad social. En el caso de la modernidad arquitectónica Luis Borges nos da la siguiente definición:

*La modernidad más que un periodo en el tiempo o más que un estilo arquitectónico fue un concepto bien arraigado en el poder de la arquitectura y en la convicción de que la arquitectura tiene la capacidad de transformar a la sociedad.*⁴

El ser moderno implicaba un cambio radical de pensamiento, en el cual el mundo iba a ser mejor. Una de las maneras de lograrlo estaba en la arquitectura, la cual permitiría una mejor forma de convivir en

³ No es objeto de este estudio distinguirlo desde esta etapa, que ya ha sido muy estudiada. El concepto de moderno es algo ambiguo, autores como Marshall Berman ("Todo lo solido se desvanece en el aire") mencionan que el concepto se ha empleado desde hace cinco siglos. Este estudio no tiene el fin de entrar en la polémica de comparar las diversas acepciones filosóficas, así que me basaré en la definición apegada al concepto de modernización que nos remite a los principios del siglo XX.

⁴ José Luis Borges, *Las ruinas circulares. Ficciones*. 1956, Ciudad de México, Alianza Editorial, 1991, p. 62, citado por Celia Ester Arredondo, "La modernidad arquitectónica en México", en Edward R. Burian (ed.) *Modernidad y arquitectura en México*, México, ed. Gustavo Gili, 1998, p. 91.

sociedad, con base en factores como el diseño basado en la funcionalidad, que estaba a su vez marcado por la economía y durabilidad⁵ de los nuevos materiales como el acero y el concreto, lo que eliminaría problemas sociales como la pobreza al crear una arquitectura basada en su bajo costo. Además, el diseño funcional permitiría construir ciudades de acuerdo a las necesidades específicas de cada familia, lo que a su vez los haría mejores personas, creando sociedades ideales. A este respecto Luis Muller escribe:

Todas estas nociones le dan un enorme peso valorativo a lo nuevo, a la innovación, que se vincula directamente con la idea de mejoramiento y crea una temporalidad lineal: de lo viejo a lo nuevo es progresar de lo menos bueno a lo mejor. Bajo esta concepción, el pasado es algo que se supera, lo tradicional queda relegado a ser aquello que tranca o retrasa el desarrollo. Esta linealidad evolutiva, que tiene su origen en gran parte en la racionalidad de las ciencias naturales, es el punto central de lo que podemos llamar la ideología modernizadora.⁶

La ideología modernizadora que establece Muller, era imposible de lograr sin la incorporación de nuevas tecnologías, que permitieran este progreso como herramientas materializadoras del supuesto cambio.

En general, las características formales más sobresalientes de la arquitectura moderna a nivel internacional fueron: la distribución de espacios regida por sistemas funcionales, la adopción de formas geométricas simples, puras y abstractas, la incorporación de nuevas tecnologías y los materiales industrializados, y la eliminación de ornamento de carácter superfluo y sobreimpuesto en la arquitectura.

⁵ Actualmente, nos damos cuenta que estos materiales se deterioran con gran rapidez, incluso mayor a materiales tradicionales como la piedra.

⁶ Luis Muller, "No todo lo escrito se desvanece en el aire. Una aproximación al debate historiográfico sobre la arquitectura moderna en la Argentina" en *Palapa*, julio-diciembre, año/vol. 2, número 2, Universidad de Colima, 2007, p. 53.

Modernidad internacional y el empleo del concreto.

Al profundizar en el contexto de sucesos que marcaron el periodo moderno, cabe destacar que el siglo pasado fue un periodo marcado por varios acontecimientos y procesos en diversos ámbitos: sociales, políticos, económicos y culturales que influyeron de gran manera en la forma de vida de la sociedad. La modernización del siglo XX representó una época en la cual se pensó que la tecnología podía resolver todos o la mayoría de los problemas a través de visiones utópicas⁷ de progreso. Lo que se reflejó en la arquitectura moderna, que trajo consigo la idea de que a través del uso de los nuevos materiales (concreto, acero y vidrio) y su producción en serie se podían resolver grandes problemas sociales en particular la falta de nuevos espacios para la vivienda, así como de edificios de salud y educación; basados en la creencia de la racionalidad que conllevaba el uso de las nuevas tecnologías al considerarlas de bajo costo en su proceso de producción.

Surgió así el Movimiento Moderno como el estilo predominante desde principios del siglo XX, que tomó como base constructiva la utilización de materiales como concreto y acero, y al que Le Corbusier definía en cinco puntos esenciales: la planta libre, el uso de pilotes, la fachada libre, las ventanas horizontales y el uso de la terraza jardín.⁸

Dentro de estos puntos el uso del concreto reforzado, posibilitaba varios de los puntos anteriores, es decir; la planta libre es muy difícil de

⁷ "Término acuñado por Tomas Moro en 1516, que se refiere a comunidades ideales, las que pueden ser clasificadas como proyectos o esquemas de conducta sociales fantásticas en su aplicación." Mario Camacho Cardona, *Diccionario de arquitectura y urbanismo*, México, Ed. Trillas, 2007, p.774

⁸ Para una información más amplia ver: Le Corbusier, "*Hacia una Arquitectura*" (1923), Ed. Poseidón, Barcelona, 1978.

materializar sin el uso del concreto reforzado que por sus características de resistencia a permitía la reducción de las secciones de los elementos constructivos de la edificación; también, el uso de pilotes se facilitaba con la introducción de las columnas de concreto reforzado, esto no quiere decir que fueran imposibles de lograr con otros materiales, pero sería un proceso constructivo más arduo y laborioso y quizá no se lograría la pureza que buscaba el Movimiento Moderno.

Dentro de esta nueva tendencia hacía falta un acontecimiento global que se encargara de unificar los criterios internacionales, lo cual se logró a través de la primera exposición de arquitectura en el Museo de Arte Moderno de Nueva York, la cual ofrecía a modo de catálogo, la publicación preparada por Henry Russell Hitchcock y Philip Johnson, llamada *The International Style: Architecture Since 1922*, que se encargó de unificar los criterios que distinguirían a esta arquitectura por casi medio siglo.

Los pioneros este movimiento a nivel internacional establecen varios puntos para distinguir esta arquitectura, destacando el rompimiento con la historia, no solo con la historia en general, sino con la historia inmediata anterior. Dentro de esta separación, los nuevos materiales como el concreto y el acero, permitían realizar este rompimiento a través de la pureza estética y las amplias posibilidades de generar formas no ensayadas en periodos anteriores. En este sentido las vanguardias estéticas promovían la creatividad y la experimentación, dejando de lado los historicismos del siglo XIX.

La idea anterior era representada por frases de importantes promotores de este estilo, como el caso Le Corbusier que establecía en el año de 1923 que “los estilos son una mentira” y que la arquitectura se ahogaba con las costumbres, existiendo un espíritu nuevo en el que

nuestra época fija cada día su estilo.⁹ Y qué mejor para materializar esta idea de novedad que los materiales que recién comenzaban a surgir como importantes opciones en el ámbito de la construcción, me refiero al concreto y al acero. Por otra parte, la solución a los grandes problemas sociales también fue una de las características que promovía este movimiento, principalmente en lo referente a la vivienda, Le Corbusier mencionaba en 1923 que:

...el problema de la casa es el problema de la época. El equilibrio de las sociedades depende actualmente de él. El primer deber de la arquitectura, en una época de renovación consiste en revisar los valores y elementos constitutivos de la casa.¹⁰

La solución de esta problemática se vio reflejada a través del uso del concreto reforzado en virtud de sus cualidades de economía, rapidez y propiedades estructurales. Lo que hizo que muchos teóricos de la arquitectura generaran, en este periodo visiones utópicas del bien social expresado a través del uso de los materiales modernos: el concreto y el acero.

De manera contemporánea había otras exploraciones formales validas que se desarrollaron durante este periodo a la par del Estilo internacional; en el ámbito internacional se desarrollaron tendencias que pasaron de ser locales a propagarse a gran parte del planeta, como fue el caso del art decó de origen francés que llegó a México, y tuvo ejemplo como ejemplo sobresaliente el Palacio de Bellas Artes en la ciudad de México. En el país también surgieron corrientes estilísticas que reflejaron ideologías locales como fueron el neindigenismo y el neocolonial entre

⁹ Le Corbusier, *Hacia una Arquitectura*, Ed. Poseidón, Barcelona, 1923, p.

¹⁰ *Ibidem*, p. XXXII y 187.

las más sobresalientes durante el periodo de introducción y adecuación del nuevo sistema del concreto reforzado al país.

En este sentido, la importancia del uso del concreto reforzado es fundamental para la concreción de muchas de las formas utilizadas por algunos estilos de la época como el Art Decó, en el que confluyeron además de las necesidades estilísticas y la demanda, los aspectos técnicos. Como menciona Vargas Salguero, "el art-decó no es imaginable sin la incorporación de los sistemas constructivos derivados del cemento, el concreto y el concreto reforzado."¹¹ En el ámbito nacional, estilos como el neindigenismo y neonacionalismo, también utilizaron a los nuevos materiales como elementos primarios de su estructura.

Modernidad y nuevas tecnologías en México

Para entender a la modernidad arquitectónica mexicana de principios y mediados del siglo XX, hay que analizarla en relación a las necesidades del país en aquel entonces; aunque esta arquitectura se asoció a la modernización del país en general, se hace necesario comprender que fue reinterpretada como la solución a problemas sociales, y que se adoptó no solamente en la capital, sino en muchas regiones del país acuerdo a las necesidades sociales específicas, adaptándose y asociándose a tradiciones constructivas, a los constructores, y la mano de obra local.

¹¹ Ramon Vargas, "El imperio de la razón", en Fernando González Gortázar (coord.), *La arquitectura mexicana del siglo XX*, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 1996, p. 122

Dentro del Movimiento Moderno, que en México se adaptó y conoció mejor como funcionalismo, las primeras obras surgieron a mediados de los años veinte; la primera obra considerada como funcionalista fue la granja sanitaria construida por José Villagrán en el año de 1925 (Fig. 1). Villagrán fue jefe de arquitectura de la Secretaría de Educación en el año de 1932, donde se construyeron más de 25 escuelas en dos años de carácter enteramente funcionalista.



Figs. 1 y 2.- A la izquierda sanatorio para tuberculosos en Huipulco, proyectado por José Villagrán uno de los primeros proyectos representativos de la arquitectura moderna en el país de carácter funcionalista. A la derecha la construcción de la Escuela Nacional de ingeniería en Ciudad Universitaria de la cd. de México en el año de 1951 proyecto culminante de la arquitectura moderna del país.

Fuentes:

1. Ma. de Lourdes García Guillén, "Setenta y un años de historia de la EPOC en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas (1935-2006)", *Rev. del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*, v.19 n.4, México oct./dic. 2006.

2. Archivo Histórico de la UNAM, Colección Universidad, Sección: Construcción Ciudad Universitaria, Fondo: Saúl Molina Barbosa, disponible en:
<http://www.patrimoniomundial.unam.mx/contenidoEstatico/galeria>

Destaca como obra culminante del movimiento moderno en México, Ciudad Universitaria en la ciudad de México (construida entre 1948 y 1952), que constituye una de las obras más representativas o quizá la más representativa de este fenómeno en el país. Ciudad universitaria, es una obra relevante en muchos sentidos, especialmente

como representación de arquitectura moderna de la época, dentro de la cual se tuvo el suficiente cuidado para contratar solamente a arquitectos nacidos en México para su diseño y construcción. El encargo era generalmente de tres arquitectos por edificio, dentro de cada grupo se propició que estuviera generalmente un ingeniero.¹² Además de ser un referente importante del uso del cemento, el concreto y el concreto reforzado.

Al respecto del uso de nuevos sistemas en el país Ramón Vargas lo resume de la siguiente manera:

*Los sistemas constructivos derivados del empleo del acero y el concreto ofrecían las máximas facilidades para sustituir la masa por el volumen, la simetría por la regularidad y la decoración por el purismo arquitectónico. En suma, lo "moderno" por lo antiguo. La planta libre y la continuidad de las fachadas eran aspectos derivados directamente de aquellos principios de la nueva arquitectura.*¹³

Dentro de estas circunstancias la adopción de los nuevos materiales resultaba muy factible en el país, ya que respondía a las necesidades sociales de la época; para la clase alta una nueva forma de vida se representaba a través de la moda como esencia de la modernidad, que se veía reflejada en el uso del vidrio en fachadas, muchas veces como elemento principal de piso a techo, que evocaba la imagen de higiene; para los gobernantes como una forma de atender necesidades

¹² En este capítulo se aborda el tema de ciudad Universitaria de manera enunciativa para una mayor información consultar a Jorge Alberto Manrique, "El futuro radiante: La Ciudad Universitaria" en Fernando González Cortázar (coord.), *La arquitectura mexicana del siglo XX*, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 1996, pp. 195-250.

¹³ Ramón Vargas Salguero, "El imperio de la razón", en Fernando González Gortázar (coord.), *La arquitectura mexicana del siglo XX*, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 1996, p. 108-109.

primordiales de vivienda, salud y educación, con base en los bajos costos de los materiales modernos. Por otro lado, los inversionistas veían en la nueva arquitectura una forma más rentable de construir, ya que no tenían la menor duda de que la nueva arquitectura y los materiales modernos abarataban el costo de producción la construcción, haciendo cuentas favorables.

Vargas Salguero caracteriza a la modernidad en México como un cambio de la vida social ajustada a una nueva razón, refiriéndose esta como resultado de motivaciones, emociones, pasiones de quienes la sustentan.¹⁴ A este respecto la modernidad nacional se puede comprender:

*Al anteponer la racionalidad revolucionaria a cualquier consideración teórica, estilística o técnica, el espacio y el tiempo sociales determinados por la especial circunstancia nacional. Moderno y nacional serían los rasgos de aquella arquitectura que resolvería las necesidades de las masas trabajadoras dentro de los márgenes ya indicados.*¹⁵

En conclusión, la modernidad internacional en México se configuró como un cambio que afectó la ideología de la sociedad del momento y cuyas ideas influyeron en gran medida en la concepción sobre la arquitectura de los arquitectos de la época. Más que someterse a corrientes estilísticas, las ideas de modernidad tuvieron que ser adaptadas a las necesidades sociales y políticas de nuestro entorno como fueron la búsqueda de una identidad nacional a través de la incorporación de elementos de la arquitectura tradicional y la búsqueda

¹⁴ Ramón Vargas Salguero, "El imperio de la razón", Fernando González Gortázar (coord.), *op. cit.*, pp. 83-123

¹⁵ *Ibidem*, p. 88.

de soluciones específicas a las problemáticas sociales de vivienda, salud y educación. Papel dentro del cual fue indispensable la utilización del concreto reforzado como elemento democratizador.

La llegada del concreto a Morelia

75

Podemos comenzar estableciendo que la arquitectura producida en Morelia se encuentra en constante relación con lo acontecido a nivel internacional y nacional, pero se reinterpretó de un modo diferente, aliado a la idiosincrasia de los sociedad moreliana que "recibió y se apropió de propuestas nacionales e internacionales de modernidad arquitectónica que incorporaban nuevos materiales de construcción, una nueva estética derivada del uso de éstos e innovaciones en la manera de distribuir los espacios interiores."¹⁶

En el caso de Morelia, se destaca que la introducción del concreto reforzado en la ciudad fue tardía, respecto a otras ciudades importantes en el país, lo que muestra cierta reticencia al cambio de valores formales, pero poco a poco se fueron adaptando creando una arquitectura de continuidad y no de ruptura con la historia como lo promovían los grandes representantes del movimiento moderno internacional. Uno de las características más relevantes de la arquitectura moderna es su nueva espacialidad, resultado en gran medida de las posibilidades otorgadas por los nuevos materiales.

En el caso de Morelia se dio, en el centro de la ciudad, un arraigo de formas tradicionales en los exteriores en contraste con el uso de

¹⁶ Catherine R. Ettinger, "Modernidad arquitectónica. Una semblanza", en Catherine R. Ettinger (coord.), *Modernidades arquitectónicas Morelia, 1925-1960*, Gobierno del estado de Michoacán- H. Ayuntamiento de Morelia- DCOMOMO México, Morelia, 2010, p. 28.

concreto reforzado, armaduras metálicas y otras novedades en el interior¹⁷.

El estudio de la técnica constructiva proporciona una forma diferente de entender el desarrollo del proceso de aprendizaje en la utilización del concreto en ámbitos locales. En el caso de Morelia, algunos elementos constructivos tradicionales se mantuvieron en muchos casos, como fue la mampostería de piedra; otros elementos se resolvieron con materiales tradicionales en algunas ocasiones y con los nuevos en otras, e incluso se llegaron a combinar ambos, todo esto propició una arquitectura rica en matices estructurales cuyo mayor conocimiento acerca de su evolución requerirá un estudio más profundo y amplio de la técnica empleada por parte de los constructores del periodo.

En Morelia, el periodo de introducción, aprendizaje y apropiación del concreto reforzado fue un poco más tardío a que en el resto del país, se establece a partir la década de 1930, la cual se considera como el periodo de introducción del nuevo material, existiendo incertidumbre sobre sus primeras aplicaciones en la ciudad, que se trata de esclarecer en base a un primer acercamiento a la información de archivo.

La idea de progreso que invadió al país, se puede leer en Morelia a principios de 1930 como se puede observar en la "Convocatoria al pueblo michoacano" en octubre de 1930, que promovía la construcción de un nuevo estadio, como se aprecia en la siguiente frase tomada de este documento:

¹⁷ Son numerosos los ejemplos de esto. Entre los más tempranos figuran el Cine Rex (1936) que lucía una fachada neocolonial mientras que al interior tenía una estructura metálica de vanguardia. El Hotel Casino, remodelado en el mismo año, muestra en su interior una estructura de concreto, pero el sentido de la tradición se manifestó en el azulejo de talavera con que se recubrieron superficies en el mismo espacio.

Michoacán no puede permanecer ajeno al resurgimiento cultural que se opera en el mundo, ni menos puede dejar de tomar parte en esta obra de progreso que están realizando las entidades hermanas; lejos de eso: Michoacán, progresista por temperamento, culto por abolengo y deseoso como el que más de ir a la vanguardia, inicia hoy la construcción de su Estado, que se levantará por el esfuerzo de sus hijos, por el óbolo de todos sus habitantes, en su hermosa Capital, en la Ciudad de Morelia.¹⁸

Parece ser que esta obra no se realizó, y aunque no menciona nada sobre la selección de materiales pretendida para su construcción, al incluir la idea de progreso y por el tipo de obra que se pretende, es de suponerse la utilización del concreto reforzado.

Se piensa que el concreto pasó de ser utilizado en las obras de infraestructura a ser usado en a las obras arquitectónicas. En los inicios de esta década se puede constatar grandes pedidos: el primero de ellos realizado a la fábrica Cruz Azul con fecha de 6 de mayo de 1933 por el presidente municipal Donato Guevara, quien solicitó en ese año treinta toneladas de este material y posteriormente otras cuarenta en diciembre del mismo año¹⁹, finalmente en 1934 volvió a solicitar un pedido similar al anterior.²⁰

Otro documento de interés es el que contiene las especificaciones para la construcción de un mercado anexo al mercado Valladolid, con fecha de Enero 5 de 1933, en donde destacan la combinación de elementos como columnas hechas de concreto con otras columnas de mampostería de tabique, aunque no se incluye el plano, se redacta de manera clara una guía con los materiales a utilizar y la manera de

¹⁸ Archivo Histórico Municipal de Morelia, caja 105, exp. 1.

¹⁹ AHMM, caja 135, expediente 63.

²⁰ AHMM, caja 145, expediente 50.

emplearlos. Durante estos primeros años, en la ciudad fue característica la combinación de materiales modernos con materiales tradicionales.

Finalmente uno de los primeros elementos detectados del que se tiene detalle en plano es una marquesina de concreto reforzado para el muro oriente de la zapatería "La Victoria" en 1937,²¹ diseñada por el Ing. Andrés Araujo en cuyo caso la técnica constructiva parece muy bien estudiada, pero resalta el diseño poco común de estribos en forma de cruz formados por dos bastones cruzados.

Aunque en el Centro Histórico las fachadas siguieron normas tradicionales, la innovación en el uso del nuevo sistema del concreto reforzado se presenta en la estructura de las edificaciones, por lo cual estos se combinaron con materiales y sistemas modernos, produciendo una arquitectura rica en matices estructurales que merece ser ampliamente estudiada.

²¹ AHMM, caja 194, expediente 27.

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN TÉCNICO-CONSTRUCTIVA DEL EMPLEO DEL CONCRETO REFORZADO EN LOS EDIFICIOS MODERNOS MORELIANOS.

Los constructores locales

A diferencia de lo sucedido en muchas ciudades importantes de México, donde las nuevas tecnologías constructivas eran traídas por arquitectos provenientes del centro del país, la construcción durante el periodo de introducción, apropiación y aprendizaje del sistema del concreto reforzado en Morelia estuvo determinada por constructores locales; y aunque muchos de ellos no eran originarios de la ciudad se consideran locales porque se asentaron ahí para desarrollar su vida y profesión, adoptando a la ciudad Morelia como su hogar. Sin embargo, no podemos negar que también se realizaron varias obras importantes de arquitectos reconocidos en la época; hoy en día existen algunas obras que destacan y que fueron realizadas por constructores ampliamente reconocidos a nivel nacional.

Dentro de este selecto grupo de obras construidas por arquitectos foráneos, destacaron ejemplos como el Hotel Alameda proyectado por Mario Pani, que fue construido entre los años de 1937 y 1940, en donde se destaca la participación del Ing. Jaime Sandoval¹, quién fue el encargado de la construcción. En este tenor también destaca la participación de Carlos Crombé en la construcción de dos cines: el primero fue la remodelación del cine "Eréndira" realizada en el año de 1937, y ubicado en la Av. Madero oriente², y cuya estructura principal está constituida por columnas exentas, presumiblemente de concreto reforzado como lo había trabajado en otros cines del país, pero con la diferencia de que la fachada eludía al estilo neocolonial; el segundo, fue el proyecto del cine Colonial ubicado el portal matamoros, realizado en colaboración con Vicente Mendiola en año de 1950 y terminado en 1952³. Este último además realizó una casa para el empresario Neif Jury⁴. También existen otras referencias aisladas de arquitectos foráneos como Enrique Marín L., Francisco Lemus, Eduardo Rodríguez y Luis Cuevas⁵.

Estas obras son relevantes por ser una parte de lo acontecido en este periodo, pero únicamente representan una pequeña parte de la construcción del periodo, la mayoría de las obras edificadas durante el

¹ Catherine Ettinger, "Jaime Sandoval. Ingeniero de la Modernidad", en Colección: *Los constructores en Michoacán*, Catherine Ettinger y Carmen A. Dávila (coords.), Morelia, UMSNH, 2010, p. 17.

² AHMM, Caja 194, Exp. 23.

³ Claudia Rodríguez, Las salas cinematográficas del siglo XX en Morelia, en Catherine R. Ettinger (coord.), *Modernidades arquitectónicas. Morelia. 1925-1960*, Morelia, Gobierno del Estado de Michoacán, H. Ayuntamiento de Morelia, DOCOMO México, 2010, p.239.

⁴ Catherine Ettinger, "Obra del arquitecto Vicente Mendiola en Morelia. El Cine Colonial y la Casa Jury", en *Boletín DOCOMOMO México*, no. 23, primavera 2009, pp. 1-3.

⁵ Catherine R. Ettinger, "Construcción y constructores" en Catherine R. Ettinger (coord.), *Modernidades arquitectónicas. Morelia. 1925-1960*, Morelia, Gobierno del Estado de Michoacán, H. Ayuntamiento de Morelia, DOCOMO México, 2010, p. 94.

periodo de introducción, aprendizaje y apropiación del concreto reforzado fueron realizadas por constructores locales, entre los que destacaron Jaime Sandoval, los hermanos Juan y José Rodríguez Soto y Rogiero Silva por ser los que tienen mayor cantidad de obra reconocida.

Jaime Sandoval

El ingeniero Jaime Sandoval fue un constructor prolífico de la ciudad, originario Aguascalientes, que después de realizar sus estudios de ingeniería en Estados Unidos, llegó a Morelia por intereses de trabajo con la canalización del río Chiquito en 1936, realizada por la Comisión Nacional de Irrigación; empresa para la que trabajó de 1935 a 1936⁶. Se estableció en la ciudad a partir del año de 1937 al mismo tiempo que le era encargada la construcción del Hotel Alameda, proyectado por Mario Pani. Para Sandoval, seguramente fue relevante esta obra debido a que fue la primera en utilizar la estructura esqueleto de concreto reforzado como elemento estructural dentro de la ciudad; esta experiencia en el uso del sistema del concreto reforzado debió haber sido importante dentro de sus proyectos posteriores, que en conjunto con sus estudios y el respeto por el contexto histórico de la ciudad, sentaron las bases constructivas para sus posteriores obras.

Después de su participación en el hotel Alameda, Sandoval participó en la construcción de muchas tipologías de obras arquitectónicas (casa-habitación, hoteles, cines, etc.), la mayoría de ellas de su autoría, en donde el concreto reforzado fue el sistema

⁶ Catherine Ettinger, "Jaime Sandoval. Prolífico constructor de la modernidad", en Catherine Ettinger (coord.), *Modernidades arquitectónicas. Morelia. 1925-1960*, Morelia, Gobierno del Estado de Michoacán, H. Ayuntamiento de Morelia, DOCOMO México, 2010, p. 120.

constructivo más utilizado, aunque no se descartó de manera puntual los sistemas constructivos tradicionales utilizados en ese momento la ciudad. En el caso del hoy denominado Centro Histórico la selección de formas y materiales estuvo encaminada a contribuir a mantener una continuidad formal; si bien es cierto que los muros de piedra en interiores se dejaron de usar con la llegada del concreto reforzado, estos siguieron usando en muchas fachadas y en otras construcciones se optó por recubrimientos de cantería laminada hacia el exterior, con la intención de mantener una imagen urbana homogénea dentro del contexto.

Los materiales modernos ofrecieron nuevas posibilidades de adecuación y aprovechamiento del espacio, características explotadas por Sandoval, quien aprovechó su talento como constructor generando espacios nuevos para una ciudad que se encontraba íntimamente ligada a una amplia tradición constructiva⁷. De esta manera podemos observar nuevas alternativas formales y técnicas, que generaron cambios en la manera de edificar; por citar un ejemplo, en lo referente a casa-habitación, el edificio Ballesteros (fig. 1) presentó una propuesta de departamentos en planta alta, en lugar de la casona unifamiliar alrededor de un patio central.

⁷ Muchos constructores continuaban utilizando sistemas tradicionales como muros de cantería o adobe y cubiertas bóveda catalana.



Figs. 1 y 2.- A la izquierda edificio Ballesteros (1950), a la derecha conjunto habitacional "Las Palmas" (1946). Fotos: Jaime López y Catherine Ettinger.

También se introdujeron estilos nuevos en la ciudad que se encontraban en boga en aquella época. Sandoval fue de los pioneros en introducir estilos de vivienda como el californiano, que estuvo muy ligado a las características físicas y mecánicas que permitía el uso del concreto y su combinación con el acero, dando lugar a modernos fraccionamientos como Las Palmas (fig. 2).

En el caso de Sandoval el uso del sistema del concreto reforzado se relacionó con todas las tipologías arquitectónicas, cuya construcción se enfocó a solventar la falta de espacios que respondieran a las necesidades sociales de un país que había sufrido mucho con las revoluciones sociales de principios de siglo y que tenía que consolidarse como una nación unida a través de la solución de demandas como vivienda, salud y educación.

En lo referente a la vivienda, se hizo necesaria la construcción de fraccionamientos cada vez más grandes, de acuerdo al crecimiento poblacional de la ciudad. En cuanto a la educación, es de destacar el empleo del concreto reforzado en la construcción de escuelas como el

Colegio Anáhuac y el Instituto Plancarte, cuya similitud y carácter funcionalista se reconoce a simple vista.

Para Sandoval el uso del sistema concreto reforzado marcó una tendencia definida hacia la innovación formal que permitía este novedoso sistema, pero nunca dejó de lado la construcción con técnicas tradicionales, por ejemplo en las especificaciones de una casa de tres recamaras en la subdivisión de "La Concepción" donde se especifica una cubierta resuelta por un empolinado de vigas de madera de 4" x 6" a cada metro, sobre las cuales se coloca una cubierta de duela machimbrada sobre la cual se coloca una capa de fieltro asfáltico y teja común de barro.⁸

Los Hermanos Juan y José Rodríguez Soto

Los hermanos Juan y José Rodríguez Soto fueron dos constructores destacados durante el proceso de introducción, apropiación y aprendizaje del concreto reforzado en Morelia, ambos con formación profesional como ingenieros egresaron de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo⁹, institución cuya aportación al periodo fue la de la preparación de un nutrido grupo de constructores, entre los que destacaron por su gran cantidad de obra reconocida en la ciudad los Hermanos Rodríguez Soto.

A lo largo de su vida profesional construyeron todo tipo de edificios, destacándose particularmente la arquitectura hospitalaria y la

⁸ Archivo particular de Jaime Sandoval, cortesía de Catherine Ettinger.

⁹ Catherine Ettinger y Claudia Bustamante, La obra de los ingenieros Juan y José Rodríguez Soto, en Catherine Ettinger (coord.), *Modernidades arquitectónicas. Morelia. 1925-1960*, Morelia, Gobierno del Estado de Michoacán, H. Ayuntamiento de Morelia, DOCOMO México, 2010, p. 143.

habitacional. Su obra de arquitectura hospitalaria en la ciudad incluyó al primer hospital moderno en cuanto a su concepción arquitectónica: el Sanatorio "La Luz"¹⁰ (fig. 3) cuya primera etapa fue construida en 1953 y se caracterizó por el uso del sistema de concreto reforzado como elemento estructural. Dentro de éste ámbito también destacan otros ejemplos como el sanatorio La Salud ubicado dentro de la actual zona de monumentos.

En cuanto a la vivienda, se han identificado casi tres decenas de casas unifamiliares, así como cuatro conjuntos de vivienda en serie con un total de más de 50 casas¹¹. Para éstos últimos conjuntos la introducción de los nuevos materiales como el concreto y acero fue determinante, permitiendo por un lado responder a las necesidades sociales de manera accesible a la sociedad moreliana al abaratar los costos de construcción al utilizar el sistema del concreto reforzado, y cuyo proceso de construcción era más rápido que con el uso de técnicas tradicionales.

¹⁰ Catherine Ettinger y Claudia Bustamante, "La obra de los ingenieros Juan y José Rodríguez Soto", en Catherine Ettinger (coord.), *Modernidades arquitectónicas. Morelia. 1925-1960*, Morelia, Gobierno del Estado de Michoacán, H. Ayuntamiento de Morelia, DOCOMO México, 2010, p. 143.

¹¹ Catherine Ettinger y Claudia Bustamante, "La obra de los ingenieros Juan y José Rodríguez Soto", en Catherine Ettinger (coord.), *Modernidades arquitectónicas. Morelia. 1925-1960*, Morelia, Gobierno del Estado de Michoacán, H. Ayuntamiento de Morelia, DOCOMO México, 2010, p. 146.



Figs. 3 y 4.- A la derecha casa perteneciente al conjunto habitacional en la calle Padre Lloreda, a la izquierda el actual Sanatorio La Luz, ambas fueron obras de los hermanos Rodríguez Soto. Fotos del autor.

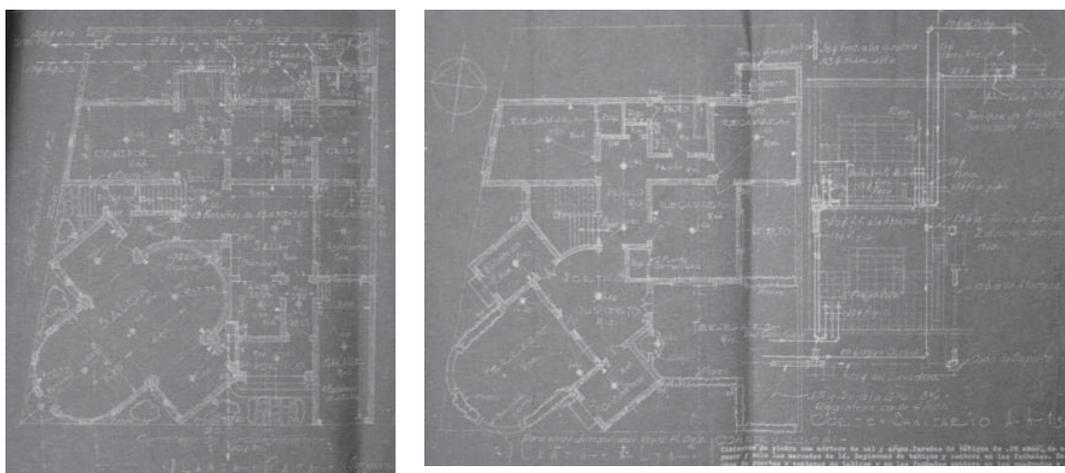
Parte trascendental de la obra construida de los Rodríguez Soto fue la vivienda en serie, cuya gran cambio es que dejaba de lado las solicitudes de un cliente particular a favor de soluciones generales para lo cual se usó el sistema del concreto reforzado como elemento que regía las soluciones formales. Dentro de su obra de conjuntos habitacionales en serie destaca un grupo de 20 casas económicas en calle Padre Lloreda (Fig. 3). Al parecer este cambio no fue un proceso de transición sencillo, a pesar de que la distribución formal, generada a partir de la nueva técnica, en estos conjuntos habitacionales era moderna, en algunos casos se retomaban recubrimientos de piedra en fachada.

Rogiero Silva

El ingeniero Rogiero Silva combinó el ejercicio profesional con la docencia, fue profesor en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana. Llegó proveniente de Guadalajara¹² para desarrollar su carrera profesional en la ciudad, donde destacó por su arquitectura doméstica, aunque también realizó edificios públicos de importancia, como la Casa Hogar Soledad de Figaredo (1950).

87

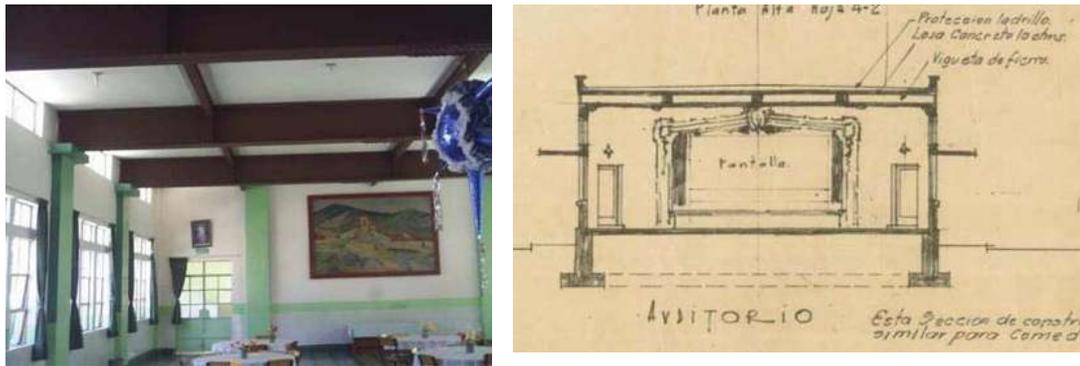
Es de destacar el cuidado del detalle constructivo observado en sus planos, los cuales contenían de manera extensa las especificaciones constructivas: el armado, dimensionamiento de muros y trabes y las proporciones de mezcla.



Figs. 5 y 6.- Plano de la casa de Alberto Pichardo en la Colonia Los Arcos. Permite apreciar un máximo cuidado en el detalle debido a la gran cantidad de especificaciones constructivas que contiene. AHMM caja 501, exp. 2, 1944, fuente: cortesía de Catherine Ettinger.

¹² Catherine R. Ettinger, "Construcción y constructores", en Catherine R. Ettinger (coord.), *Modernidades arquitectónicas. Morelia. 1925-1960*, Morelia, Gobierno del Estado de Michoacán, H. Ayuntamiento de Morelia, DOCOMO México, 2010, p. 103.

En cuanto al empleo del sistema estructural del concreto reforzado por Rogiero Silva, se destaca la especificación de los armados de varilla de los diversos elementos constructivos, como son las columnas, las trabes y las losas que permite identificar el uso del método elástico. A lo largo de su obra también se aprecia un conocimiento amplio en la nueva técnica constructiva del concreto, así como de materiales como el acero, que se llegó a utilizar como refuerzo estructural en forma de trabes en espacios como el comedor de la casa hogar Soledad de Figaredo (Fig. 7).



Figs. 7 y 8.- A la izquierda fotografía del comedor de la casa hogar Soledad de Figaredo, a la derecha un corte del auditorio proyectado en plano histórico similar al comedor. Fuente: Archivo del Proyecto Arquitectura y Urbanismo Modernos en Morelia. Ref. FOMIX 64469.

En general, los constructores no fueron renuentes a la introducción y uso de los materiales modernos, aunque nunca negaron a seguir usando sistemas tradicionales, además de que el cambio de sistema estructural no fue un procedimiento que se dio de un momento a otro, sino un proceso de introducción, aprendizaje y apropiación del sistema del concreto reforzado una arquitectura con diversos matices estructurales, que son esclarecidos a través del análisis técnico constructivo de las obras de este periodo.

LOS PRIMEROS USOS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD

En México, el uso a mayor escala y la extensión del sistema constructivo del concreto reforzado comienza durante la segunda mitad de la década de 1920, impulsado en gran medida por la adopción de este sistema por los arquitectos e ingenieros como un sistema estructural para la solución de espacios necesarios para vivienda, salud y educación. Aunque en Morelia, la introducción de este sistema constructivo se dio durante la década de 1930, siendo un poco más tardía que en otras ciudades importantes del país, a partir de esta década se considera el periodo de introducción del concreto, existiendo incertidumbre sobre sus primeras aplicaciones en la ciudad.

89

A través de un acercamiento de archivo y con base en la información obtenida, se hace un primer acercamiento a la manera en que se dio la llegada del concreto reforzado a Morelia, y aunque no fue posible identificar con claridad la primera obra arquitectónica en utilizar este sistema, existen algunas obras sobresalientes que fueron ejemplos tempranos en el uso del sistema del concreto reforzado dentro de la ciudad. Entre ellas destacan el hotel Alameda (1937-40) y el edificio Tron Hermanos (1937) que representan los primeros usos y la introducción del sistema del concreto reforzado en edificios importantes dentro de la ciudad.

Las primeras referencias encontradas, en relación con el concreto reforzado, son relativas al uso de los materiales que conforman este sistema. En los inicios de la década de los años treinta se pueden constatar grandes pedidos de cemento: el primero de ellos realizado a la fábrica Cruz Azul con fecha de 6 de mayo de 1933 por el presidente

municipal Donato Guevara, quien solicitó en ese año treinta toneladas de este material y posteriormente otras cuarenta en diciembre del mismo año¹³, finalmente en 1934 volvió a solicitar un pedido similar al anterior.¹⁴ Por lo que al parecer el concreto fue utilizado en obras de infraestructura, para posteriormente ser usado en obras arquitectónicas.

Las primeras referencias en cuanto al sistema del concreto reforzado en la ciudad, no son relativas a la construcción de edificios. No solamente llegó como material en saco, también llegaron elementos prefabricados. La primera noticia sobre elementos construidos con este sistema, identificada en investigación de archivo, se refiere al mobiliario urbano con el pedimento de la donación de bancas de concreto para adornos en jardines en el año 1930¹⁵. Así mismo se corrobora el pedido por parte de la presidencia municipal de Morelia de tubos de concreto para infraestructura al municipio de Queréndaro, los cuales se fabricaban en ese lugar¹⁶.

Otro documento de interés es el que contiene las especificaciones para la construcción de un mercado anexo al mercado Valladolid¹⁷, con fecha de 5 de enero de 1933, en donde destacan la combinación de elementos como columnas hechas de concreto con otras columnas de mampostería de tabique, aunque no se incluye el plano, se redacta de manera clara una guía con los materiales a utilizar y la manera de emplearlos.

Durante estos primeros años, en la ciudad fue característica la combinación de materiales modernos con materiales tradicionales.

¹³ AHMM, caja 135, expediente 63, año 1933.

¹⁴ AHMM, caja 145, expediente 50, año 1934.

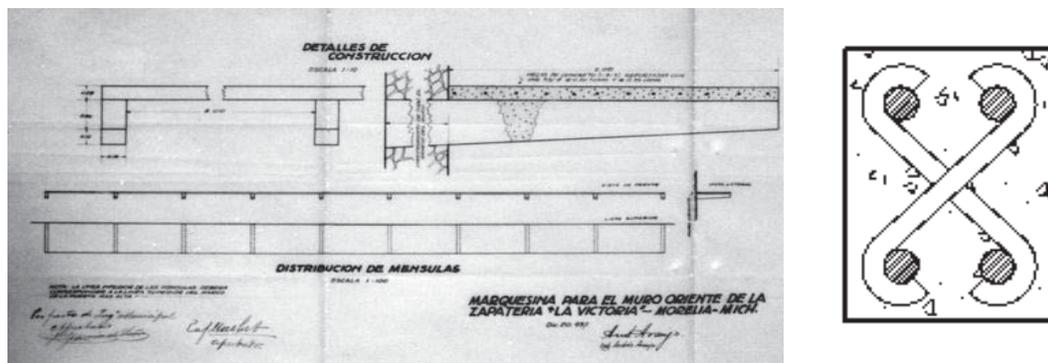
¹⁵ AHMM caja 103, exp. 16, año 1930.

¹⁶ AHMM, caja 159, exp. 14, año 1933.

¹⁷ AHMM caja 137, exp. 100, año 1933.

Finalmente uno de los primeros elementos detectado en cubiertas del que se tiene detalle en plano es una marquesina de concreto reforzado para el muro oriente de la zapatería "La Victoria" en 1937,¹⁸ diseñada por el Ing. Andrés Araujo en cuyo caso la técnica constructiva parece muy bien estudiada, pero resalta el diseño poco común de estribos en forma de cruz formados por dos bastones cruzados (Figs.3.1 y 3.2).

91



Figs. 9 y 10.- A la izquierda plano histórico del detalle de la marquesina para la zapatería "La Victoria", a la derecha croquis del detalle de los estribos armados en forma de equis dentro se las traves en voladizo que sostienen a éste elemento. Fuente: Archivo del Proyecto Arquitectura y Urbanismo Modernos en Morelia. Ref. FOMIX 64469.

En el caso anterior destaca el uso de varilla de 1" con crucetas de 5/8" a cada 0.40cm, y con una proporción de 1:2:4 (cemento, arena y grava), en vez de utilizar la proporción de la losa de 1:2:3, lo que nos indica que para este elemento en voladizo se pretendía tener un concreto de mayor resistencia al utilizado en el resto del edificio, al parecer por la falta de apoyo en uno de sus extremos.

¹⁸ AHMM, caja 194, expediente 27.

TRANSCRIBIR

Lo anterior constituye un primer acercamiento al uso de concreto apoyado con los datos obtenidos en archivo que pueden dar algunos indicios de la introducción de este material y permite afirmar que el concreto reforzado se vio como un material auxiliar en un principio, aunque es importante el estudio de varios edificios que aún se conservan, permitiendo complementar el estudio más a fondo de la técnica constructiva y caracterizar de mejor manera éste periodo de introducción, aprendizaje y apropiación del sistema.

92

LOS EDIFICIOS MODERNOS DE MORELIA Y EL EMPLEO DEL CONCRETO REFORZADO

La visita de campo y levantamiento de los edificios seleccionados para su análisis constructivo permitió realizar un acercamiento a la técnica empleada por los constructores locales en el uso del novedoso sistema del concreto reforzado, a través de la realización de una descripción de datos generales a lo técnico-constructivo, en este apartado se presentan las características técnicas identificadas en cada una de las obras analizadas:

Edificio casa comercial para Luis Solorio (1941) de Jaime Sandoval

Este inmueble actualmente alberga a la zapatería Tres Hermanos, y se encuentra ubicado en la esquina de la calle Vasco de Quiroga no.185 esquina con Antonio Álzate. Es uno de los primeros edificios construidos por Jaime Sandoval en los que se emplea el concreto

reforzado. Esta edificación fue realizada en el año de 1941 para Luis Solorio, como un edificio de doble funcionalidad, muy común en el centro de la ciudad durante este periodo; la planta baja destinada a comercio, y la planta alta destinada a vivienda.

La actual zapatería Tres Hermanos consistió en un inmueble de tipología común en lo que actualmente constituye la zona de monumentos dentro de la ciudad y se caracterizó por el uso del sistema del concreto reforzado. En cuanto a su distribución espacial; la planta baja se destinó para locales comerciales, así como una bodega; mientras que la planta alta fue destinada a dos departamentos independientes, lo cual se logró mediante dos escaleras contiguas pero separadas mediante un muro, que daban directamente hacia la calle Antonio Álzate. Como en muchas de las obras arquitectónicas nos damos cuenta que a lo largo de la construcción se hicieron pequeñas adecuaciones que modificaron el proyecto original, en este caso en la fachada hacia la calle Vasco de Quiroga podemos observar la eliminación de un vano de ventana, al centralizar el acceso intermedio.



Figs. 11 y 12.- Comparación entre la fachada del plano de 1941 y la fachada actual, en donde al parecer se optó desde su construcción inicial por quitar la ventana de planta baja y centrar el acceso intermedio y el vano de ventana en la planta alta. Archivo particular de Jaime Sandoval, cortesía de Catherine Ettinger y foto del autor.

En cuanto a su construcción original se decidió utilizar el concreto reforzado como el sistema estructural principal: en planta baja se estructuró teniendo en cuenta un sistema mixto de columnas de concreto y muros de carga de tabique, aunque actualmente se configuró con la eliminación de estos muros y el refuerzo estructural de vigas metálicas en forma de I de 4" (fig. 13). También se identifica la supresión de las escaleras originales que conducían a dos departamentos independientes en planta alta, a favor de tener un espacio más amplio de exhibición para la actual zapatería Tres Hermanos.

Actualmente en planta baja se ha optado por la eliminación de todos los muros divisorios interiores originales del inmueble, aunque se han conservado las columnas para mantener el apoyo estructural. Debido al uso actual de un falso plafón resulta difícil determinar el tipo de refuerzo utilizado para mantener la estabilidad estructural del edificio en la losa de entrepiso, aunque por lo percibido en el hueco actual de la escalera parece ser que se utilizaron perfiles metálicos con refuerzos longitudinales, aunque no es posible asegurarlo con certeza.



Figs. 13 y 14.- Detalles constructivos. A la izquierda detalle del refuerzo estructural actual para sostener la losa de entrepiso, a la derecha detalle de traveses en planta alta. Fotos del autor.

La planta alta, dedicada a la vivienda, es considerada de mayor relevancia debido a aspectos técnicos que destacan y son comunes durante este periodo en la arquitectura de la ciudad; entre sus principales características estructurales destaca la utilización de trabes de concreto a manera de vigas en planta alta con una separación que oscila entre los 45 y 60cms de centro a centro; el uso en planta baja de un sistema combinado de columnas y muros de carga, que posteriormente en sus modificaciones a lo largo del tiempo permitió la planta libre¹⁹; el uso de recubrimientos de cantería en las columnas adosadas a los muros, así como en vanos exteriores; así mismo es de destacar algunos detalles estructurales como la utilización de un arco escarzano de concreto como elemento más que decorativo, estructural en la planta alta del edificio.

Actualmente la planta baja ha sido casi completamente alterada a excepción de las dos columnas exentas apreciadas en el plano original. La planta alta ha tenido varios cambios, al parecer la losa ha sido objeto de numerosos añadidos y reparaciones, lo cual se ve a través del añadido de vigas de madera en algunos lugares, así mismo se añadió una cubierta de losa de concreto a los patios del plano original.

¹⁹ Claro que se necesitó de refuerzos estructurales como perfiles metálicos en I.

Desarrollo de la tecnología constructiva en la arquitectura moreliana de 1933 a 1956.
Proceso de inserción, aprendizaje y apropiación del uso del concreto reforzado

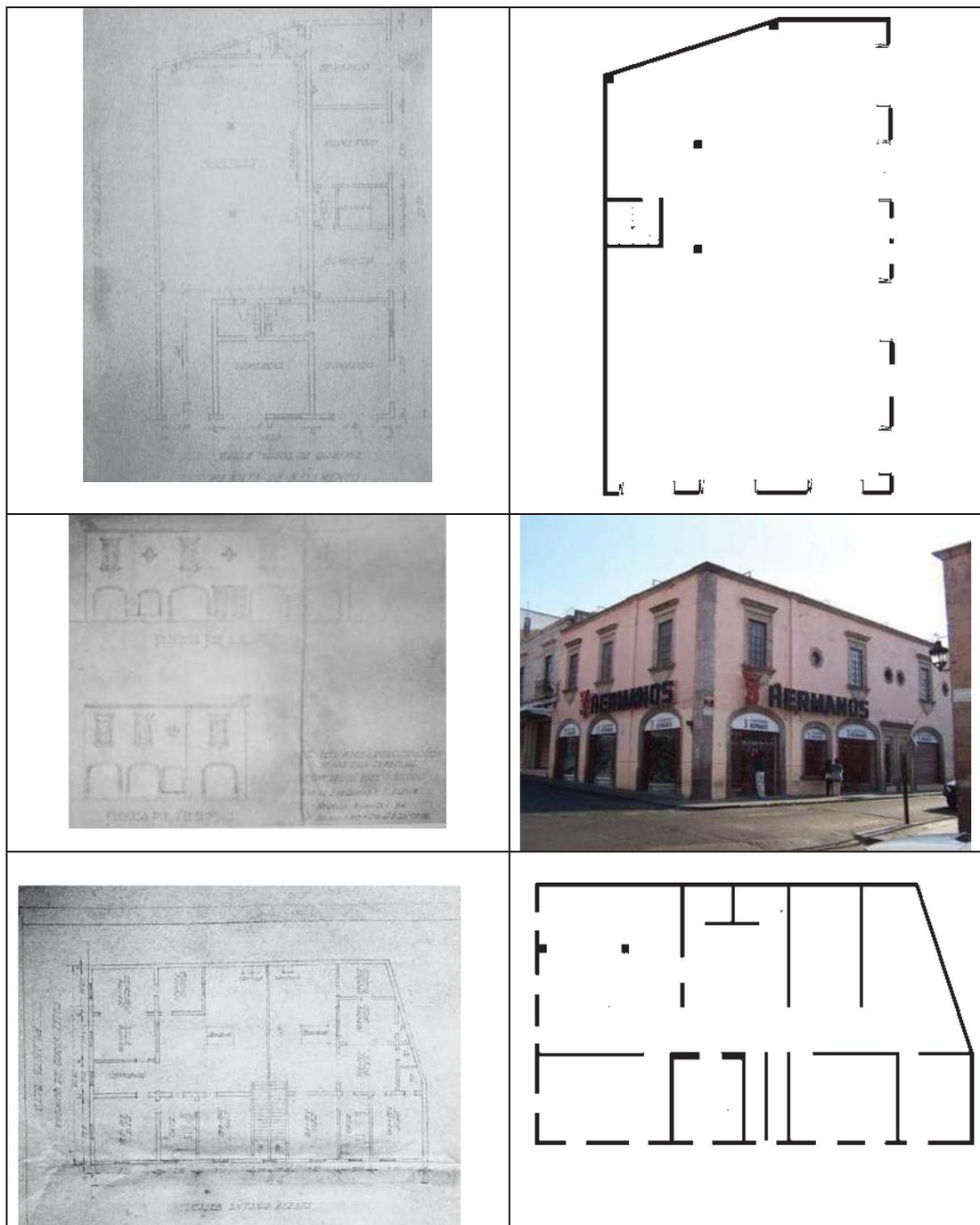


Fig. 15.- Tabla comparativa entre los planos históricos y el levantamiento actual del edificio. Se pueden apreciar que las modificaciones en fachada son casi nulas, en cambio en planta baja se eliminaron por completo los muros divisorios. Imágenes de archivo cortesía de Catherine Ettinger

Casas habitación de Rogiero Silva (1944-1947)

Gran parte de la obra de Rogiero Silva que se identificó en archivo corresponde a casas habitación construidas entre 1944 y 1947, aunque estos proyectos no fueron identificados en sitio, la calidad y cuidado de los detalles técnicos en planos permitieron hacer un acercamiento técnico-constructivo a partir de los planos históricos, así como una comparativa general de estas obras. Los proyectos revisados fueron: la casa-habitación ubicada en la calle Granja #6 Colonia los Viñedos²⁰, la casa propiedad de Alberto Pichardo en el Fraccionamiento Los Arcos²¹, la casa propiedad de Francisco Okhuysen en la Calzada Fray Antonio de San Miguel²², la casa habitación y consultorio propiedad de Lamberto Loiza en Galeana 637²³ y la reparación de la casa de Alberto Pichardo ubicada en Bartolomé de las Casas 504²⁴, los cuales presentan las siguientes características comunes:

97

- En la cimentación se aprecia una continuidad tradicional sin cambios significativos, se siguió utilizando cimientos de piedra con mortero de cal-arena.
- En los muros que se especifican, destacan los diferentes espesores, los cuales incluso se combinan dentro de la misma obra, formando paredes de carga de 0.14-0.15, 0.20 y 0.28-0.30cms de espesor según especificaciones del constructor.
- Se aprecia una continuidad en el uso de recubrimientos en muros con mortero de cal arena con acabado de yeso en el interior y terminación con polvo e mármol a base de cal en exteriores.

²⁰ AHMM caja 501, exp. 2, año 1944.

²¹ AHMM caja 501, exp. 2, año 1944.

²² AHMM caja 501, exp. 2, año 1944.

²³ AHMM caja 501, exp. 2, año 1944.

²⁴ AHMM caja 501, exp. 2, año 1944.

- En cuanto a las cubiertas se destaca el empleo de cubiertas de tres capas de ladrillo sobre vigas de madera a cada 50cms en entresijos, combinadas con losas de 10 a 12cms de espesor con armados de varilla sencillos en retículas de 1/2 y 3/8 de pulgada separadas entre 15 y 20cms en ambos sentidos, utilizadas en azoteas.
- En cuanto al proporcionamiento de mezclas de concreto, en el plano de la casa ubicada en el Fracc. Los Arcos, se puede observar en la parte inferior de las especificaciones una proporción 1:3:5 (cemento, arena y grava), que es igual a la especificada en el corte del plano del proyecto para la construcción de dos plantas superiores de casa-habitación en el edificio especializado para automóviles ubicado en Av. Madero Oriente 597, lo que permite suponer que esta proporción la utilizaba indistintamente en todos sus proyectos de 1944 a 1947. Aunque en el proyecto de casa-habitación para Ismael Martínez ubicado en Guadalupe Victoria 56, elaborado en 1949, se cambió a una especificación 1:3:6 en castillos, dalas y cerramientos, quizá por algún cambio en las propiedades de los agregados o debido a una evolución técnica en su forma particular de construir.

Aunque difícilmente los edificios pertenecientes a estos planos se encuentren íntegros, la calidad en el detalle constructivo puesto en los planos permite darnos cuenta de la manera de edificar en este periodo por parte de Rogiero Silva, proporcionando información trascendental respecto a las características específicas del sistema del concreto reforzado utilizado en Morelia, en cuanto a proporciones, armados (Fig. 16, 17 y 18) y mezclas.

LOSAS CONCRETO			
Marca	Esp.	Tramo Corto	Tramo largo
L-1	0.12	1/2" Ø a 12.5	1/2" Ø a 12.5
L-2	0.10	3/8" Ø a 15	3/8" Ø a 15

Fig. 16.- **Tabla de armado para losas.** En plano de casa habitación de dos plantas superiores en el edificio especializado para automóviles, propietario Sr. Luis G. Mendoza. AHMM caja 455, exp. 4D, año 1947.

VIGAS CONCRETO						
Marca	Esp.	Arriba	Abajo	Dobladas	Estribos 1/4	Dist.
V-1-2-3	22x45	3Ø 1/2"	4Ø 3/4"	4Ø 5/8"	10-10-15-15	5.60
V-4 a V-13 incl. V-30 a V-35 incl. y V-37	20x35	2Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	4Ø 5/8"	20-20-25 Id.	4.40
V-14-15-16 y V-36	15x35	2Ø 1/2"	3Ø 5/8"	2Ø 5/8"	Id.	2.50
V-17-18-19	22x45	3Ø 1/2"	4Ø 3/4"	4Ø 5/8"	Id.	5.50
V-20 a V-28	15x30	2Ø 1/2"	3Ø 5/8"	2Ø 5/8"	Id.	

Fig. 17.- **Tabla de armado para vigas.** En plano de casa habitación de dos plantas superiores en el edificio especializado para automóviles, propietario Sr. Luis G. Mendoza. AHMM caja 455, exp. 4D, año 1947.

COLUMNAS	
No.	Fierro
1-2-3	4Ø 5/8" + 4Ø 1/2" Circ.
5-6-7-8-9-10-11-17-18	4Ø 5/8" + 4Ø 3/4" 40x40
12-13-14-15-16-19-20	4Ø 5/8" + 4Ø 1/2" 35x35
Del 21 al 47 inclusive	4Ø 1/2" Pared 28x28

Fig. 18.- **Tabla de armado para columnas.** En plano de casa habitación de dos plantas superiores en el edificio especializado para automóviles, propietario Sr. Luis G. Mendoza. AHMM caja 455, exp. 4D, año 1947.

Las tablas de especificaciones de armados ratifican que el método de cálculo utilizado para las obras construidas durante este periodo fue el método elástico, el cual considera la flexibilidad del material y mantiene una holgura amplia de acuerdo a la capacidad máxima del sistema estructural de concreto reforzado, que en combinación con muros de esperes de 22 y 30cms. generaron estructuras fornidas durante inicios y mediados de la década de los años cuarenta.

La Agencia Studebaker de Jaime Sandoval (1946)

Este inmueble construido por Jaime Sandoval, fue concebido como una agencia automotriz, cuya función en esa época era relativamente reciente, aunque no era un uso nuevo dentro de la ciudad debido a que ya se habían realizado este tipo de edificios anteriormente en la ciudad; el primer ejemplo de esta tipología de inmuebles que se identifica fue la agencia Ford realizada en 1938 por Rogiero Silva en la que se incluían bombas despachadoras de gasolina e incluso habitaciones para las empleados²⁵. A pesar de esto, en su planteamiento formal y estructural, poco tuvieron que ver ambos edificios; mientras la agencia Ford se sujetó a la aprobación del comité de monumentos de la ciudad²⁶ y tuvo que utilizar materiales como la cantería, la Agencia Studebaker no estuvo sujeta a este tipo de limitantes, debido a su ubicación en la periferia de la ciudad en aquel entonces, lo que permitió el uso del nuevo sistema constructivo del concreto reforzado con mayor libertad, este edificio se caracterizó por tener un planteamiento formal flexible permitido por el uso de la planta libre, que le ha permitido mantenerse vigente a través de las diversas adaptaciones que ha sufrido a lo largo de décadas.

²⁵ Aideé Tapia Chávez, *Morelia 1880-1950. Permanencias y transformaciones de su espacio construido. Hacia una valoración del urbanismo y la arquitectura del pasado reciente*, Tesis de maestría, Morelia, Facultad de Arquitectura de la UMSNH, 2001, p. 223.

²⁶



Figs. 19 y 20.- Fotografías de la Agencia Studebaker, mejor conocida como Agencia Dodge. Fotos del autor.

Este edificio es mejor conocido en tiempos recientes como la agencia Dodge, el cual por sus características constructivas de planta libre ha permitido a lo largo de su historia adaptarlo a las necesidades actuales. De acuerdo a las medidas tomadas en su levantamiento nos damos cuenta que el edificio fue ampliado hacia el lado norte, además de que se incluyeron columnas rectangulares adosadas al muro como refuerzo en el lado oriente, para sostener la estructura metálica que actualmente cubre la parte trasera (norte) de este inmueble.

El inmueble de la agencia Studebaker fue único en cuanto a su tipología formal y estructural en la época de su construcción dentro del contexto local de la ciudad, ya que es un inmueble que, en cuestión formal, estuvo íntimamente ligado con las tendencias internacionales del movimiento moderno, además fue construido de acuerdo a las necesidades de esta tipología de edificios, en donde los claros requeridos deberían ser amplios, por lo que se recurrió a la estructura mixta de columnas de concreto con cubierta ligera de madera. Aunque por motivos estéticos y de estilo está cubierta no era percibida desde el

exterior. Tan funcional fue su diseño que se ha mantenido a través de los años como agencia automotriz y actualmente como auto-boutique.

En lo referente al sistema constructivo utilizado se destaca el uso de una estructura de concreto reforzado a base de columnas de sección circular distribuidas de manera uniforme a lo largo la parte interior de la fachada principal, así como también hay otras similares ubicadas en la parte media del edificio y paralelas a las columnas de la fachada, que en combinación con columnas de sección rectangular que se encuentran adosadas a los muros exteriores, sostienen una cubierta que originalmente era de madera y que actualmente es mixta: de madera en la parte del acceso principal y de estructura metálica en la parte posterior, que originalmente era destinada al taller mecánico, separadas por muros divisorios de tabique.

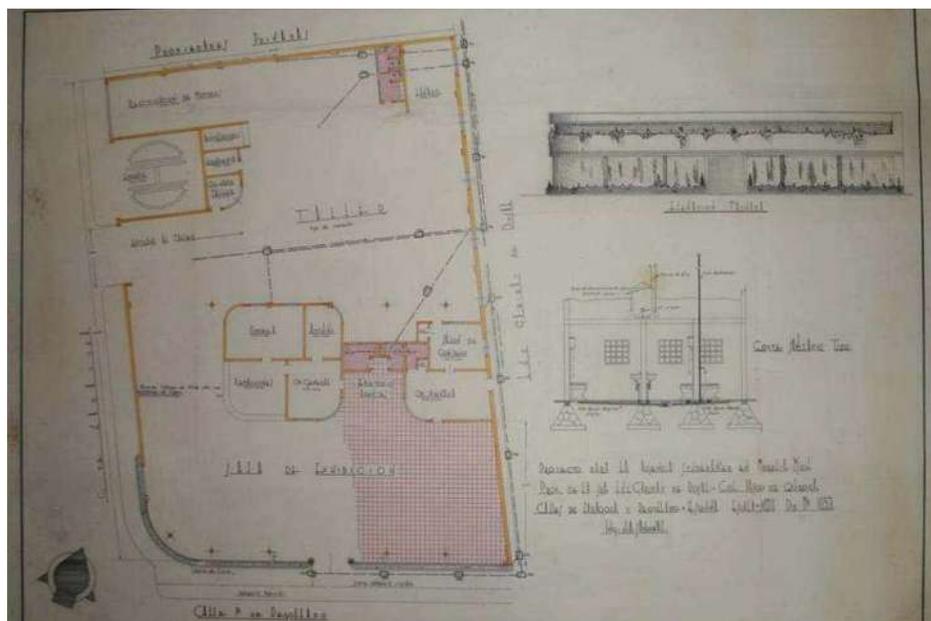


Fig. 21.- Plano histórico de la agencia Studebaker. Fuente: Archivo del Proyecto Arquitectura y Urbanismo Modernos en Morelia. Ref. FOMIX 64469.

La ubicación del inmueble en lo que anteriormente eran las periferias de la ciudad permitió un mayor atrevimiento formal en cuanto al diseño de su fachada, donde destaca el paramento curvo en la esquina suroeste de la fachada principal, este edificio destaca la amplitud del espacio que al ser necesario se resuelve a través de una estructura de columnas de concreto que sostenía una cubierta ligera de madera. Que a su vez contenía espacios solucionados por muros de tabique con losa interior de concreto.

No es posible establecer una comparación técnica en cuanto a la solución del claro principal con los demás edificios analizados, debido a que fueron soluciones distintas, aunque si podemos mencionar que no todo se limitó a utilizar los nuevos materiales y olvidarse de los tradicionales, como lo podemos observar en el uso de la cubierta de madera.

Colegio Anáhuac de Jaime Sandoval (1948)

La llegada de la modernidad nacional a Morelia, era el instrumento encargado de solventar las necesidades sociales de salud, vivienda y educación. Durante este periodo, el crecimiento poblacional era considerable, para solventar las necesidades sociales era imprescindible la creación de espacios, lo que trajo consigo, particularmente en el caso de la educación, la creación de nuevos edificios acordes a los nuevos postulados de economía, rapidez y durabilidad que divulgaban los promotores del nuevo sistema del concreto reforzado, por lo que fueron de corte funcionalista. Entre los edificios encargados de solventar la

necesidad de espacios educativos destacó el colegio Anáhuac, construido en 1948 por el arquitecto Jaime Sandoval.



Figs. 22 y 23.- Foto exterior e interior del colegio Anáhuac. Fotos del autor.

Se desarrolla en torno a un patio central, alrededor de éste se distribuyeron los diversos espacios necesarios para el correcto funcionamiento del inmueble, que en su mayoría fueron aulas. La solución estructural acogida fue completamente moderna, adoptando al sistema constructivo del concreto reforzado como elemento primordial, y que como sabemos era el sistema más acorde a las nuevas ideas de estructuración en este tipo de edificaciones, teniendo en cuenta la rapidez y bajo costo que ofrecía este sistema, lo que permitió solventar la construcción de este inmueble de necesidad primordial.

El sistema estructural del edificio se integra por una estructura de esqueleto de concreto reforzado conformada por columnas, trabes y losas y cuyos espacios se encuentran delimitados y divididos a través de muros de tabique. Mientras que en el tercer nivel el uso del concreto reforzado adopta una estructura independiente con base en columnas de sección circular y trabes para sostener una losa plana de 10cms. de espesor; esta diferencia en cuanto a la solución constructiva de las otras

dos plantas, permite darnos cuenta que la planta alta fue la última etapa de la construcción del inmueble.



105

Fig. 24 y 25.- Fotos de detalles constructivos del colegio Anáhuac. Generalmente se tuvo cuidado en aterrizar las Travesaños sobre castillos, aunque en menor medida esto no sucedió como por ejemplo en lo que antes era el laboratorio (izquierda).

El edificio Ballesteros de Jaime Sandoval (1950)

Este edificio fue construido en el año 1951 para Espiridión Ballesteros, se ubica en la calle Abasolo número 337 esquina con Aldama, y al igual que la actual zapatería Tres Hermanos y muchos otros edificios construidos durante este periodo en el centro de la ciudad, este inmueble fue concebido con una doble funcionalidad: para comercio en planta baja y como vivienda en planta alta.



Fig. 27.- Larguillo del edificio Ballesteros. Foto del autor.

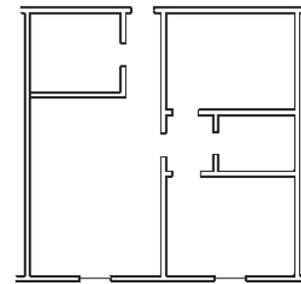
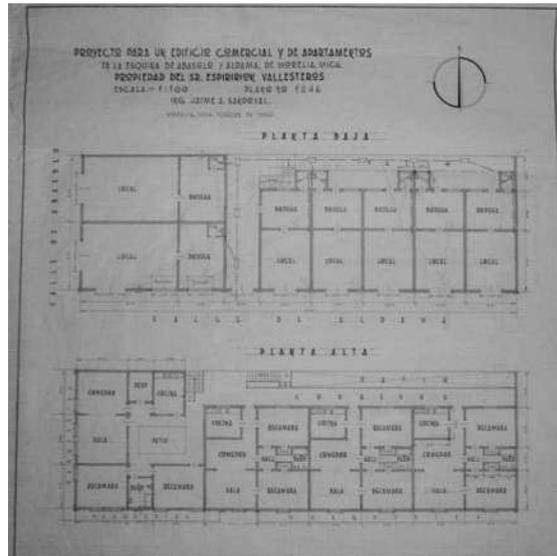
En la planta baja se distribuyeron ocho locales comerciales, dentro de los cuales cinco fueron de las mismas dimensiones. La planta alta en cambio está conformada por un conjunto de departamentos de distribución moderna.

La estructura del edificio es simple, se compone por muros de carga de tabique de 15 y 20cm de espesor, que sostienen una losa plana de concreto reforzado, tanto en entrepiso como en azotea. Es de destacar el nivel de conservación del diseño y la forma original corroborado en planos históricos, en donde –de acuerdo a lo observado– al comparar los planos históricos con el edificio actual, nos damos cuenta de que las modificaciones en este edificio han sido mínimas, ya que se conserva íntegramente en la mayoría de sus partes, aunque existen algunas pequeñas diferencias observadas en cuanto a la eliminación del patio interior norte en planta baja, así como modificaciones en el diseño de los baños de los departamentos en cuanto al espacio proyectado en los planos para los closets.

Referente a los detalles técnicos, parece ser que la losa de entrepiso tiene una sección de 15cms, así mismo parece de acuerdo al plano histórico que hay la intención de separar cada local en planta baja, así como cada departamento en planta alta del contiguo a través

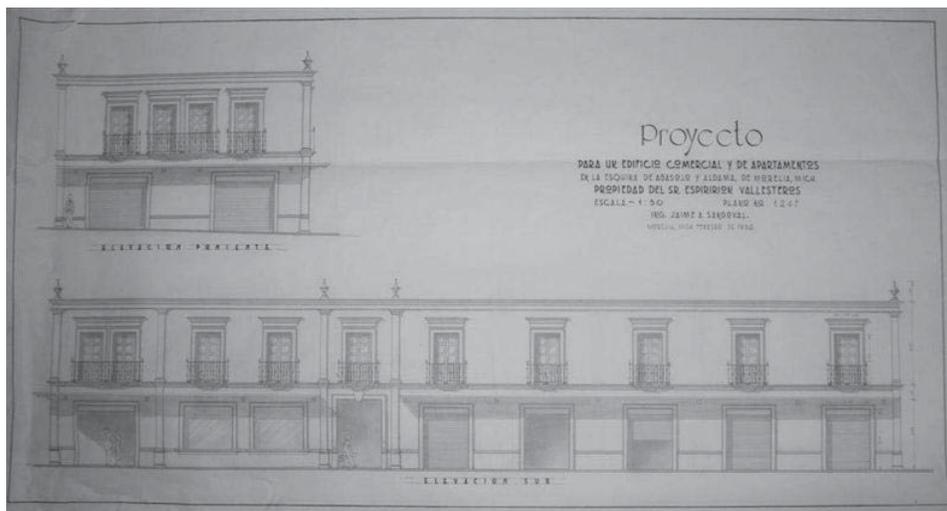
Desarrollo de la tecnología constructiva en la arquitectura moreliana de 1933 a 1956.
Proceso de inserción, aprendizaje y apropiación del uso del concreto reforzado

de un muro de mayor espesor (20cms), aunque este espesor solo se pudo apreciar en el plano histórico.



Plano de departamento tipo

107



Figs. 28, 29 y 30.- Planos históricos del edificio y levantamiento de un departamento actual, en donde podemos apreciar los pequeños cambios hechos en el edificio: la eliminación de los muretes que dividían a la sala y comedor, así como del espacio para closets en habitaciones con la intención de tener un baño más amplio. Fuente: Archivo del Proyecto Arquitectura y Urbanismo Modernos en Morelia. Ref. FOMIX 64469.

Casa Hogar Soledad de Figaredo de Rogiero Silva(1950)

Esta obra se comenzó a construir bajo la dirección de Rogiero Silva en la década de los cincuenta. Se planteó como un conjunto de edificios que se compone por tres zonas principales, la escuela, el área de servicios y dormitorios.

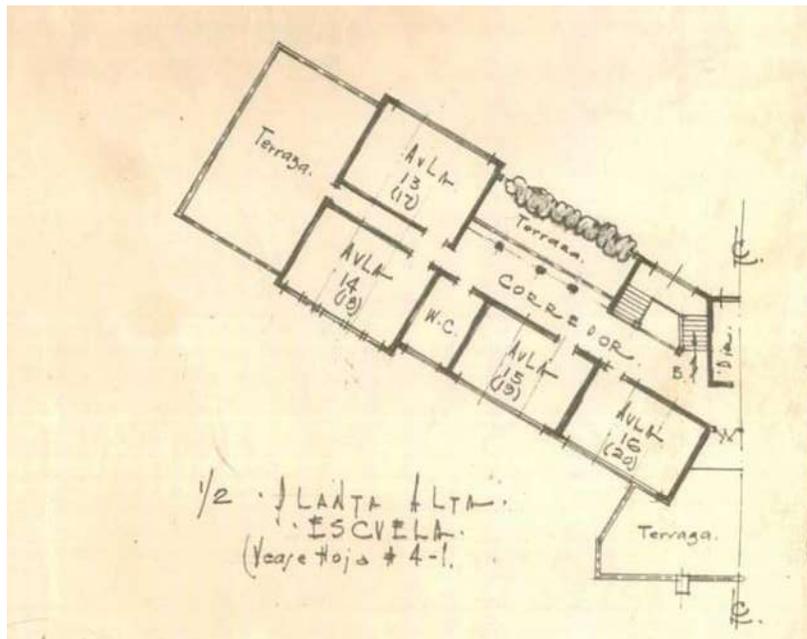
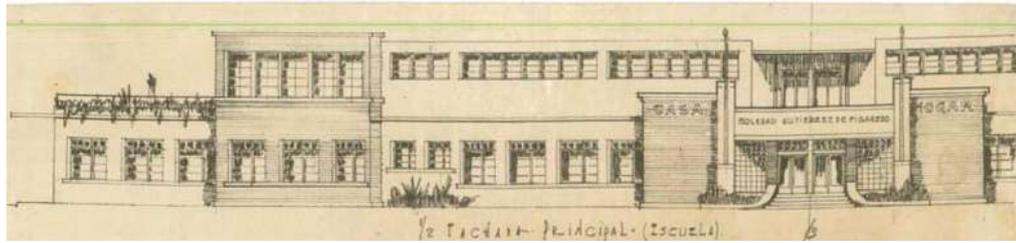
108



Figs. 31 y 32.- Casa Hogar Soledad de Figaredo. A la izquierda el patio interior, a la derecha el pasillo que comunica con los salones. Fotos del autor.

En el levantamiento realizado nos damos cuenta de que el único edificio que casi se construyó en su totalidad de acuerdo al plano de archivo fue el correspondiente a la escuela, aunque faltó la planta alta de los salones, mientras que el área de servicios se hizo en parte de acuerdo a las especificaciones estructurales; como es el caso de la cocina. Por último los dormitorios no se identifican de acuerdo al plano realizado por el Rogiero Silva, aunque no por ello podemos negar su participación. Posiblemente los motivos económicos orillaron a hacer unos dormitorios comunes más austeros y de un solo nivel y no dos como se proponía en los planos.

Desarrollo de la tecnología constructiva en la arquitectura moreliana de 1933 a 1956.
Proceso de inserción, aprendizaje y apropiación del uso del concreto reforzado



109

Figs. 33 y 34.- Planos históricos.- Arriba fachada principal de la escuela, abajo planta alta de los salones que no se realizó. Fuente: Archivo del Proyecto Arquitectura y Urbanismo Modernos en Morelia. Ref. FOMIX 64469.

En general la estructura se constituye de la siguiente manera: en el área de la escuela se estructura de manera mixta por muros de carga y columnas dominando los muros. En el comedor se identifica una estructura mixta de columnas de concreto reforzado con traveses de perfiles metálicos en I, así como losa plana de concreto.

Edificio Marcella(1952)

El edificio Marcella originalmente funcionó como oficinas, posteriormente fue un Centro médico y actualmente ha sido remodelado como hotel, constituye un ejemplo de las obras tardías durante el proceso de introducción, apropiación y aprendizaje del concreto reforzado.

110

El actual hotel Marcella cuenta con cinco niveles, en donde los tres intermedios están resueltos mediante una planta tipo, la estructura actúa con base en muros de carga de tabique de 15 cms que se unen a una cubierta de losa de concreto reforzado de 12cm de espesor. A simple vista la distribución es completamente funcionalista, aunque la división en espacios o apartamentos comunicados a través de un vestíbulo común lo que ha permitido el cambio de uso con ciertas adecuaciones.



Figs. 35 y 36.-A la izquierda foto actual del hotel Marcella, a la derecha foto interior de una habitación del hotel.

El sistema estructural se compone por muros de carga de tabique con estructura de concreto reforzado, los claros que se resuelven no tienen mayor inconveniente al ser claros cortos por lo que el uso de vigas es casi nulo. A diferencia de los inmuebles descritos con anterioridad, este edificio utiliza elementos en cantiliber en fachada como balcones, lo que representa un dominio de la técnica del concreto reforzado. El actual hotel Marcella representa unos de los últimos edificios construidos por Jaime Sandoval en Morelia, cuya solución formal se asemeja mucho a la actualidad.

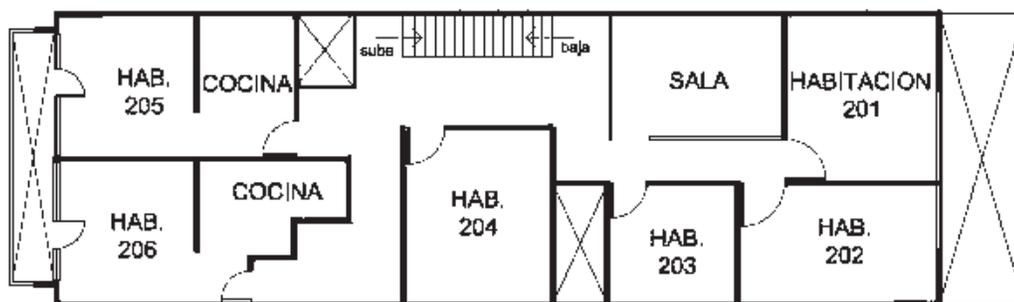


Fig. 37.-Levantamiento de la planta tipo del primer nivel del edificio Marcella. Se aprecia la solución estructural a través de muros de carga de tabique que sostienen una losa plana de concreto de 10cms de espesor.

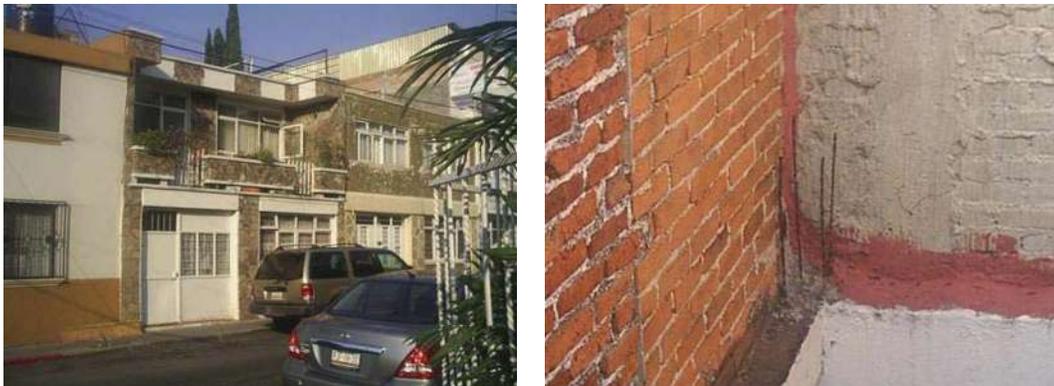
Casa habitación, en padre Lloreda de los hermanos Rodríguez Soto (1953)

El cambio a la casa habitación moderna en Morelia no fue fácil, la introducción de los nuevos materiales concreto y acero, permitieron experimentar una nueva funcionalidad. Esta casa pertenece a un conjunto de casas en serie que fueron realizadas por los ingenieros Rodríguez Soto. Originalmente se constituyeron por una sola planta, aunque por ser objeto de las necesidades de cada familia que vivió en

ellas con el paso del tiempo se fueron modificando convirtiéndose en casas de dos plantas, incluso no se descarta que los hermanos Rodríguez Soto participaron en algunas de las ampliaciones.

En cuanto a detalles constructivos podemos observar uno de sus castillos se puede observar que la varilla utilizada en el momento de su construcción difería de las actuales al tener una mayor rugosidad (fig.35).

112



Figs. 38 y 39.- A la derecha casa-habitación Padre Lloreda , a la izquierda, detalle de la rugosidad de la varilla.

La solución estructural es muy sencilla; se utilizan muros de carga de tabique de 15cm de espesor para sostener una losa plana de concreto reforzado, que debido a tantas modificaciones sufridas tiene un espesor actual de 25cm, el cual no representa el espesor original al momento de su construcción, aunque por la temporalidad al parecer no pasaba de 12cm.



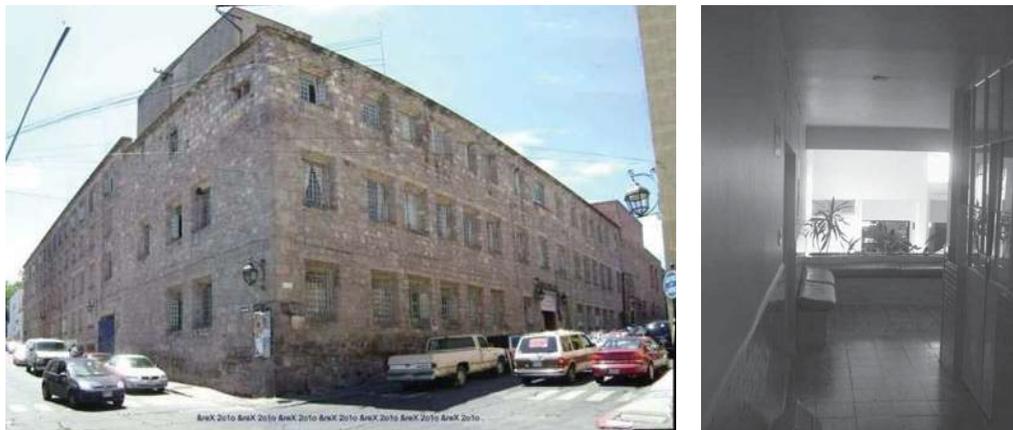
Fig. 40 y 41.- A la izquierda reconstrucción de la planta tipo original de la mayoría de las viviendas, a la derecha levantamiento actual del inmueble. Levantamiento del autor.

Sanatorio La Salud de los hermanos Rodríguez Soto(1952)

Este edificio se localiza en Ignacio Zaragoza 276 esquina con Eduardo Ruiz y fue diseñado y construido por los Hermanos Rodríguez Soto, su nombre actual es el de Hospital de Nuestra Señora de La Salud, nombre dado por estar relacionado con la atención a la comunidad católica de la ciudad en el momento de su nacimiento²⁷.

²⁷ Eder García, *Arquitectura hospitalaria en Morelia, 1901-1965*, Tesis de licenciatura, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2010, p. 186.

La historia del edificio se puede dividir en tres etapas de participación de los Hermanos Rodríguez Soto: la primera etapa donde se construyó la planta baja de la crujía poniente correspondiente al acceso principal; a la segunda etapa corresponde la ampliación y construcción de la crujía en el lado oriente partir de 1954; y finalmente una tercer etapa en donde se edificó la planta alta de la poniente de 1955 a 1957²⁸.



Figs. 42 y 43.- Actual Hospital de Nuestra Señora de La Salud.

Este hospital se caracteriza por la combinación de muros de cantería hacia el exterior con un interior caracterizado por el uso de una estructura de concreto reforzado. El edificio utiliza los muros de cantería hacia el exterior con el objeto de mantener la imagen homogénea que tanto se ha cuidado en el actual centro histórico la ciudad, en el interior nos encontramos con un edificio completamente funcional caracterizado por el uso del sistema esqueleto de concreto reforzado, conformado columnas, trabes y losa plana como la estructura principal del edificio, en combinación con muros de tabique de carácter divisorio.

²⁸ Eder García, *Arquitectura hospitalaria en Morelia, 1901-1965*, Tesis de licenciatura, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2010, pp. 186-212.

Sanatorio La luz de los hermanos Rodríguez Soto (1954).

La salud de la población era una necesidad prioritaria en el país, el primer hospital moderno en la ciudad fue la clínica La Luz, aunque su historia como institución se remonta a décadas atrás²⁹. Es de especial interés la primera etapa del edificio, cuya construcción se identifica en el año de 1953, cuya etapa se constituyó por un edificio de una sola planta, cuyo volumen principal estaba jerarquizado por un volumen central de acceso que sobresale del paramento de la fachada.

115



Figs. 44 y 45.- Fotos interiores del actual sanatorio La Luz. Fotos del autor.

Su estructura es completamente de concreto reforzado, de acuerdo a su diseño netamente funcionalista, obedeciendo algunos patrones propuestos en la época como el uso de jardines y áreas de aislamiento. El edificio ha sufrido numerosas modificaciones para adecuarse a las funciones a lo largo de su historia, resulta difícil establecer las partes originales que aún se conservan, debido las obras de adecuación y mantenimiento que se han realizado a lo largo de su vida útil; aunque

²⁹Para una información más extensa consultar a Eder García Sánchez, *Arquitectura hospitalaria en Morelia 1901-1965*, Tesis de licenciatura, UMSNH-Facultad de Arquitectura, 2010.

por lo observado en planos y en campo nos damos cuenta de que el uso de trabes no es atípico a los modelos actuales como sucede en otros edificios, la solución formal fue muy bien estudiada.



116

Figs. 46 y 47.- Detalles constructivos del edificio de enfermería del sanatorio La Luz.

Dentro de este conjunto resultó de especial interés el edificio de enfermería localizado al sur del edificio principal, ya que se encuentra abandonado y el deterioro ha permitido identificar detalles constructivos muy interesantes como la falta de castillos en muros.

En general cada una de las obras analizadas proporcionan diversos detalles estructurales que permiten realizar un acercamiento a la técnica-constructiva usada en el empleo del concreto reforzado, para detallar la manera en que se dio el proceso de introducción, aprendizaje y apropiación de este sistema, en el siguiente apartado se analiza a través de cada elemento constructivo específico la manera en que fue utilizado.

CAPÍTULO 4

LA EVOLUCIÓN TÉCNICA EN EL USO DEL CONCRETO REFORZADO VISTA A TRAVÉS DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

El desarrollo de la técnica del concreto reforzado visto a detalle

La técnica de empleo del concreto reforzado durante el periodo de introducción, aprendizaje y apropiación de este sistema es comprensible a través análisis detallado de los elementos constructivos, a partir del cual se obtiene información valiosa sobre los procesos de edificación de cualquier obra arquitectónica.

Kalisch menciona que las soluciones dadas al emplear el sistema del concreto reforzado, además de novedosas fueron acorde a los

requerimientos funcionales en ámbitos locales ¹. En este sentido cabe aclarar que fue la función y no los materiales fueron lo que rigieron la construcción, aunque estos últimos fueron herramientas para potencializar estas funciones.

El estudio de los diversos elementos que componen la estructura de los edificios morelianos del siglo XX permite conocer a través de los detalles constructivos la manera de adoptar a los nuevos materiales. A partir de la información obtenida en el capítulo anterior se establece una comparación constructiva de los elementos que constituyen la estructura de los edificios y que utilizan el sistema del concreto reforzado, con la intención de conocer cuáles fueron los cambios en su uso de este sistema a lo largo del periodo y ver si realmente se dio una evolución técnica o solamente fueron cambios en la manera de edificar asociados a la información técnica que tenían los constructores.

Cimentaciones y pisos

Los primeros componentes analizados fueron los cimientos, que por ser elementos ocultos solo fue posible revisarlos de acuerdo a lo observado en los planos históricos.

Se identifica una continuidad en el uso de mampostería de piedra como sistema principal para la construcción de cimentaciones. Por ejemplo, se identifica en el conjunto de proyectos de casa habitación

¹ Arturo Román Kalisch, "Innovaciones tecnológicas en la arquitectura posrevolucionaria de Yucatán", en Marco Tulio Peraza (coord.), *La memoria inmediata: patrimonio siglo XX*, Yucatán, Universidad Autónoma de Yucatán, 2007, p. 117.

realizados por Rogério Silva durante los años de 1944 a 1947², la continuidad en la utilización de cimentación de mampostería de piedra asentados con mortero de cal-arena.

En el caso de Morelia, Aunque el uso de cimientos de concreto fue en menor medida no podemos descartarlo como una opción que tuvieron los constructores locales, y que al parecer respondió a la disponibilidad y costo de los materiales, incluso se llegaron a utilizar ambos sistemas dentro de una misma obra arquitectónica, como lo hizo Rogério Silva dentro de la Casa Hogar Soledad de Figaredo (Fig. X)

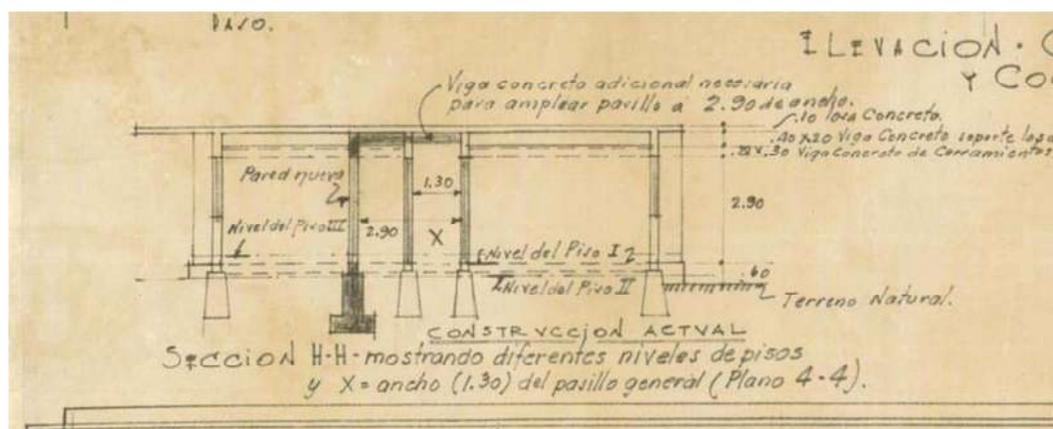


Fig. 1.- Sección de la casa hogar Soledad de Figaredo, donde se muestra el uso de cimientos de mampostería de piedra, a la par de cimientos de concreto reforzado. Plano cortesía de Catherine Ettinger.

En conclusión, no se observa que la cimentación de mampostería de piedra desapareciera a favor de zapatas de concreto, en este caso se aprecia un traslape entre ambos sistemas constructivos. Se puede apreciar el uso de cimentaciones de mampostería de piedra a la par de

² La casa-habitación ubicada en la calle Granja #6 Colonia los Viñedos, la casa propiedad de Alberto Pichardo en el Fraccionamiento Los Arcos, la casa propiedad de Francisco Okhuysen en la Calzada Fray Antonio de San Miguel, la casa habitación y consultorio propiedad de Lamberto Loaiza en Galeana 637 y la reparación de la casa de Alberto Pichardo ubicada en Bartolomé de las Casas 504.

cimentaciones de concreto reforzado, por ejemplo en la Agencia Studebaker (1948) se usa mampostería de piedra, mientras que en la Casa Hogar Soledad de Figaredo (1951) se usan cimentaciones de concreto reforzado.

Tipo de cimentación				
Edificio	Constructor	Año	Cimientos de mampostería de piedra	Cimientos de concreto reforzado
Proyecto de mercado anexo al mercado Valladolid	J. Sandoval	1933		
Obras de casa habitación	R. Silva	1944-1947		
Agencia Studebaker	J. Sandoval	1948		
Casa Hogar Soledad de Figaredo	R. Silva	1951		

Fig. 2.- Tabla de tipos de cimentación. Fuente: Planos históricos.

Al analizar la tabla anterior podemos darnos cuenta que la selección del tipo de cimentación no obedeció a la temporalidad de edificación; hubo traslapes y paralelismos en el uso de cimientos de mampostería de piedra y cimientos de concreto reforzado.

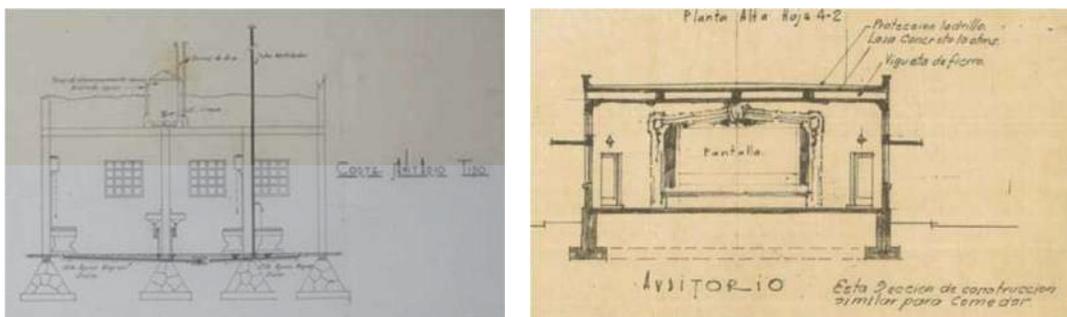


Fig. 3 y 4.- A la izquierda los sanitarios de al agencia Studebaker, donde se aprecia la solución de la cimentación a través de zapatas corridas de mampostería de piedra, a la derecha el auditorio de la casa hogar Soledad de Figaredo cuya cimentación se resuelve a través de zapatas de concreto reforzado. Fuente: Archivo del Proyecto de Arquitectura y Urbanismo modernos en Morelia, referencia FOMIX 64469.

La cimentación dependió en gran medida de la disponibilidad de materiales, y no se dio como un proceso lineal de sustitución de mampostería por concreto. Se puede apreciar el uso de cimentaciones de mampostería de piedra a la par de cimentaciones de concreto reforzado ³. Este no solo fue un fenómeno recurrente en la ciudad, en otras ciudades históricas como Mérida se seguían utilizando cimientos de piedra debido a los factores antes mencionados, aunque en este último caso dependió mucho del tipo de suelo que al ser muy rocoso y de capas irregulares no permitió la adaptación del sistema del concreto reforzado ⁴. En el caso de Morelia, el tipo de suelo estaba conformado por toba riolítica una piedra de dureza media, por lo que no fue factor

³ Por ejemplo en la Agencia Dodge (1948) se usa mampostería de piedra, mientras que en la Casa Hogar Soledad de Figaredo (1951) se usan cimentaciones de concreto reforzado. Mucho dependió de la disponibilidad del material y probablemente del costo.

⁴ Comunicación con el Dr. Román Kalisch, junio 2011.

determinante, ya que ambos sistemas de cimentación pueden ser utilizados sin mayores problemas.

Apoyos verticales: columnas y muros

En cuanto a los apoyos verticales, durante las primeras décadas de la introducción del concreto se encontraron muros de tabique de diversos espesores, identificándose muros gruesos de 20-22 y 28-30cms, cuyo sobredimensionamiento se puede atribuir a la dificultad del cambio en el uso de muros de piedra de 60 a 80cms, por muros de tabique que a la mucho alcanzaban grosores de 30cms. También se observa que en las paredes exteriores generalmente se utilizaba muros de un ancho mayor que en los interiores, ejemplo de esto son el edificio Ballesteros y el Sanatorio La Luz; el primero utilizaba muros de 15 y 20 cms, mientras que el segundo de 15 y 30cms respectivamente. De tal manera se deduce que el ancho de muros en cada obra obedece en primera instancia a un mayor porcentaje de carga y en segunda a una opción de diseño basado en el aislamiento estructural. Un ejemplo de esto último, lo proporciona la obra de Rogiero Silva, quién usaba muros de varios grosores en sus proyectos, incluso dentro de la misma obra, principalmente de casa habitación construidos entre 1944 y 1947, en donde utilizaba muros de 15 y 30cms como elementos estructurales.

Se identificó que a través del tiempo, los muros se fueron reduciendo en cuanto los espesores y unificando los criterios, quedando en muros de 15cms a partir de la década de 1950. Ejemplo de ello es el actual Hotel Marcella, ubicado en el primer cuadro de la zona de monumentos de la ciudad, construido en el año de 1952, que se caracterizaba por utilizar muros de 15 cms, para sostener losas planas

de 12cms, lo cual parece ser que se volvió norma a partir de los años 50's. En este mismo ejemplo, que representa una etapa tardía del proceso de apropiación, podemos observar la utilización de elementos en voladizo en la fachada del Hotel a manera de balcones, situación que representa el dominio en el uso del concreto para aprovechar al máximo sus capacidades.

Espesor de muros				
Espesor	1940-1943	1944-1946	1947-1950	1951-1955
40cms	Casa y local para Luis Solorio (zapatería Tres Hermanos)			
30cms		Proyectos de casa-habitación del Ing. Rogiero Silva	Colegio Anáhuac (1948) El edificio Ballesteros (1950) Casa Hogar Soledad de Figaredo	Edificio Marcella (1952) Casa habitación en Padre Lloreda (1953) Sanatorio La Salud (1952) Sanatorio La luz (1954)
20-22cms				
15cms.				

Fig. 3.- Tabla comparativa de espesores de muros por temporalidad.

Otra práctica técnica que destaca en los muros de algunas construcciones durante etapas tempranas del uso del concreto es la falta de castillos, éste es el caso del edificio de enfermería localizado dentro del Sanatorio La Luz, en el cual, los cambios de dirección en muros se resuelven a través del entreverado de los mismos dejando de lado el uso de castillos. Ettinger también advierte este fenómeno en las casas

construidas por Jaime Sandoval en el conjunto residencial Las Palmas de 1946-1947.



Figs. 4 y 5.- Detalles de la falta de castillo en el edificio de enfermería del sanatorio La Luz.

La falta de castillos puede relacionarse con la alta sismicidad de la región, debido al temor de la rigidez del concreto y la búsqueda de una estructura más flexible, aunque posteriormente nos damos cuenta de que la resistencia y flexibilidad del sistema del concreto reforzado no generó problemas estructurales, dejando de utilizarse el procedimiento de entreverado de los tabiques.

El uso de columnas de concreto dependió principalmente del diseño y la tipología de los edificios. Por ejemplo, en la Agencia Dodge se necesitaba un gran espacio para exhibición y talleres, lo que motivó al uso de columnas de sección circulares exentas y de sección rectangular adosadas a los muros para sostener una cubierta de madera. Aunque se puede deducir que, de acuerdo al peso específico de la cubierta de madera, las columnas de este edificio están excedidas en

las dimensiones necesarias de acuerdo a la capacidad de carga del concreto reforzado.

Algunos investigadores como Román Kalisch atribuyen el sobredimensionamiento de estos elementos a la práctica de la teoría elástica en el diseño de las estructuras, que por considerar al concreto como un material elástico, lo marginaba a trabajar a un 50% de su capacidad real⁵. Aunque no podemos negar la relevancia de este método de cálculo enseñado en las universidades durante este periodo, también, en parte, puede ser motivo del mismo aprendizaje que implicaba adaptar una nueva tecnología como el concreto a un contexto histórico como el de la ciudad de Morelia.

Apoyos horizontales: trabes y losas

En lo referente a la forma de los elementos, la Casa Hogar Soledad de Figaredo presenta trabes de sección T en el vestíbulo semicubierto que comunica con los dormitorios, esta forma de la sección también se identifica en la solución del edificio Sandoval, esto nos indica a pesar de ser obras de dos diferentes constructores, las tipologías constructivas de estos elementos fueron muy similares en este periodo.

En lo referente a las cubiertas, el cambio de uso de sistemas tradicionales como la bóveda catalana por losa plana de concreto reforzado, no se dio de manera lineal, ni continúa. Por ejemplo, mientras se utilizaban losas de concreto se seguía usando la bóveda catalana, incluso Rogiero Silva utilizó ambos sistemas en varias construcciones de casa-habitación entre 1944 y 1947.

⁵ *Ibidem.*

Aunque esta investigación se basó en tres de los constructores más prolíficos de este periodo, es necesario señalar, que no fueron los únicos, pues seguía existiendo mucha autoconstrucción en la que generalmente se usaban los materiales y sistemas tradicionales, como da fe muchas de las licencias de construcción solicitadas durante este periodo.

126

El uso elementos de concreto reforzado en cubiertas durante la década de los años cuarenta, se caracterizó en varias obras por utilización de trabes perpendiculares al sentido largo de los claros, simulando el sistema de vigas de madera. Un ejemplo de lo anterior, lo proporciona la planta alta de la actual Zapatería Tres Hermanos, donde además se localizó un arco escarzano de concreto como elemento estructural del propio edificio al identificar que se encuentra apoyado sobre columnas adosadas a los muros. El uso de este elemento nos indica una continuidad de las formas tradicionales como elementos en el diseño, no por la falta de conocimiento de las propiedades del concreto reforzado, sino porque era la manera en que los constructores habían aprendido a edificar.



Figs. 6 y 7.- A la izquierda detalle de las trabes en planta alta de la actual Zapatería Tres Hermanos, a la derecha muro de 40cm en planta alta.

Otra de las características relevantes de esta etapa, es el sobredimensionamiento de algunos elementos estructurales de concreto, principalmente las trabes. Esto se percibe en el Colegio Anáhuac, que se presume fue construido en varias etapas y en el cual se identifica que, en el caso de varios salones, los mismos claros son resueltos con trabes de menor tamaño, pasando de trabes de 40x33cms en planta baja, a un sistema mixto de trabes de 40x33cms y 40x15cms en las planta superiores. Lo anterior nos sugiere que los espacios conformados por las trabes de mayor tamaño fueron etapas primarias del edificio, y posteriormente en etapas posteriores se construyeron trabes con un mayor dominio de la técnica, considerando que con trabes de menor ancho, se obtenía el mismo resultado al mantener el mismo peralte y posiblemente armado (40cms).

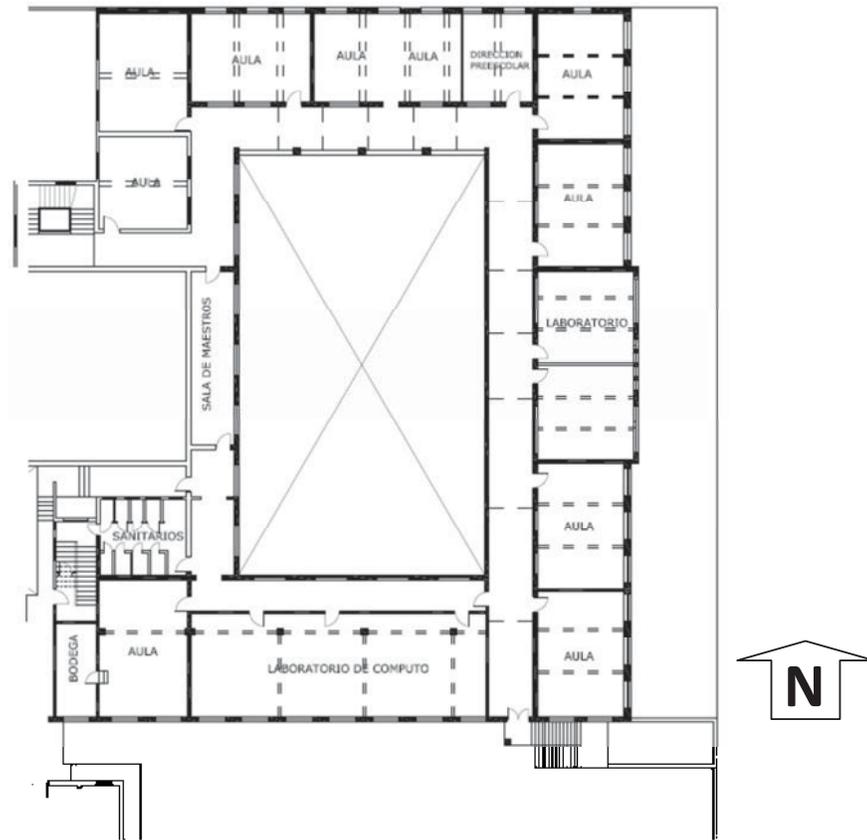


Fig. 8.- Levantamiento de traves en segundo piso. En este plano se aprecia que las traves ubicadas en la crujía norte ($40 \times 33 \text{cm}$) son de un espesor mayor pero del mismo peralte que las de la crujía poniente ($40 \times 15 \text{cm}$) a pesar de resolver los mismos claros. Además de que en el pasillo poniente se aprecia una separación de traves irregular.



Figs. 9 y 10.- A la izquierda traveses del edificio de la actual zapatería tres hermanos, a la derecha el Colegio Anáhuac.

Otro claro ejemplo del sobredimensionamiento de los elementos de concreto reforzado lo proporcionan las traveses observadas en el área de planta baja del Sanatorio La Salud, que con un perfil rectangular de 50x40cm para salvar un claro de 5.65m de largo están notoriamente sobredimensionadas. También se destaca la falta de elementos de apoyo en ambos extremos de muchas de estas traveses y cuya colocación no responde a un criterio compatible con la ubicación de los vanos de puertas y ventanas. Un ejemplo de lo anterior son las traveses observadas en el antiguo edificio de enfermería del Sanatorio La Luz, las cuales se ubican en el vestíbulo de la escalera que comunica a la planta baja con la planta alta, que no se apoyan sobre castillos sino sobre el muro de tabique, incluso se encuentran apoyadas directamente sobre vanos de puertas y ventanas.



Figs. 9 y 10.- Sanatorio la Salud. Detalles de localización de trabes en elementos con poco apoyo.

En síntesis, los párrafos anteriores caracterizan la manera utilizar las trabes en combinación con losas para resolver las cubiertas, durante un primer momento, el empleo del concreto reforzado se caracterizó por el uso de trabes por debajo de la losa a manera de vigas, y por la formación de entablerados con trabes en ambos sentidos subdividiendo grandes claros; y por el sobredimensionamiento de estos elementos. A partir de la década de los cincuenta, el tamaño de las trabes se redujo de manera significativa, en muchos claros pequeños se dejó de utilizar estos elementos y en claros demasiado alargados se utilizaba una trabe como elemento de apoyo que lo dividía en dos claros más pequeños. En general la distancia de trabes llegó a aumentarse en proporción de 6:1.



Figs. 11 Y 12.- Auditorio y capilla del Sanatorio La salud. Formación de tableros en de peraltes de 65 y 45cms para solucionar pequeños claros de 3x3mts.

En el caso del dimensionamiento de las losas de concreto se aprecia una regularidad en el empleo de losas entre 10 y 12 cms. durante los años cuarenta y cincuenta, por ejemplo el colegio Anáhuac se utilizan losas de 10 cms. Aunque se identificó que el edificio Ballesteros presenta una losa de 15 cms en azotea, lo que claramente está un poco sobredimensionado de acuerdo a las dimensiones de los claros a solventar, los cuales se pudieron ser resueltos con una losa de 12cms. Este caso parece obedecer a un detalle de diseño más que estructural, presumiblemente con la intención de una mayor resistencia y durabilidad.

La solución de las cubiertas, más que por el dimensionamiento de las losas, se caracterizó por la manera en que se llegaron a combinar con trabes por debajo de la losa, que cada vez reducían en mayor medida sus dimensiones y aumentaban sus distancias. En etapas tardías del proceso de apropiación, Rogiero Silva dejó de utilizar esta alternativa para utilizar sistemas novedosos (en el contexto de la

ciudad), como fueron las losas apoyadas sobre vigas de acero en sección I en el comedor de la Casa Hogar Soledad de Figaredo.

Proceso de innovación y permanencia tecnológica en Morelia				
Sistemas estructurales				
	1935-1940	1941 - 1945	1946-1950	1951-1955
Cimientos de mampostería de piedra.				
Cimientos de concreto reforzado.				
Muros de carga y losa de concreto reforzado.				
Estructuras de esqueleto de concreto reforzado.				
Cubiertas de bóveda catalana.				
Cubiertas de bóveda plana.				

Fig. 13.- Tabla comparativa de la utilización de elementos constructivos por temporalidad.

REFLEXIONES FINALES

La modernización constructiva apoyada por la inserción de nuevos materiales y técnicas durante la primera mitad del siglo XX fue un proceso gradual de adaptación y cambio, y no un momento que se dio de la noche a la mañana. Tampoco se llevó a cabo en una temporalidad igual para todos los ámbitos regionales en el país y menos en ciudades cargadas con una amplia tradición constructiva, donde la introducción de nuevos materiales y técnicas al mismo tiempo que contribuyó a generar cambios sociales, generó un compromiso de continuidad formal que, en el caso de Morelia, se resolvió gracias a la calidad, destreza y cuidado de los constructores y mano de obra local. Esto nos lleva a establecer que la introducción de nuevos materiales y técnicas pasó por un proceso de adecuación caracterizado por una experimentación y aprendizaje de sus propiedades, ya que no existían modelos que indicaran como adecuarlo al contexto histórico.

Se reconoce que hubo cierta reticencia al cambio por parte de la sociedad moreliana, por lo que la introducción del concreto armado fue un periodo tardío en relación con lo sucedido en la mayoría de ciudades del país; como fue el caso de Mérida, Yucatán en donde el sistema del concreto armado llegó y se usó en arquitectura en la primera década del siglo pasado. El uso de nuevos materiales como el concreto fue prioritario en la ciudad de Morelia para la solución de nuevas demandas sociales de una sociedad en constante cambiante y renovación, principalmente después de los conflictos de principios de siglo, pero este cambio no fue espontáneo ni fácil, la introducción de nuevas tecnologías constructivas durante la primera mitad del siglo XX, principalmente el sistema del concreto armado, se caracterizó por una experimentación en el uso del concreto y al acero en combinación con materiales y sistemas tradicionales.

Lo anterior no significa que no se conociera cómo utilizar el nuevo sistema estructural del concreto armado, la introducción tardía de la nueva tecnología en Morelia, permitió que existiera un desarrollo a nivel global de las teorías y modelos de empleo, y eran conocidas por los constructores locales y enseñadas en la recientemente creada Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana. En donde se practicaba la teoría elástica de cálculo, que fue la que dominó la educación en las todas las universidades del país, por lo que fue la que rigió el diseño de los elementos estructurales que utilizaban el sistema del concreto armado, por tal motivo en primera instancia se puede suponer que el sobredimensionamiento de elementos en los primeros ejemplos de uso del concreto, no solo en Morelia sino en el país, estuvieron fuertemente marcados por el diseño de elementos basado en este método.

En el caso de Morelia, la técnica de empleo del concreto armado en la arquitectura construida durante mediados de la primera mitad a inicios de la segunda mitad del siglo pasado siempre estuvo en relación con los modelos internacionales y nacionales, pero se adecuó a la idiosincrasia técnica de los constructores que aunque conocían los métodos de cálculo de la época tuvieron cierto temor en lo referente a aspectos estructurales, lo cual se aprecia en muchos casos a través de una mayor superficie de los elementos constructivos, así como una distancia menor entre elementos constructivos a lo que especificaba la teoría de diseño elástico.

Lo anterior nos hace suponer que aunque conocían la teoría elástica, muchos constructores locales se basaron además en un criterio propio, en base a su experiencia constructiva. Este respeto al uso del concreto armado es comprensible desde la perspectiva de que aún era un material en evolución y los constructores no se sentían con la confianza de realizar un cambio estructural tan grande sin antes ir experimentando poco a poco el comportamiento de este nuevo sistema.

En el caso de ámbitos tradicionales cargados con una amplia tradición constructiva, como lo es la ciudad de Morelia, los constructores locales tuvieron sumo cuidado de mantener una continuidad constructiva, al seguir utilizando sistemas constructivos tradicionales, por ejemplo la bóveda catalana y muros de piedra en combinación con estructuras de concreto armado y tabique con lo que se generó una arquitectura rica en matices estructurales cuyas características técnicas principales fueron:

- Muros de espesores entre 22 y 30cms con mayor capacidad de carga en etapas tempranas del uso del concreto, que posteriormente se uniformizó a muros de 15cms.
- La falta de castillos (en algunas edificaciones).
- El uso de trabes de concreto a manera de vigas de madera.
- El uso de vigas sobredimensionadas en ambos sentidos formando tableros.
- La utilización de vigas apoyadas directamente sobre muros de tabique o elementos con poco apoyo como son los vanos de puertas y ventanas.
- La adecuación de la nueva técnica a los modelos de boga en aquel entonces como el californiano usado en el conjunto habitacional de Las Palmas.

Aunque en el Centro Histórico Moreliano las fachadas siguieron normas tradicionales, podemos asegurar que existió una innovación técnica en referencia a la manera de estructurar muchos de los edificios construidos a mediados del siglo pasado caracterizadas por el uso del concreto armado.

Los párrafos anteriores señalan que la introducción del concreto armado a Morelia no fue fácil, se necesitó de un periodo de aprendizaje y apropiación en cuanto a la manera en que los constructores locales lo utilizaron para solventar las necesidades de nuevos espacios necesarios en la ciudad. Las tecnologías constructivas de la modernidad tuvieron una importancia trascendental en ámbitos tradicionales como es el caso de Morelia, en el que el estudio de la manera de edificar permitió complementar el entendimiento del proceso de introducción

caracterizado por el aprendizaje, y una posterior apropiación caracterizada por una uniformidad técnica.

Los principales obstáculos al realizar este trabajo fue que no se encontró ningún modelo metodológico aplicado anteriormente para estudiar los procesos técnico constructivos del sistema del concreto armado, por lo que se hizo necesario implementar una metodología basada principalmente en el registro de los materiales, técnicas y detalles en sitio a través del llenado de fichas descriptivas y su comparación con la información técnica encontrada en archivo para establecer cuáles eran los elementos originales y así poder comparar la técnica constructiva utilizada por elemento en cada una las unidades de análisis.

Ya se planteó que no fue una simple sustitución de materiales y técnicas tradicionales por el concreto armado, sino un proceso complejo en el que intervinieron diversos factores: como el predominio de constructores locales que valoraron la arquitectura histórica para adecuar las técnica constructiva del concreto armado al contexto, podemos así observar la repetición de formas practicadas anteriormente, como es el caso de arcos ahora de tabique y concreto, así como el uso de trabes a manera de vigas de madera para sostener una losa plana. A partir del análisis de la técnica constructiva podemos deducir que las introducción de la ideas del movimiento moderno acerca del rompimiento con la historia y la tradición no se da en ámbitos tradicionales, ya que la llegada del concreto armado estuvo fuertemente delimitada por los factores ya mencionados.

En cuanto al sobredimensionamiento de muros podemos concluir que en este periodo no existía una estandarización de tabique tan rígida como hoy en día, los mampuestos prefabricados podían establecerse de acuerdo a las medidas deseadas por los constructores, en este caso les resultó difícil establecer un tamaño estandarizado de muros, principalmente durante los primeros años del proceso de sustitución, debido a la dificultad del cambio de la mampostería de piedra y adobe por el sistema de tabique y concreto, generando poco a poco una reducción paulatina de las dimensiones.

El sobredimensionamiento de los elementos estructurales de concreto obedeció al mismo motivo, aunque no fue un dimensionamiento de reducción paulatina como fue caso de los muros de tabique, esto quiere decir que no se dio en un porcentaje igual en cada elemento constructivo, por lo que se deduce que cada constructor actuó conforme a su criterio propio y no tanto de acuerdo a la teoría elástica, encontrando en el mismo momento elementos constructivos estructurales de mayores porcentaje de dimensionamiento entre unos edificios y otros.

Escuelas y hospitales tuvieron un mayor porcentaje de sobredimensionamiento en cuanto a sus elementos estructurales de concreto. Lo que obedece a un mayor margen de seguridad que el establecido según la teoría elástica por ser edificios fundamentales para la población moreliana.

Lo anterior nos indica que la experimentación en el uso del concreto obedeció a cuestiones relacionadas con el tipo de edificio, el claro a librar y la solución técnica seleccionada de acuerdo al criterio específico, lo cual que tuvo mucho que ver con experiencias previas en

el ámbito del uso del concreto armado; como fue el caso de Jaime Sandoval y su participación en la construcción del hotel Alameda.

El uso de sistemas tradicionales no impidió a los constructores hacer obras completamente modernas tanto en su ideología formal como constructiva, aunque hay algunos detalles que se resuelven con elementos tradicionales como la escalera de cantería en el edificio de enfermería del actual Hospital de La luz, o la cubierta de madera en la Agencia Dodge, así como la cubierta de piedra laminada del volumen principal del Colegio Anáhuac a pesar de ser de carácter completamente funcionalista.

Por todo lo anterior se puede establecer que existió una evolución técnica, que no se dio de forma continua, existiendo ciertos paralelismos en la forma de utilizar materiales tradicionales y modernos, que se caracterizó por una reducción de las dimensiones de los elementos, además de ir dejando de lado el uso de materiales y sistemas tradicionales y unificar criterios cada vez más cercanos a la práctica actual.

La solución adoptada formalmente dependió en gran medida de la zona de construcción; ejemplo de ello fue que en el Centro se utilizaba cantera laminada para recubrir las fachadas de los edificios en la zona centro de la ciudad, mientras que en las periferias había una mayor libertad formal. Aunque en cuanto a la técnica de empleo del sistema del concreto armado no hubo mayores diferencias, el uso de las posibilidades dependió del ingenio de cada constructor para solucionar los espacios de acuerdo al tipo de obra.

Sabemos que los nuevos materiales y técnicas, principalmente el concreto armado fueron adecuadas de acuerdo al contexto local. Por lo

que la importancia de este estudio radica en establecer la manera en que los nuevos materiales respondieron de manera distinta en ámbitos tradicionales cargados con una amplia tradición constructiva, que como se menciona anteriormente más que regirse por las teorías de cálculo de la época, muchos constructores formaron un criterio técnico constructivo, a través de la experimentación de la nueva técnica, lo que generó una arquitectura llena de matices estructurales que fue la que caracterizó al periodo de introducción del concreto y el acero.

Lo anterior se da en el caso de Morelia, no podemos asegurar que en todas partes se optó por tener el cuidado para adecuar el nuevo sistema del concreto armado a las preexistencias constructivas, ni mucho menos que tuvieron las mismas condicionantes, por lo que hace falta una investigación más abierta para conocer todos los matices constructivos en cuanto al empleo del concreto armado en otros contextos nacionales además del centro del país durante la introducción, aprendizaje y apropiación del nuevo sistema en ámbitos tradicionales. Esto hace necesario un estudio más amplio y comparado con otras ciudades con amplia tradición constructiva para conocer si el fenómeno fue similar o si respondió a diferentes condicionantes.

Del mismo modo que es necesario un estudio más amplio, también faltaría analizar con mas detalles elementos como los armados y las mezclas en sitio a través de las diversas herramientas tecnológicas y estudios de laboratorio que existen en la actualidad, lo que permitiría ahondar más en el proceso constructivo que pueda generar nueva información.

La arquitectura internacional, nacional y local se encuentra en constante relación, por ejemplo el uso de capiteles de concreto reforzado en columnas de sección cuadrada en sus cuatro lados fue una

característica utilizada a nivel internacional, desde que Hennebique lo patentó en su sistema, misma solución que adoptó Rogiero Silva en la casa hogar Soledad de Figaredo (Figs. 1 y 2).

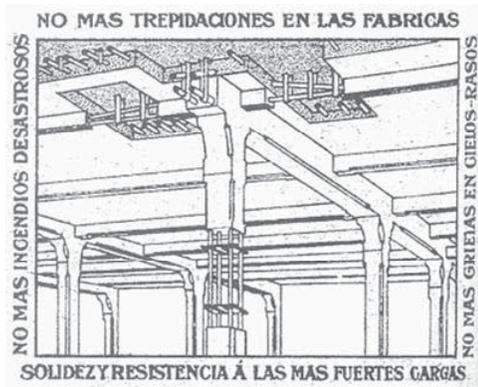


Fig. 1 y 2.- A la izquierda modelo patentado por Hennebique y a la derecha estructura de concreto usada en capilla de la Casa Hogar Soledad de Figaredo.

En Morelia no es posible identificar un punto de ruptura claro entre las técnicas constructivas tradicionales (mampostería de piedra o adobe, terrado, bóveda catalana, etc.) y las modernas (la estructura concreto reforzado y tabique), en este caso ambas fueron un importante complemento para mantener la continuidad constructiva. La técnica constructiva de la arquitectura del siglo pasado en Morelia no fue tan relevante (formalmente hablando) al relacionarlo con el ámbito nacional, en parte debido a la llegada tardía del concreto a la ciudad que permitió que la técnica llegara con ya con un amplio desarrollo, esto no significa que las nuevas posibilidades constructivas hayan sido desaprovechadas, los constructores eran conocedores de todas las posibilidades que en aquel entonces ofrecía esta técnica (de acuerdo al cálculo estructural de la época), pero no fue fácil adecuarlas al contexto histórico y cultural

Finalmente, cabe señalar que esta tesis surge como un primer acercamiento a la técnica constructiva del empleo del sistema del concreto reforzado, se reconoce que aún hace falta mucho esfuerzo por parte de investigadores para conocer lo sucedido con mayor profundidad, debido a la falta de datos de archivo en la investigación referentes a información técnica: proporciones, mezclas y armados, para poder establecer con mayor profundidad la evolución técnica constructiva en el uso del concreto armado durante este periodo, que se pudiera solventar con el apoyo de equipo tecnológico que permitiera a otros investigadores obtener estos datos en campo.

Además se deja abierta la página para que nuevos investigadores con interés en la arquitectura del siglo pasado puedan complementar su estudio desde esta perspectiva técnica constructiva. Esta investigación permite entender desde una perspectiva general la manera en que los constructores unificaron y adaptaron los elementos técnicos referentes a las tendencias de la época y lo adecuaron a las necesidades y tendencias locales.

Como consideración final, es necesario insistir en que se sabe que este estudio en primera instancia es limitativo, debido a la falta de más estudios similares en otras regiones que lo complementen y que a su vez permitan entender de manera más amplia la llegada de la modernidad en ámbitos nacionales cargados con amplia tradición constructiva con base en la tecnología de los materiales y sistemas constructivos, ya que se enfoca primordialmente a lo acontecido en Morelia. Aunque se pretende que este estudio pueda posteriormente servir como un punto de comparación con otras investigaciones que se realicen en otras regiones del país. La puesta en valor de la arquitectura moderna, no radica solo en aspectos formales y expresivos, los aspectos técnicos son

una parte importante a considerar si nos damos cuenta de la gran cantidad de información que pueden ofrecer como parte de la propia historia de la arquitectura.

BIBLIOGRAFIA

Libros

ETTINGER, Catherine R. (coord.), *Modernidades arquitectónicas. Morelia. 1925-1960*, Morelia, Gobierno del estado de Michoacán- H. Ayuntamiento de Morelia - DCOMOMO México, 2010

KATZMAN, Israel, *La arquitectura contemporánea mexicana. Precedentes y desarrollo*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1963.

ZEVI, Bruno, *El lenguaje moderno de la arquitectura*, Barcelona, Ed. Poseidón, 1978.

FERNÁNDEZ, Justino, *Arte moderno y contemporáneo de México*, México, UNAM, 1952.

URIBE Salas, José Alfredo, *Morelia, pasos a la modernidad*, Morelia, UMSNH, 1993.

BANHAM, Reyner, *La Atlántida de hormigón*, Madrid, Ed. Nerea, 1989.

NOELLE, Louis, *Arquitectos contemporáneos de México*, México, Ed. Trillas, 1989.

RAMÍREZ, Esperanza, *Morelia en el espacio y el tiempo*, Morelia, Gobierno del Estado, 1990.

BENÉVOLO, Leonardo, *La ciudad y el arquitecto*, Barcelona, Ed. Paidós, 1985

BENÉVOLO, Leonardo, *Historia de la arquitectura moderna*, Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 1982.

VARGAS Salguero, Ramón, (coord.), *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III tomo II, México, Fondo de Cultura Económica-UNAM, 1998.

FRAMPTON, Kenneth, *Historia crítica de la Arquitectura Moderna*, Barcelona, ed. Gustavo Gili, 1981.

LÓPEZ Rangel, Rafael, *Orígenes de la arquitectura técnica en México: 1920-1933. La Escuela Superior de Construcción*, Colección Ensayos, México, Universidad Autónoma de México, 1984.

LÓPEZ Rangel, Rafael, *Contribución a la visión crítica de la arquitectura*, Puebla, BUAP, 1977.

BERMAN, Marshall, *Todo lo sólido se desvanece en el aire: la experiencia de la modernidad*, Madrid, Siglo XXI, 2001.

GONZÁLEZ Gortázar, Fernando (Coord.), *La arquitectura mexicana del siglo XX*, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 1996.

DE ANDA Alanís, Enrique X., *La arquitectura de la revolución mexicana*, México, UNAM, 1990.

FRAMPTON, Kenneth, *Studies in Tectonic Culture*, MIT press, Cambridge, 1996.

GARCÍA Canclini, Néstor, *Culturas híbridas. Estrategias para entrar y salir de la modernidad*, México, Grijalbo, 1990.

Pláticas de arquitectura. México. 1933, Sociedad de Arquitectos Mexicanos, Instituto Nacional de Bellas Artes (Cuadernos de Arquitectura, 1), 2001.

BURIAN, Edward (ed.), *Modernidad y arquitectura en México*, México, ed. Gustavo Gili, 1998, p. 91.

ETTINGER, Catherine, "Jaime Sandoval. Ingeniero de la Modernidad", en Colección: *Los constructores en Michoacán*, Catherine Ettinger y Carmen A. Dávila (coords.), Morelia, UMSNH, 2010, p. 17.

Artículos

Arturo Román Kalisch, "Desarrollo tecnológico urbano-arquitectónico del porfiriato en Yucatán", en *Cuadernos de arquitectura de Yucatán*, Mérida, no. 21, 2008.

Arturo Roman Kalish "Innovaciones tecnológicas en la arquitectura posrevolucionaria de Yucatán", en Marco Tulio Peraza (coord.), *La memoria inmediata: patrimonio siglo XX, Yucatán*, Universidad Autónoma de Yucatán, 2007.

Carlos González Lobo, "Las nuevas tecnologías", en Fernando González Gortázar (coord.), *La arquitectura mexicana del siglo XX*, México, Consejo Nacional para la cultura y las artes, 1996.

Luis A. Torres Garibay, "Tecnología histórica. Un aporte fundamental para la historia de la arquitectura", en Catherine R. Ettinger (edit.), *Situación actual de la historiografía de la arquitectura mexicana*, Morelia, UMSNH, 2008.

Guillermo Bonfil, "Lo propio y lo ajeno, una aproximación al problema del control cultural", en *Pensar nuestra cultura. Ensayos*, México, Ed. Alianza, 1991, (publicado por primera vez en 1983) ó Guillermo Bonfil, "La teoría del control cultural...", en *Anuario antropológico*, Universidad de Brasilia, 1986.

Antonio J. Mas Guindal, "La concepción estructural de la fábrica en arquitectura", en *Informes de la Construcción*, Vol. 56, nº 496, Madrid, marzo-abril 2005.

Luis Muller, "No todo lo escrito se desvanece en el aire. Una aproximación al debate historiográfico sobre la arquitectura moderna en la Argentina" en *Palapa*, julio-diciembre, año/vol. 2, número 2, Universidad de Colima, 2007

Heráclito Esqueda Huidobro, "El concreto en la Historia", En: *Construcción y tecnología*, vol. 2, núm. 15 (septiembre 1989) pp. 9-25.

J.G. Gómez, "Historia del cemento Y el concreto. Primera parte", en *Noticreto: la revista de la técnica y la construcción*, vol.0, núm. 39 (abril-junio 1996) pp. 22-26.

Cutberto Díaz Gómez, "Algunos aspectos del pasado, presente y futuro del concreto" en *Revista del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto*, vol. 11, núm. 65 (nov-dic 1973) pp. 17-36.

Alonso Romero Martínez, "Evolución de los métodos de cálculo en las estructuras diseñadas con pórticos de concreto armado para edificios en el área norte de Latinoamérica", *Rev. Fac. Ing. UCV*. [online]. mayo 2005, vol.20, no.2, p.27-39.

Felipe Díaz del Castillo y Enrique Cortés, "La industria del acero en México, los últimos cien años", *Tercer Congreso Científico Tecnológico*, UNAM, Septiembre 2008, pp. 1-11

Tesis

Aideé Tapia Chávez, *Morelia 1880-1950, permanencias y transformaciones de su espacio construido hacia una valoración del urbanismo y la arquitectura del pasado reciente*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2001.

Víctor Manuel Navarro Franco, *Arquitectura de la industria harinera en los antiguos urdiales de Morelia, Michoacán, 1920-1960*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2002.

Eugenio Mercado López, *Legislación y patrimonio cultural. Legislación local para la conservación del patrimonio urbano arquitectónico en Morelia 1825-2001*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2004

Fabricio Espinosa Ortiz, *Las colonias de la ciudad de Morelia (1930-1960) su surgimiento, desarrollo e incidencia en el crecimiento urbano*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2006.

Mirna Rodríguez Cázarez, *La transformación de la vivienda y barrio de san Juan en el centro histórico de Morelia durante el siglo XX*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2006.

Claudia Bustamante Penilla, *Morelia 1940-1960 una nueva arquitectura doméstica*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2008.

André Aguilar Aguilar, *El papel de la formación del edificador en la modernización de la arquitectura en Morelia entre los años de 1960 y 1975*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2009.

Eder García Sánchez, *Arquitectura hospitalaria en Morelia 1901-1965*, Tesis de licenciatura, UMSNH-Facultad de Arquitectura, 2010.

André Aguilar, *El papel de la formación del edificador en la modernización en Morelia entre los años de 1960 y 1975*, Tesis de Maestría, Morelia, UMSNH, Facultad de Arquitectura, 2009.

GLOSARIO

Técnica: Conjunto de procedimientos de que se sirve una ciencia o arte. Es la habilidad para usar estos procedimientos.

Tecnología: Conjunto de los conocimientos propios de una técnica que se aplican para solucionar algún problema.

Hierro reforzado: Se denomina así cuando en este material se utiliza un tratamiento térmico para endurecerlo.

Acero: Aleación de alta resistencia que se obtiene de la unión de hierro y un bajo porcentaje de carbono (entre el 0.04 y 2.25%)

Hierro forjado: Es el material compuesto por una masa de mineral de hierro y carbón vegetal fundido en un horno o forja con tiro forzado. Ese tratamiento reducía el mineral a una masa esponjosa de hierro metálico llena de una escoria formada por impurezas metálicas y cenizas de carbón vegetal. Esta esponja de hierro se retiraba mientras permanecía incandescente y se golpeaba con pesados martillos para expulsar la escoria, soldar y consolidar el hierro.

Arabescos: Palabra de origen árabe que se refiere a un adorno de formas geométricas y patrones extravagantes que imita formas naturales y animales.

Arrabio: Es el material resultante de la reducción del hierro en hornos siderúrgicos y se utiliza como materia prima para la obtención del acero.

Lob: Sedimento fino eólico usado por los chinos como uno de los primeros antecedentes de materiales cementantes.

Tobas volcánicas: Tipo de roca ígnea porosa que surge por la acumulación de elementos volcánicos durante la erupción.

Clinker: Caliza cocida utilizada como materia prima en la fabricación del cemento actual.

Estereotomía: es una rama de la cantería que estudia el modo en que pueden tallarse, partirse y aprovecharse las rocas extraídas de la cantera en arreglo a su colocación específica en obras de arquitectura e ingeniería.

Teoría elástica: método de cálculo que consideraba al concreto como un material elástico, aunque su coeficiente de elasticidad es muy bajo

Teoría de la rotura, resistencia última o plástica: método de cálculo que se basa en el punto de ruptura del elemento para establecer estándares de seguridad en las edificaciones.

Eclecticismo: En arquitectura es una corriente estilista caracterizada por tomar y combinar motivos estéticos de diversos periodos de la historia de la arquitectura.

Movimiento moderno: Término empleado para caracterizar y unificar una corriente filosófica y arquitectónica que supuso una ruptura con la arquitectura clásica creando un nuevo lenguaje arquitectónico, donde la forma queda al servicio de la función.

Estilo Internacional: Representa la unificación y propagación del Movimiento Moderno y surge en el año de 1932 a partir de la exposición de arquitectura europea en el museo de Arte Moderno de Nueva York organizada por Henry-Russell Hitchcock y Philip Johnson.

Bóveda catalana: una técnica de construcción tradicional que consiste en cubrir el recinto o espacio mediante una bóveda plana de ladrillos colocados por la parte plana, es decir, por la cara de superficie mayor

que forman el largo y el ancho o del ladrillo, en vez de hacerlo por cualquiera de las demás caras gruesas.