



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ACATLÁN**

***DESARROLLO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EN MÉXICO.
DESDE SU CREACIÓN HASTA LAS PRIMERAS
DÉCADAS DEL SIGLO XX***

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

EDGAR OMAR RODRÍGUEZ CAMARENA

Asesora: Dra. María de la Paz Ramos Lara

ENERO, 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A mi madre,
solamente por todo*

A mis abuelos

*A aquellos espacios
que maternalmente me han acogido y formado*

*A esta tierra
que ha sostenido mis inseguros pasos*

*A todos aquellos
que han compartido mis andares*

CAPITULARIO

INTRODUCCIÓN	1
Primera parte	
LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA INGENIERÍA CIVIL COMO CARRERA PROFESIONAL	4
I. ANTECEDENTES Y PRIMEROS INTENTOS DE UNA FORMACIÓN EN INGENIERÍA	5
1.1. ANTECEDENTES	5
Constructores en la Nueva España	5
Orígenes de la carrera de ingeniero civil	7
Nuevas instituciones educativas novohispanas	9
1.2. PRIMERAS PROPUESTAS Y OPCIONES DE UNA FORMACIÓN EN INGENIERÍA EN LOS INICIOS DE LA NACIÓN	12
Introducción de una formación militar nacional	12
Primeras propuestas de reformas educativas	14
Mexicanos que optan por estudiar en el extranjero	17
II. LA INTRODUCCIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL. DE SAN CARLOS A LA ESCUELA DE INGENIEROS.	19
2.1. NECESIDAD DE LA FORMACIÓN DE INGENIEROS CIVILES Y CREACIÓN DE LA CARRERA DE ARQUITECTO E INGENIERO CIVIL	19
Necesidad y propuestas para la creación de la carrera de ingeniería civil	19
En busca de una redefinición del Colegio de Minería	22
Creación de la carrera de ingeniero arquitecto	24
Desempeño de la carrera de ingeniero arquitecto	27
Intento de reforma del Colegio Imperial de Minas	30
2.2. TRASLADO DE LA INGENIERÍA CIVIL DE LA ACADEMIA DE SAN CARLOS A LA ESCUELA DE INGENIEROS	32
Reestructuración académica y creación de la carrera de Ingeniería civil	32
Interpretación de la reestructuración del Colegio de Minería	36
Creación de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México	39
La carrera de Arquitectura después de su separación de la Ingeniería civil	40

III. LA INGENIERÍA CIVIL Y LA INGENIERÍA DE CAMINOS, PUERTOS Y CANALES DURANTE EL PORFIRIATO	43
3.1. SEGUIMIENTO DE LA INGENIERÍA CIVIL DURANTE EL PORFIRIATO	43
De la Ingeniería civil a la Ingeniería de caminos, puertos y canales	43
Programas de estudios en la primera parte del Porfiriato	44
Revisión de los planes de estudios y reincorporación de la Ingeniería civil	47
La Ingeniería civil en los inicios del siglo XX	50
Consolidación de la carrera de Arquitectura	52
3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS CIVILES	54
Libros de texto utilizados por ingenieros civiles	54
Prácticas y gabinetes	56
Conocimiento de materiales de construcción y determinación de su resistencia	57
Nuevos métodos, técnicas y materiales	60
3.3. DESEMPEÑO DE LOS INGENIEROS CIVILES EN LA ESCUELA NACIONAL DE INGENIERÍA	63
Consolidación como catedráticos	63
Estadísticas de alumnos graduados en la Escuela de ingenieros	65
Origen y estudios en el extranjero de los ingenieros civiles	73
Vinculación con otras dependencias y asociaciones	74
Segunda parte	
DESARROLLO PRÁCTICO DE LA CONSTRUCCIÓN Y DESEMPEÑO PROFESIONAL DE LOS CONSTRUCTORES	79
IV. PRIMEROS PASOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA NACIÓN. LA CONSTRUCCIÓN DURANTE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XIX.	80
4.1. ESTANCAMIENTO CONSTRUCTIVO	80
Ausencia de una política de desarrollo nacional	80
Estancamiento constructivo	81
Enfoque castrense en la construcción	83
4.2. OTRAS OPCIONES DE TRABAJO	85
Predominio de los ingenieros militares	85
Primeros trabajos cartográficos	86
Fracaso en la colonización del norte del país	88
4.3. INFRAESTRUCTURA Y TÉCNICA ATRASADAS	89
Reparación de los caminos	89
Paralización de las obras hidráulicas	91
Materiales y métodos tradicionales	92

V. LA ÉPOCA DE LAS REFORMAS	94
5.1. REESTRUCTURACIÓN GUBERNAMENTAL	94
Nuevas dependencias encargadas del desarrollo material	94
Surgimiento de una política de desarrollo nacional	96
Vinculación de los ingenieros con el gobierno	97
Conceptualización de los ingenieros	99
5.2. EDIFICACIÓN Y URBANIZACIÓN	101
Nuevo comienzo constructivo	101
Renovación urbana e incipiente crecimiento de la Ciudad de México	103
Primeras innovaciones en los métodos y técnicas constructivas	106
Introducción de estructuras metálicas	108
5.3. AVANCES EN LA INTEGRACIÓN Y RECONOCIMIENTO DEL TERRITORIO NACIONAL	110
Fomento de los caminos	110
Primera línea ferroviaria	112
Realización de una cartografía nacional	116
Política de colonización frustrada	118
5.4. REINICIO DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS	119
Primeros pasos en la realización del desagüe del Valle de México	119
Otras obras hidráulicas	122
VI. DESARROLLO CONSTRUCTIVO PORFIRIANO	124
6.1. IMPORTANCIA Y CARACTERIZACIÓN DE LOS INGENIEROS	124
Participación de los ingenieros en el gobierno	124
Consolidación de un grupo hegemónico nacional	127
Campo de trabajo profesional de los ingenieros	129
Cartografía y colonización	131
6.2. AUGE Y RENOVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	134
Crecimiento del sector constructivo	134
Casos de edificación	136
Auge de los negocios inmobiliarios	139
Trabajos de urbanización y pavimentación	143
6.3. NUEVOS MATERIALES Y TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS	145
Introducción de nuevos materiales	145
Abastecimiento de materiales	147
Métodos y técnicas constructivas	150
Introducción de la electricidad	153

6.4. DESARROLLO DE LAS VÍAS DE COMUNICACIÓN	156
Obra pública en general y olvido de las carreteras	156
Auge ferrocarrilero	158
Renovación portuaria	163
6.5. REALIZACIÓN DE LAS PRINCIPALES OBRAS HIDRÁULICAS DEL PAÍS	166
Conclusión de las obras del Desagüe del Valle de México	166
Realización del sistema de saneamiento de la Ciudad de México	170
Introducción de la red de agua potable de la Ciudad de México	172
Obras hidráulicas y de saneamiento en general	174
VII. CONCLUSIONES	177
7.1. INTRODUCCIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL EN MÉXICO	177
Primeras propuestas frustradas	177
Introducción de estudios de ingeniería civil	178
Consolidación de la carrera de Ingeniería civil	182
7.2. LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NACIÓN	185
Parálisis constructiva. Ausencia de obra pública	185
Reinicio de la labor constructiva. Surgimiento de una política de obra pública	186
Crecimiento porfiriano. Desarrollo de la obra pública	188
7.3. LOS RETOS TÉCNICOS. INTRODUCCIÓN DE NUEVOS MÉTODOS Y MATERIALES	192
Métodos de edificación. Cimentaciones y el problema de los hundimientos en la Ciudad de México	192
Incorporación de nuevos materiales	193
7.4. DESEMPEÑO LABORAL Y PARTICIPACIÓN EN EL GOBIERNO	195
Integración de los ingenieros nacionales en la incipiente labor constructiva	195
Incorporación de los ingenieros civiles en la construcción porfiriana	197
Desarrollo de la obra pública e intereses particulares	200
7.5 CONCLUSIONES GENERALES	203
ANEXOS	206
A1. Seguimiento histórico de los planes de estudio de Arquitectura e Ingeniero arquitecto	207
A2. Seguimiento histórico de los planes de estudio de Ingeniero civil e Ingeniero de caminos	209
BIBLIOGRAFÍA	211

INTRODUCCIÓN

Como parte de mi formación como ingeniero civil una de las ideas que solía estar presente era la necesidad e importancia de la ingeniería civil para el crecimiento económico, generando tanto infraestructura como empleos directos e indirectos. Pero usualmente no se aborda de manera central esta cuestión ni se realizan estudios específicos sobre el tema, ya que la misma especialización profesional suele llevar a los ingenieros a dejar de lado los aspectos económicos, sociales e históricos de su labor. Lo anterior, aunado a que no son muy numerosos los estudios acerca de la historia de la ingeniería civil mexicana genera una falta de conciencia histórica en los que egresamos de esta carrera.

En parte debido a este vacío así como buscando estudiar el papel que han tenido los ingenieros civiles en la creación de infraestructura y la importancia de ésta para el crecimiento y el desarrollo nacional es que surge la inquietud por realizar el presente trabajo. El analizar la cuestión desde sus orígenes llevó también a estudiar el surgimiento de la idea de contar con una formación especializada para ingenieros civiles hasta la conformación de la carrera y su posterior desenvolvimiento. En el caso mexicano, este proceso coincide con el de la consolidación de la nación independiente durante el siglo XIX formando parte de las discusiones del proyecto de país que se deseaba que desembocará en el triunfo liberal y en el posterior crecimiento porfiriano.

Justamente en estos momentos en que han sido retomadas, renovándolas, aquellas políticas liberales implantadas en el siglo XIX, cuya aplicación ha mostrado nuevamente sus límites e inconvenientes, considero útil la revisión de aquella centuria en la que, a contrapelo de ideas y estructuras conservadoras, pero alentado por una nueva economía mundial, después de largos conflictos se logra establecer un gobierno liberal en el poder. Con sus características particulares (al parecer, muchas de ellas compartidas por otros países latinoamericanos), después de hacer frente a los diversos poderes que se oponían a sus reformas, este liberalismo logrará consolidarse no sólo política sino económicamente en lo que Luis González ha denominado “*El liberalismo triunfante*”, esto es: el Porfiriato.¹ Durante el cual se da por primera vez como nación independiente un crecimiento económico importante pero cuyas condiciones y paradojas parecen hacer eco en procesos en los que, por nuestra parte, nos encaminamos hoy día.

Mi acercamiento al tema inició hace algunos años cuando trabajé como becario en el proyecto “*La ciencia en la Historia*” coordinado por la Dra. María de la Paz Ramos Lara con el apoyo del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) en el cual realicé una gran parte del trabajo de archivo que aparece en esta tesis, al mismo tiempo que comencé a estudiar bibliografía sobre el tema. En un principio se abordó la cuestión de una manera más amplia y general, pensando extender la investigación hasta épocas más contemporáneas, pero la amplitud del problema y la necesidad de avanzar desde los orígenes llevó a delimitarla hasta el Porfiriato.

¹ González, Luis “El liberalismo triunfante” en *Historia General de México*, COLMEX. Tomo II. México, 1981.

La tesis se encuentra dividida en dos partes; la primera dedicada a la formación académica de los ingenieros civiles y el contexto educativo general; y otra, enfocada al desempeño profesional de los mismos e incluso de otros profesionales con los cuales se relacionan (como arquitectos, ingenieros militares...), centrándose no sólo en las obras de infraestructura y edificación, sino otras como exploraciones geográficas y cartografía en las cuales también participaron, e incluso en su incursión dentro del gobierno.

Cada una de estas partes se encuentra dividida, temporalmente por tres grandes periodizaciones. Primeramente, por las décadas iniciales y conflictivas del país en las que se verán afectadas tanto las cuestiones académicas como la economía en general y la construcción, en particular. Una segunda etapa de reestructuración de mediados de siglo, tanto a nivel gubernamental como educativo, que no comienza con las leyes de reforma sino con propuestas anteriores, entre las que destacan la creación del Ministerio de Fomento así como la primera carrera donde se incorporan estudios de ingeniería civil, sin dejar de lado la importancia de las modificaciones propuestas por los liberales y la llegada de manera definitiva de éstos al poder. Por último, el tercer periodo abarca desde la primera presidencia de Díaz hasta su renuncia coincidiendo con la materialización de los anhelos de crecimiento económico, no sin sus inconvenientes como veremos, abarcando también el proceso de consolidación de la ingeniería civil como carrera.²

De esta forma, tenemos seis apartados, los que a su vez se encuentran divididos en varios subcapítulos. Las últimas divisiones se deben principalmente a la variedad de temáticas abordadas en la segunda parte de la tesis ya que los ramos de la construcción y actividades relacionadas en las que participan los ingenieros civiles son muy diversos, lo que llevó a recurrir a una gran cantidad de subapartados cuyo acomodo no fue sencillo.

De manera general, el planteamiento del problema fue tratar de conocer el proceso de conformación de la carrera de ingeniería civil así como su posterior desenvolvimiento, sus continuidades y cambios a partir del análisis de sus planes de estudios, entre otros. Por lo que hace al papel laboral y las contribuciones de los ingenieros, se revisaron los diversos campos en los que participaron e incluso aquellos en los que hubieran sido excluidos para así, analizar su desempeño en cada uno de ellos y poder sacar conclusiones generales dentro del proceso de consolidación no sólo del estado nacional sino también de su economía.

De esta manera, el cuerpo de la tesis está conformado por una gran cantidad de datos tanto de fuentes bibliográficas como de archivo entre los que se encuentran:

- Archivo General de la Nación.
 - Fomento y Obras Públicas.
 - Instrucción Pública y Bellas Artes.

² Más que de manera *a priori*, este acomodo se planteó después de hacer la revisión de los datos, al notar coincidencias en las dos grandes áreas se vio la conveniencia de acomodarlos en estos tres periodos, aún cuando su extensión no sea muy equilibrada.

- Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México.
 - Escuela Nacional de Ingeniería .
 - Escuela Nacional de Bellas Artes.

- Archivo del Palacio de Minería.

- Archivo de la Antigua Academia de San Carlos.

Además del valor de los datos dentro de cada uno de los campos estudiados también se intentó basarse en los mismos para obtener las características generales del desempeño profesional de los ingenieros civiles con la idea de ofrecer un panorama general. Por otra parte, se trataron de analizar algunos de los casos más representativos, en especial el de la Ciudad de México y el de Veracruz en la cuestión de los puertos, esperando poder servir de punto de partida para otros estudios particulares.

El presente trabajo es una aproximación a la cuestión no sólo de la formación de profesionales capacitados para crear la infraestructura que requiere el país, sino también del sentido y el fin que se le da a la misma, cuestiones en las que los ingenieros normalmente no solemos detenernos a pensar, aún como miembros importantes en el proceso constructivo del país.

Quiero agradecer a mi directora de tesis, la doctora María de la Paz Ramos Lara quien no sólo me ha guiado e impulsado a lo largo de esta investigación sino en muy diversos aspectos; a los sinodales que se tomaron el tiempo para revisar esta tesis, proponiendo importantes mejoras: el ingeniero Gonzálo López de Haro, el doctor Manuel Perló Cohen y los ingenieros Hugo Damián García y Enrique del Castillo Fragoso. Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo de la UNAM, la cual a través de la DGAPA (Dirección General de Asuntos del Personal Académico) dentro del proyecto PAPIIT IN300708 “*El desarrollo de las ciencias físicas en México (1810-2010). Festejos del Bicentenario de la Independencia y del Centenario de la Revolución Mexicana*” me proporcionó una beca mediante la cual pude llevar a buen término esta investigación.

Primera parte

LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA INGENIERÍA CIVIL COMO CARRERA PROFESIONAL

“...nada es más importante para un estado que la instrucción de la juventud. Ella es la base sobre la cual descansan las instituciones sociales de un pueblo cuya educación religiosa y política esté en consonancia con el sistema que ha adoptado para su gobierno...”

Así, pues, es inconcuso que el sistema de gobierno debe estar en absoluta conformidad con los principios de educación”

José María Luis Mora

“Proposiciones educativas al Congreso del estado de México”

17 de noviembre de 1824.

I. ANTECEDENTES Y PRIMEROS INTENTOS DE UNA FORMACIÓN EN INGENIERÍA

1.1. ANTECEDENTES

Constructores en la Nueva España

En la Nueva España se introdujo el sistema de gremios de manera semejante al utilizado en la Metrópoli pero la tradición constructiva europea sufrió, como la cultura española, un proceso de aclimatamiento y de adaptación en las nuevas tierras, mezclándose con los materiales, técnicas y mano de obra americana dándose un proceso de criollización y de mestizaje. Aún cuando las construcciones más importantes estuvieron dirigidas por los españoles y posteriormente por algunos criollos bajo modelos europeos, sus métodos tuvieron que adaptarse a las condiciones locales. A la vez, se mezclaron y retomaron elementos de la rica tradición constructiva prehispánica e indígena la cual tenía un buen conocimiento de las características particulares del Valle de México donde habían aprendido a convivir y a encauzar el peligro de sus aguas así como a desarrollar adecuados sistemas de cimentación en un suelo tan débil manejando tanto pilotes como emparrillados de madera los cuales eran utilizados también para ganarle terreno a las aguas mediante las llamadas *chinampas* construidas con la tierra del fondo del lago rico en minerales por lo que resultaban muy adecuadas para la agricultura.¹

Después de la culminación de la conquista se reconstruyó la Ciudad de México y se realizaron las obras que requería para su sustento y comunicación por lo que abundaron los alarifes, arquitectos, ingenieros y albañiles de los cuales, muchos eran seguramente improvisados o con poca experiencia. Este auge constructivo se sustentó en la explotación desmedida de la mano de obra indígena, siendo hasta la última del siglo XVI cuando estas labores se empiecen a regular² al expedirse unas ordenanzas específicas para albañiles en 1599 estando anteriormente regidas sus actividades mediante las *Ordenanzas de carpinteros, entalladores, ensambladores y violeros* de 1568.³ De manera general, los gremios manejaban tres categorías: maestros, oficiales y aprendices basándose en un método de enseñanza eminentemente práctico, siendo el mismo gremio el encargado de examinar y permitir el paso a las categorías superiores.

Los albañiles se convertirían en el gremio constructivo más numeroso aunque trabajaban junto con los agremiados como canteros y con los carpinteros, así como con los menos numerosos arquitectos e ingenieros. En el caso del selecto grupo de los arquitectos sus ordenanzas no serán creadas sino hasta 1746 y, aún cuando son muy pocos en número, se apoyan en el trabajo de los

¹ Bracamontes, Luis. "Ingeniería civil y obras públicas en México" pp. 169-170. y Tamayo, Jorge L. "La ingeniería hidráulica en México." pp. 186-187. Ambos en *Anales la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología*. México. No. 3, 1972.

² Aún cuando anteriormente un regidor del Ayuntamiento así como un oidor de la Real Audiencia debían supervisar las labores constructivas. Bracamontes, *op. cit.*, pp. 171-172.

³ De hecho, en un principio la labor de albañiles, arquitectos y carpinteros estaba estrechamente ligada compartiendo muchas veces esos cargos lo que continuaría aún con las nuevas ordenanzas. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. Vol. II. Tomo II. UNAM. FCE. México, 2001. pp. 161-162.

otros gremios ligados a la construcción: los albañiles y los canteros lo cuales quedaban subordinados a ellos. De hecho, los arquitectos eran los únicos de éstos que tenían veedores quienes estaban encargados de vigilar el cumplimiento de las ordenanzas también solamente los arquitectos contaban con maestros los cuales debían ser examinados y aprobados.⁴ De la Relación de los Gremios, Artes y Oficios de 1788 para la Ciudad de México el número de los trabajadores por gremio y condición son los siguientes:

Gremios	Veedores	Maestros	Oficiales	Aprendices	Total
Arquitectos	2	9			
Albañiles			810	1205	2015
Canteros			405	150	555
Carpinteros y ensambladores	2	167	498	157	825

Tomado de *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. Vol. II. Tomo III. UNAM. FCE. México, 2004, p. 262.

Además del distinguido cargo de veedor el cargo más alto al que podía aspirar un arquitecto novohispano era el de maestro mayor del reino de la Nueva España⁵ el cual se seleccionaba mediante concurso. Más local, pero también muy codiciado era el cargo de alarife o maestro mayor de la Ciudad de México el cual era otorgado por su cabildo y que tenía bajo su responsabilidad desde la regulación de la propiedad urbana hasta la supervisión técnica de nuevas edificaciones y de las obras públicas.⁶

En cuanto al tema que nos interesa, aún cuando desde esta época se empieza a manejar el término de “ingeniero” los únicos que podían ser efectivamente designados como tales eran los militares pues en las instituciones educativas civiles no se ofrecían esos conocimientos.⁷ España tenía una tradición importante en la formación de ingenieros militares creando desde el siglo XVI academias para el caso, las cuales se multiplicaron durante los dos siglos siguientes. Pero por motivos estratégicos privó a la Nueva España de este tipo de instituciones por lo que los ingenieros militares que se requerían tenían que provenir de la Metrópoli los cuales tampoco eran suficientes para proveer a todo el imperio recurriendo también a los servicios de otros ingenieros extranjeros los que vinieron a enriquecer y complementar los conocimientos y procedimientos constructivos españoles.⁸

Obviamente los ingenieros militares eran los encargados de las obras de fortificación y defensa como en los casos de presidios y fuertes pero también eran designados para realizar algunas otras obras importantes específicas. El primer registro con que se cuenta en la Nueva

⁴ Aunque también los carpinteros llegaban a participar en labores constructivas. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos, op.cit.*, vol. II, tomo II, p. 169, y vol. II, tomo III, p. 262.

⁵ Hay que recordar que legalmente la Nueva España estaba constituida como un reino español más y no como una colonia aún cuando convencionalmente se le suele denominar así.

⁶ *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo II. *op.cit.*, pp. 167-168.

⁷ Katzman, Israel. *Arquitectura del siglo XIX en México*. Ed. Trillas, México, 1993. p. 54.

⁸ *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo II. *op.cit.*, p. 146.

España en el que se menciona a alguien como “ingeniero” es de 1598 cuando el cabildo de la Ciudad de México trataba con el ingeniero capitán (o sea, un ingeniero militar) Pedro Ochoa de Leguizamo acerca de la construcción de un acueducto de Chapultepec a la Ciudad de México.⁹ Ya desde 1612 se expidieron en Madrid las *Ordenanzas de Ingenieros* las cuales fueron incluidas en la *Recopilación de las Leyes de Indias*, impresas por primera vez en 1684 y que estarían vigentes hasta la Independencia.¹⁰ Estas disposiciones también se refieren esencialmente al trabajo realizado por ingenieros militares en especial en la ejecución de diversas fábricas¹¹ y fortificaciones militares, pero también acerca de la planificación de las ciudades. En estos trabajos los ingenieros tendrían a su cargo desde el maestro mayor hasta los oficiales de albañilería, cantería y carpintería, contando también con la colaboración de las autoridades locales.¹² Para 1711 se constituye en España el Cuerpo de Ingenieros (militares) el cual determinó para 1803 una subinspección para la Nueva España compuesta por un ingeniero director y de seis a ocho ingenieros “ordinarios”.¹³ Algunos de estos ingenieros militares realizaron fortificaciones y colaboraron en obras civiles como el desagüe de la capital y en la introducción del agua potable en Veracruz.¹⁴

Ya con los Borbones en el trono español para la segunda mitad del siglo XVIII se realizaron diversas reformas tendientes a modernizar el Imperio, liberalizando y fomentando la producción y el comercio, por un lado, mientras que, por otro, se buscaba tener una mejor administración de las tierras de ultramar obteniendo mayores recursos de ellas, principalmente a través de la explotación de sus recursos mineros. Se otorgó a los puertos novohispanos la libertad de comercio con la Metrópoli y el resto de sus posesiones, a la vez, que se realizaban diversas obras públicas, distinguiéndose en el último cuarto de siglo diversos virreyes en esta labor, en la Ciudad de México se mejoró el alumbrado y el empedrado, así como su limpieza y mantenimiento, y se laboraba en algunos trabajos de agua potable y caminos.¹⁵ Pero sobre todo se crearon nuevas instituciones educativas que tendrían gran importancia para el desarrollo del conocimiento y de la técnica novohispana pero también, posteriormente para el desarrollo de la ingeniería civil nacional.

Orígenes de la carrera de ingeniero civil

Para pasar a tratar los inicios de la incorporación de los estudios de ingeniería en el ambiente académico debemos remontarnos al desarrollo que tienen que pasar en Europa hasta ser instaladas

⁹ Bracamontes, *op cit.*, p. 172.

¹⁰ *Ibid.* p. 173.

¹¹ Entendiendo “fábrica” en su acepción de construcción o parte ella hecha con piedra o ladrillo y argamasa. Real Academia de la lengua. *Diccionario de la lengua española*. Brosmac, Madrid, 1992, p. 665.

¹² Moles Batllellé, Alberto *et al.* *La enseñanza de la ingeniería mexicana, 1792-1990*. SEFI. México, 1991, pp. 84-85.

¹³ Katzman, Israel, *op cit.*, pp. 54-55.

¹⁴ Sánchez Lamego, Miguel A. *El Origen de los Ingenieros Militares en el Mundo y en México*. Imp. Y Fotolitografía “Offset Vera” México, 1949. p. 17.

¹⁵ Moles, *op., cit*, pp. 91, 103 y 105. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. Vol. II. Tomo III, *op.cit.*, pp. 160 y 298.

en las instituciones educativas. El término de ingeniero se crea durante la edad media proviniendo de la palabra más antigua de ingenio. Ya desde el latín clásico *ingenium* tenía una doble significación, por una parte, el talento o capacidad creativa, así como el producto de la misma, ya sea aparato o artefacto mecánico. Al conformarse durante el medioevo el concepto de ingeniero se le adjudican también los artificios y construcciones militares, pero no se concebía como un oficio o profesión independiente sino que se refería a ciertas tareas que caían dentro de la labor de los arquitectos o maestros constructores.¹⁶

Con el Renacimiento, el desarrollo propio, tanto de la creación artística como de las armas de fuego, condujo a que tomaran caminos diferentes la arquitectura y la construcción de fortificaciones militares, separándose, por lo que estas últimas quedaron fuera de la arquitectura al establecerse la misma como arte liberal en las diversas academias de bellas artes y arquitectura, mientras que la ingeniería sería la encargada de los artificios y construcciones bélicas.¹⁷ Poco después, empezaron a surgir academias militares que incluían conocimientos de ingeniería siendo España una de las naciones que destacaría en la formación de ingenieros militares. Pero aún cuando en Europa se contaba con ingenieros militares para finales del siglo XVIII y principios del XIX, se hacía evidente que los mismos no eran adecuados para resolver los problemas que presentaba una sociedad urbana y moderna en tiempos de paz,¹⁸ como tampoco los arquitectos, quienes, a pesar de su larga historia, estaban enfocados principalmente en aquellas grandes obras que solamente los poderosos podían solventar como palacios y catedrales más que en la creación de infraestructura que fomentara la producción, integración y comercio general.¹⁹

Los nuevos profesionistas que se estaban requiriendo tendrían que contar con una buena formación física y matemática pero que a la vez fuera llevada al nivel de su aplicación práctica, útil a la sociedad por lo que retomaban la experiencia constructiva previa con la que se contaba. Fue en Francia donde desde mediados del siglo XVIII se comenzaron a dar los primeros pasos importantes para la creación de los mismos fundando en 1747 la Escuela de Puentes y Calzadas²⁰ la cual, aún cuando no contaba con una carrera de ingeniería civil como tal, según Katzman es “...la primera escuela organizada de ingeniería civil, principalmente para preparar técnicos en puentes y caminos”.²¹ Posteriormente, dentro de los cambios provocados por la Revolución Francesa, buscando recalcar el aspecto de utilidad pública de la técnica, se funda la Escuela de Trabajos Públicos y Politécnica en 1794 la cual sería sumamente importante, incluso se ha dicho que el ingeniero es el producto de esta escuela politécnica. Dentro de este auge de la técnica y la práctica y del avance de las ingenierías en las instituciones de educación superior francesas se funda la Escuela Central de Artes y Manufacturas donde se impartiría por primera vez la carrera de Ingeniería civil en 1829, la cual buscaba ofrecer una preparación científica adecuada que

¹⁶ *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. Vol. II. Tomo II, *op.cit.*, pp. 139-141.

¹⁷ *Idem*, pp. 141-142.

¹⁸ Por ejemplo, las limitaciones temporales llevaban al ingeniero militar a utilizar o trazar senderos siguiendo las curvas naturales del terreno. No contaba con tiempo para construir caminos rectos con sus cortes y rellenos necesarios. De esta manera no se había desarrollado la construcción de caminos planeados para una utilidad y funcionalidad permanentes.

¹⁹ *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. Vol. II. Tomo III, *op.cit.*, pp. 299-300.

²⁰ *Idem*.

²¹ Katzman, *op. cit.*, p. 53.

sustentará la aplicación constructiva. Poco después varios países europeos seguirían el ejemplo francés instituyendo la formación de ingenieros civiles.²²

España, ya dentro del esfuerzo modernizador encabezado por la dinastía borbónica, no se quedaría atrás en la renovación de sus academias y escuelas. Conciente del atraso en que se encontraba la ciencia y la técnica española se buscaba introducir los nuevos conocimientos para lo cual se invitó a científicos extranjeros y se envió a pensionados a estudiar en países más adelantados en estas cuestiones. Sería un grupo de estudiantes españoles formado en la Escuela de Puentes y Calzadas francesa el que a su regreso promuevan la creación de una institución similar, siendo en 1801 cuando Carlos IV apruebe la creación de la Escuela de Ingenieros de Caminos y Canales en Madrid²³ permaneciendo con dicho carácter por lo que no será introducida una carrera llamada de ingeniería civil aunque sus contenidos sean similares.²⁴

Al contrario de la arquitectura, la obra desarrollada por los ingenieros civiles desde sus inicios estará orientada hacia lo público, por ejemplo, un camino o un puente no es de uso exclusivo de ciertos grupos sino de la población en general, por lo que muchas veces serán encargadas por los gobernantes más que por particulares. De esta forma, el ingeniero civil colaborará en el extraordinario desarrollo urbano de las sociedades modernas, motivado en parte por la industrialización. Pues este desarrollo generaría una gran necesidad de obras públicas e infraestructura que el ingeniero civil muchas veces sería el encargado de llevar a cabo.²⁵ De igual forma, colaboró en la construcción de vías de transporte que permitieron integrar la producción y el mercado permitiendo su expansión.

A pesar de las diferencias formativas y de enfoques, las actividades profesionales del arquitecto y del ingeniero, tanto civil como militar, muchas veces se sobreponían “...*los ingenieros militares en tiempos de paz así como los ingenieros civiles que no eran empleados por el gobierno (único cliente posible para crear carreteras, puentes o diques), se dedican a construir y hasta proyectar edificios y monumentos*”.²⁶ Lo que daba pie a confusiones, siendo tomados muchas veces como profesionales casi iguales.

Nuevas instituciones educativas novohispanas

En la Nueva España la introducción de una formación en ingeniería, en general, y de ingeniería civil o de caminos, en particular, será más lenta y conflictiva, aún cuando también se realiza una renovación educativa. Acorde con los intentos de modernización del imperio español, para el último cuarto del siglo XVIII se empieza a manifestar también la necesidad de crear

²² *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. Vol. II Tomo III, *op.cit.*, pp. 299-301.

²³ La cual, juntó con la Inspección de Caminos y el Cuerpo de Ingenieros de Caminos y Canales, son antecedentes importantes de lo que después sería el Ministerio de Obras Públicas español. *Idem*, pp. 301-303.

²⁴ Dando hasta la actualidad la carrera de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. <http://www.upm.es/laupm/centros/etsiccp.html>

²⁵ *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. Vol. II Tomo III, *op.cit.*, pp.299-301.

²⁶ Katzman, *op. cit.*, p. 53. Por ejemplo, el primer egresado de Ingeniería civil en México se dedicará principalmente a la construcción de monumentos.

instituciones de educación práctica más allá de los saberes eminentemente teóricos de la Real y Pontificia Universidad pero en este caso la creación de las nuevas instituciones estará marcada por las necesidades prácticas y económicas siendo una de las principales, sobre todo para los grupos de poder, tanto de la Nueva España como para los de la Metrópoli, la explotación de los recursos minerales. Quedando relegada la creación de una infraestructura nacional junto con la formación de profesionales capaces de realizarla, desarrollando sólo aquellas obras que sirvieran para conectar los principales centros mineros con la capital y con España.

De esta forma, en 1774 en representación de los propietarios de minas los criollos Joaquín de Velázquez Cárdenas y León; y Juan Lucas de Lassaga proponen al rey Carlos III la creación de un banco de avíos, de un Tribunal de Minería y de un Colegio o Seminario Metálico.²⁷ Estableciéndose el Tribunal en 1777, aprobándose y publicándose sus *Reales Ordenanzas* en 1783, y aún cuando en las mismas se establecía la creación de un Seminario o Colegio de minería, este no será inaugurado sino hasta principios de 1792,²⁸ instaurándose también un Fondo Dotal de Minería para su mantenimiento con aportaciones del Tribunal. Como su nombre lo indica, el Colegio de Minería estaba enfocado a cuestiones mineras formando en un principio solamente peritos facultativos de minas beneficiadores de metales,²⁹ aunque las mismas necesidades del gremio lo llevaban a desarrollar algunas veces habilidades más allá de las puramente mineras. El Tribunal de Minería también estaba encargado de exploraciones para ubicar nuevas vetas así como de la creación de caminos y construcciones de puentes para comunicar las regiones mineras, cuestiones en las que solían participar egresados del Colegio. Trabajando en algunas ocasiones en exploraciones y levantamientos colaborando, por ejemplo, en las observaciones y registros del territorio nacional realizados por Humboldt durante su visita al país.³⁰

Además del establecimiento de instituciones para el fomento de la minería, pero no completamente separado de este sector, también se plantea crear profesionales encargados de la acuñación monetaria lo que también será apoyado a ambos lados del Atlántico. Contando con el antecedente de la Real Academia de las Nobles Artes de San Fernando instaurada en Madrid en 1752, para 1778 Carlos III encarga a Jerónimo Antonio Gil fundar una escuela de grabado para

²⁷ Velázquez Cárdenas y León era abogado de la Real Audiencia y catedrático de matemáticas de la Real Universidad encargado por un tiempo de las obras del desagüe del Valle de México, realizó la primera triangulación científica de la ciudad además de que trabajó en la determinación de la posición geográfica de la misma. Lassaga, por su parte, era regidor de la ciudad de México y juez contador de mineros y albaceazgos. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. Vol. II Tomo III, p. 303. Y Ramos Lara, María de la Paz. *Historia de la física en México en el siglo XIX: Los casos del Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros*. Tesis doctorado. México, 1996. pp. 13-14. Orozco y Berra, Manuel. *Apuntes para la historia de la geografía en México*. Ed. Arda. México, 1993. pp. 320 y 326.

²⁸ Díaz y de Ovando, Clementina. *Los veneros de la ciencia mexicana. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*. Fac. de ingeniería. UNAM. México, 1998. Tomo I. pp. 22-23. e *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. Vol. II Tomo III, pp. 303-304.

²⁹ Moles, *op., cit.*, p. 108.

³⁰ Humboldt contó con la ayuda de los alumnos Juan José Rodríguez y Rafael Dávalos para la construcción de cartas geológicas y en el trazo del perfil de camino de la ciudad de México a las minas de Guanajuato. En gran medida gracias a las colaboraciones locales es que pudo realizar sus *Tablas geográfico políticas del Reino de la Nueva España* (1803). Azuela, Luz Fernanda. *De las minas al laboratorio. La demarcación de la geología en la ENI (1795-1895)*. UNAM, México, 2005. pp. 19-62.

preparar al personal de la Real Casa de Moneda³¹ en la Nueva España lo que sería bien recibido por lo que para 1781 se trabajaba no sólo en la creación de una escuela de grabado sino de una academia de artes³² la cual es oficializada con el arribo de la cédula real en 1784 como Academia de las tres Nobles Artes de San Carlos, pintura, escultura y arquitectura.³³

Aún cuando no se contaba con todas las cátedras necesarias, las clases de arquitectura comienzan a impartirse desde 1785,³⁴ y para 1788 Esteban González recibe el título académico supernumerario de arquitectura, es decir, sin cursar todas las clases en la Academia, sino que solo acreditaron sus conocimientos. Poco después algunos arquitectos ya con experiencia solicitan el grado de académico de meritos mediante la presentación de un proyecto.³⁵ Ya para principios de la década de 1890 los arquitectos, escultores, pintores y agrimensores que antes quedaban bajo vigilancia de los regidores del Ayuntamiento o de los veedores designados por los diversos gremios quedan sujetos a la autoridad y reconocimiento de la Academia.³⁶

A pesar del impulso que se le pretendía dar a la Academia, al parecer, la formación técnica de los arquitectos no era la óptima pues en 1796 se sugiere la conveniencia de que los alumnos “...además de copiar a Vitruvio y el palacio de Caserta aprendieran la técnica de las montañas, cálculo de arcos y bóvedas, materias de construcción, formación de cimbras, andamios y demás cosas pertenecientes a la práctica”.³⁷ Tal vez en el intento de desarrollar más las habilidades técnicas y prácticas, además de las cuestiones estéticas, en la misma época la Academia comienza a expedir el título de agrimensor, pues el maestro mayor de arquitectura de Puebla y académico supernumerario de San Carlos Antonio Incháurregui solicita ese título en 1797, sin que necesariamente eso indique que se impartía la carrera.³⁸

Con el movimiento de independencia la economía novohispana entra en crisis, no siendo la excepción la minería, lo que repercute en el Tribunal de Minería y a través del mismo en estas instituciones educativas. A partir de 1810 los recursos de los que disponía el Colegio de Minería comienzan a reducirse, y aún cuando no detuvo totalmente sus actividades, entraría en una situación complicada hasta principios de la época independiente.³⁹ También San Carlos deja de

³¹ Garibay, Roberto. *Breve historia de la Academia de San Carlos y de la Escuela Nacional de Artes Plásticas*. UNAM, México, 1990, p. 5.

³² Presentando en ese año Antonio Gil un *Proyecto para el establecimiento en México de una academia de las Tres Nobles Artes: Pintura, Escultura y Arquitectura* con un preámbulo de José Mangino, superintendente de la Real Casa de Moneda.

³³ Siendo conciliarios de la Academia de San Carlos Lucas de Lassaga y Joaquín Velázquez Cárdenas y León quienes habían sido designados administrador y director, respectivamente, del Real Tribunal de minería el cual era también uno de los principales patrocinadores de la Academia, lo que confirma el vínculo entre ambas instituciones. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. Vol. II Tomo III, pp. 163-167.

³⁴ Garibay sostiene que el primer profesor de arquitectura fue Miguel Constansó mientras que Israel Katzman afirma que fue Antonio González Velásquez. Garibay *op. cit.*, p. 6. Katzman, *op. cit.*, p. 55.

³⁵ Como José Damián Ortiz de Castro, Francisco Eduardo Tresguerras y Manuel Tolsá. Katzman, *op. cit.*, p. 57.

³⁶ *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. Vol. II Tomo III, p. 171.

³⁷ Abelardo Carrillo y Gariel citado en Katzman, *op. cit.*, p. 60.

³⁸ *Idem*, p. 57.

³⁹ Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 22-23.

recibir las aportaciones acostumbradas pero en este caso los problemas sí llevaron a su cierre temporal entre 1821 a 1824.⁴⁰

1.2. PRIMERAS PROPUESTAS Y OPCIONES DE UNA FORMACIÓN EN INGENIERÍA EN LOS INICIOS DE LA NACIÓN

Introducción de una formación militar nacional

Después de conquistada la Independencia la situación general del país era complicada, se contaba con escasos recursos además de que los conflictos, tanto internos como externos, continuarían por varias décadas, lo que no fomentaría el desarrollo nacional. Aún así se dan los primeros intentos de impulsar y modernizar la economía, junto con los cuales se empiezan a desarrollar propuestas para una reestructuración de la educación pues se pensaba que ésta podría ser un detonante de aquella. Pero en ambos casos la inestabilidad política y los conflictos armados de la época no permitirán prosperar los proyectos, en la cuestión académica, al cambiar constantemente de régimen el nuevo gobierno rompía con el anterior introduciendo un nuevo programa lo que dificultaba la continuidad educativa.⁴¹ Por otro lado, la contracción de la economía no permitía disponer de los recursos suficientes para generar una educación adecuada así como un mercado de trabajo para sus egresados.

Un caso aparte sería el de la instrucción militar pues recién conquistada la independencia se vio la necesidad de apuntalarla con una educación castrense nacional ya que se preveía una eventual ofensiva de reconquista. Rápidamente en 1822 es nombrado Diego García Conde como Director General de Ingenieros, quien fomenta la formación científica técnica de los ingenieros militares estableciendo que sus oficiales y jefes deberían tener “*amplios conocimientos de matemáticas puras y aplicadas*”. Para proporcionar esta formación recurrió a algunos ingenieros militares españoles así como a profesores y exalumnos del Colegio de Minería.⁴²

La necesidad de una formación castrense es retomada en la Constitución de 1824 en la que se le otorgaba al Congreso General entre otras facultades la de “*Promover la ilustración...*

⁴⁰ En 1811 deja de percibir la dotación real y para 1815 el Tribunal de minería y el Consulado, también suspenden sus aportaciones. Katzman, *op. cit.*, p. 60.

⁴¹ Produciéndose incluso contragolpes cada vez que un grupo lograba despojar del poder a su contrario como sucederá en el caso de las reformas de 1833-1834. Talavera, Abraham. *Liberalismo y Educación*, tomo I . SepSetentas 103, México, 1973, pp. 88 y 127.

⁴² Primeramente a dos exalumnos del Colegio de Minería quienes a pesar de no haber terminado tenían experiencia militar pues formaron parte del Ejército Trigarante; José María Mestre y Manuel Velázquez de León. Posteriormente conjuntó algunos ingenieros militares españoles y a profesores del Colegio de Minería entre ellos; Manuel Mier y Terán, Valentín Ampudia, José Segundo Carbajal, José María Echandía, Tomás Ramón del Moral así como José María Cortes Gallardo. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*. CICM. México, 1996. pp. 120-121. Rivera, Agustín. *Anales mexicanos: la Reforma y el Segundo Imperio*. UNAM, México, 1994. p. 149

estableciendo colegios de marina, artillería e ingenieros...”⁴³. El enfoque militar de los ingenieros se aprecia en la cita anterior pero también en que solamente se trabaja en la formación de un cuerpo de ingenieros (militares), el cual debido al contexto conflictivo tendría una frágil condición estando a punto de cerrar en más de una ocasión.⁴⁴ En 1825 la muerte de García Conde provoca incertidumbre acerca del futuro de la Dirección de Ingenieros quedando a cargo de la misma Santa Anna.⁴⁵ Pero su situación no se consolidaría sino hasta 1827 cuando el general Manuel Gómez Pedraza defiende su permanencia, argumentando la utilidad que históricamente habían tenido sus trabajos, lo que llevó a la constitución oficial del Cuerpo de Ingenieros en 1828. Bajo jurisdicción del Cuerpo de Ingenieros quedó el Colegio Militar siendo el director del primero automáticamente también de éste, lo que demuestra la importancia que se le otorgaba al Cuerpo. De esta forma, los directores de ambas instituciones comienzan a ser ingenieros militares y aún cuando en 1835 el Colegio se independiza del Cuerpo de ingeniería sus directores continuarán siendo en la mayoría de los casos ingenieros.⁴⁶

Además de las cuestiones estrictamente militares los ingenieros debían contar con una formación matemática y física así como cursar materias más aplicadas como astronomía, geodesia, arquitectura civil e hidráulica, construcción de caminos y canales, empuje de las tierras, cálculo de las excavaciones terraplenes y desmontes, fortificaciones y, por último, proyectos y presupuestos, posteriormente pasaban a una Escuela de Aplicación donde trabajaban ya en la práctica.⁴⁷ Aparte de dirigir las construcciones militares los ingenieros militares debían supervisar las obras públicas de los respectivos estados donde laboraban.⁴⁸ A pesar del amplio plan, la precaria situación económica así como los conflictos políticos y armados, los cuales repercutían aún más en la educación militar que en las otras escuelas, hacían que se interrumpieran frecuentemente las clases impartiendo una educación deficiente.⁴⁹ Aún así, los ingenieros militares eran junto con los egresados del Colegio de Minería los principales profesionistas con conocimientos científicos y técnicos, de hecho algunas veces llegaban a estudiar en ambos colegios.⁵⁰

⁴³ Art. 50-I. Citado en Talavera, *op. cit.*, p. 63.

⁴⁴ *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*. pp. 120-121.

⁴⁵ Santa Anna, como muchos otros militares coloniales, se había cambiado de bando para pasar a luchar por la independencia en 1821. *Historia de los caminos de México*. Tomo II. Siglo XIX. Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos. México, 1944. p. 73.

⁴⁶ Flores Bustamante, José Humberto. *Homenaje de la Asociación del Heroico Colegio Militar a Los Directores del H. Colegio Militar de México*. México, 1999. pp. 5-6 y 9-11. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*. p. 122.

⁴⁷ *Decreto de noviembre de 1833*. En Dublan, Manuel y José María Lozano. *Legislación Mexicana*. Tomo II. Disco compacto. Suprema Corte de Justicia de la Nación. COLMEX: Escuela Libre de Derecho. México, 2004. pp. 601-604 y 620-628.

⁴⁸ Arce Gurza, Francisco *et al.* *Historia de las profesiones en México*. COLMEX. 1982. p. 111.

⁴⁹ Palavicini, Felix F. *México Historia de su evolución constructiva*. Tomo II. ed. Libro, México, 1945. p. 412.

⁵⁰ Así encontramos al general de brigada José Casimiro Liceaga quien estudió en el Seminario de Minería aunque no terminó pues lo encierran en 1821 acusado de prestar ayuda a los insurgentes con quienes se une después de fugarse. Algo similar sucede con el también general Gaspar Sánchez Ochoa quien no acaba su carrera de agrimensor pues se une al Plan de Ayutla de 1854. Otro general de brigada Manuel Robles Pezuela sí logró terminar su formación minera en 1840 y a partir de 1842 imparte la cátedra de Astronomía y Geodesia en el Colegio Militar. Sánchez Lamego, Miguel A. *Generales de ingenieros del ejército mexicano 1821-1914*. México, 1952.

Primeras propuestas de reformas educativas

Tanto la Academia de San Carlos como el Colegio de Minería fueron severamente afectadas por el movimiento de Independencia, a la vez, la minería como toda la economía y el gobierno, se encontraban muy mermadas económicamente lo que no permitía que se alentaran estas instituciones. En el caso específico de la arquitectura si no había logrado consolidarse anteriormente en las nuevas condiciones sería aún más difícil mientras que el Colegio de Minería continuaba con su carácter puramente minero. En un principio, debido a la deficiencia en la educación algunos particulares con la capacidad económica suficiente recurrieron a instructores privados mientras que, debido a la incapacidad organizativa del gobierno federal, los estados con la ayuda de particulares fundaron diversos institutos de ciencias y artes así como algunas universidades.⁵¹

Será el Ministro de Relaciones Lucas Alamán⁵² quien en 1830 proponga un plan de reestructuración educativa centrándose en la educación impartida en los diversos colegios los cuales se especializarían destinándose el Colegio de Minería a las ciencias físicas. El proyecto de Alamán encontró gran oposición por lo que no se aprueba en un principio pero con el derrocamiento del presidente Bustamante se plantean otras opciones educativas.⁵³

Con la salida de Bustamante los aires políticos cambiaron lo que permitirá las reformas liberales de 1833 y 1834 realizadas por el vicepresidente Valentín Gómez Farías bajo los consejos de José María Luis Mora y la vista gorda del presidente Santa Anna. Se expidieron diversos decretos buscando disminuir el poder de diferentes corporaciones, principalmente la Iglesia y el ejército, pero también se le dio prioridad a la reestructuración educativa, se suprimió la Universidad y se creó una Dirección General de Instrucción Pública la cual se encargaría de todos los establecimiento públicos de enseñanza así como de sus respectivos fondos⁵⁴ instaurándose también seis establecimientos especializados de enseñanza superior.⁵⁵

El Colegio de Minería sería convertido en el Tercer Establecimiento de Estudios Físicos y Matemáticos al cual se le daba un enfoque de ciencias aplicadas en general buscando superar los intereses puramente mineros que habían llevado a su creación. Así, aunque permanecían carreras ligadas a la minería: ensayador, beneficiador de metales e ingeniero de minas; se crearon otras nuevas: agrimensor geógrafo y, por primera vez, ingeniero civil. Abarcando la ingeniería civil la

⁵¹ Como en Oaxaca, Chihuahua y Tlalpan en 1827, este último se trasladaría a Toluca en 1830. En Zacatecas se funda una casa de estudios y en Yucatan (1824) y en Chiapas (1826) se crean universidades. Talavera, *op. cit.*, tomo I, pp. 67-69.

⁵² Quien era egresado del Colegio de Minería y que también había realizado estudios minero-metalúrgicos en Europa y que había sido el primer ministro de relaciones del país en 1823-1825.

⁵³ *Idem*, pp. 69-71.

⁵⁴ Por lo que se tendría que desaparecer el Fondo Dotal de Minería. Decreto de octubre de 19 de 1833. Tanto este decreto como los siguientes competen solamente al Distrito Federal y territorios de la Federación. *Ibid.*, pp. 168-171.

⁵⁵ Decreto de octubre 23 de 1833. Siendo los seis establecimientos de: I.- Estudios preparatorios, II.- Ideológicos y humanidades, III.- Estudios físicos y matemáticos, IV.- Estudios médicos, V.- Jurisprudencia, y VI.- Estudios sagrados. *Reglamento de instrucción pública de 2 de junio de 1834. Ibidem*, pp. 122-123 y 198.

carrera de agrimensor geógrafo pero siendo contenida por la de ingeniero de minas.⁵⁶ Siendo también la primera vez en que carreras desligadas de la milicia son denominadas como ingenierías.

Así, para fines de 1833 se introducirían algunas cátedras nuevas como física, perspectiva, cosmografía, astronomía e historia natural, la cual abarcaba zoología y botánica pero ninguna ligada a la construcción. Será hasta el 15 de enero de 1834 que se proponen las clases de Dibujo y Arquitectura, ganando el teniente coronel retirado de ingenieros José María Echandia el concurso para Delineación y arquitectura al arquitecto Manuel Delgado que también había participado.⁵⁷ Avanzando en la formación de los planes de estudio de las nuevas carreras aún cuando sus planes completos los encontramos sólo con el *Reglamento general de instrucción pública* del 2 de junio de 1834⁵⁸ cuando ya el siempre versátil Santa Anna había cambiado completamente de bando y se disponía a derogar las leyes que se habían creado en el último año con lo que el establecimiento de ciencias físicas y matemáticas retornaría a su calidad de Colegio de Minería y prácticamente a su situación anterior,⁵⁹ deteniendo la introducción de la ingeniería civil por un largo tiempo.

A pesar de sus modificaciones reaccionarias de 1834 y de sus vínculos militares, será el mismo Santa Anna, quien busque crear un cuerpo civil de ingenieros de caminos, puentes y canales en 1842, pero al parecer no con demasiado ahínco ya que esta propuesta tampoco prospera.⁶⁰ Un año después, bajo el régimen santannista, se realizará una nueva reforma educativa diseñada por Manuel Baranda, es decir, diez años después de la que pretendía realizar Luis Mora. Se amplía un poco el espectro educativo del Colegio de Minería el cual sería llamado Instituto de Ciencias Naturales⁶¹ introduciéndose la carrera de Geógrafo, creando por primera vez la de Naturalista y estableciendo el plan de estudios de Agrimensura pero en esta ocasión no se propondrá ofrecer la carrera de ingeniería civil, aún así se introducen algunas cátedras nuevas como geodesia, geografía, mecánica aplicada a la minería y análisis químico.⁶²

La carrera de Agrimensor era la más corta cursándose en cuatro años, tres de estudios preparatorios y solamente uno profesional, además de la práctica que se debía realizar bajo la

⁵⁶ Quien podía ejercer todas las demás carreras. Reglamento de instrucción pública de 2 de junio de 1834. *Idem*, pp. 216 y 220.

⁵⁷ Ramírez, Santiago. *Datos para la historia del Colegio de Minería*. SEFI. UNAM, México, 1982. pp. 284-285, 293, 296.

⁵⁸ Constando la carrera de ingeniero civil de dos cursos de latinidad, uno de francés, el primero y el segundo de matemáticas puras, uno de física, uno de química, uno de mineralogía, uno de dibujo de paisaje, uno de arquitectura, uno de inglés, y un año de práctica con un profesor aprobado, que expedirá certificación de haberse ejercitado personalmente el individuo que la solicite, en todos los ramos prácticos de su profesión. Talavera, *op. cit.*, p. 216.

⁵⁹ De manera general, Abraham Talavera sostiene que con el fracaso de las reformas de 1833-1834 el grupo liberal perdió la oportunidad de adquirir el control de la educación en la primera del siglo. *Ibid*, p. 127.

⁶⁰ Staples, Anne. "La constitución del estado nacional." En Arce Gurza, Francisco *et al.* *Historia de las profesiones en México*. COLMEX. 1982. p. 112.

⁶¹ Incorporando cátedras ligadas con estas ciencias como botánica y zoología a la vez que el Museo Nacional y el gabinete de historia natural fueron incorporados al Instituto. Díaz y Ovando, Clementina. *Los veneros de la ciencia en México. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*. Tomo II. FI. UNAM, México, 1998, pp. 969-970.

⁶² Ramírez, *op. cit.*, pp. 314-316.

dirección del maestro de matemáticas.⁶³ Se podría decir que la carrera de Geógrafo era una especialización de la de Agrimensor pues la comprendía, al término de la cual se debían cursar otros cuatro años más, en quinto y sexto se tomaría cosmografía, geodesia, uranografía (astronomía) y geografía, y en los dos últimos años se debía cumplir con las prácticas las cuales serían desarrolladas junto con “*los ingenieros geógrafos del gobierno*”.⁶⁴ Se aprecia, con la creación de estas nuevas carreras la intención del gobierno (como en la fallida reforma de Luis Mora de 1833) de formar profesionistas enfocados al reconocimiento de los recursos y de la geografía del país así como de realizar su cartografía lo que era de suma importancia para la eficacia de las labores de planificación y control del gobierno pero en este caso se deja de lado la creación de infraestructura que podrían realizar los ingenieros civiles.

Aún cuando la introducción de estas nuevas carreras es importante, ya que representa el comienzo de la superación de los límites mineros del Colegio de Minería para los que fue creado, no se debe exagerar su apertura a otras áreas del saber pues al mismo tiempo se ratifica su sostenimiento mediante el Fondo Dotal de Minería así como el más reciente Fondo de Azogues por lo que seguía dependiendo del gremio,⁶⁵ lo que generará que la educación que se imparta siga estando enfocada principalmente a cuestiones mineras.⁶⁶ Aunque también se incrementarán las discusiones acerca de si era conveniente que el fondo de minería pasará a ser parte de la renta nacional y fuera administrado por el gobierno,⁶⁷ y se comenzaron a tener problemas para recabar los fondos de acuerdo al monto y tiempo estipulados.⁶⁸ Por otro lado, el concepto de ingeniería poco a poco irá tomando fuerza siendo a partir del plan de 1843 cuando se logre consolidar, por primera vez, una carrera llamada ingeniería más allá de la esfera militar, al pasar el Perito facultativo de minas a ser denominado Ingeniero de minas.⁶⁹

En el caso particular de la carrera de agrimensor estaba ligada tanto a intereses gubernamentales para el reconocimiento de los terrenos baldíos propensos a colonización como a necesidades particulares para la delimitación de propiedades, principalmente rurales, por lo que será de las primeras en desarrollarse. Como ya mencionamos, al parecer, desde fines de la Colonia la Academia de San Carlos podía expedir el título de agrimensor aunque no impartiera los estudios en sus instalaciones. Para 1823 el gobierno de Jalisco expide un decreto para conseguir el título de Agrimensor realizándose mediante un examen aprendiendo los interesados los

⁶³ Díaz y Ovando, *op. cit.*, tomo II, p. 1285.

⁶⁴ *Idem*, pp. 1285-1286.

⁶⁵ Contribuyendo cada uno con veinticinco mil pesos. Talavera, Abraham. *Liberalismo y Educación*. Tomo II. SepSetentas 104, México, 1973. p. 79. El fondo de azogues fue creado por la ley del 2 de diciembre de 1842. Díaz y Ovando, tomo II, *op. cit.*, p. 1087.

⁶⁶ Lo que será criticado en 1844 por Manuel Baranda como si fuera cuestión superada. *Memoria del secretario de estado y del despacho de justicia e instrucción pública a las Cámaras* (enero 1844) Talavera, *op. cit.*, Tomo II, p. 62. Pero que posteriormente volverá a ser motivo de discusión entre Gabino Barreda y Eduardo Garay en 1872 acerca del carácter que había tenido el Colegio de Minería. Díaz y Ovando, Clementina. *Los veneros de la ciencia en México. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*, tomo III, FI, UNAM. México, 1998, pp. 2898-2911.

⁶⁷ Como ya se había propuesto en las reformas de 1833-1834.

⁶⁸ Por ejemplo, en 1843 la junta administrativa de minería no quería entregar las prestaciones que le correspondían al Colegio del fondo de azogues teniendo que mediar el gobierno acordándose una reducción de las aportaciones. *Diario Oficial del Supremo Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos*. 23 de abril de 1881, p. 2.

⁶⁹ Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 67, 68, 168 y 188.

conocimientos por su cuenta ya que no se ofrecían.⁷⁰ Posteriormente, a principios de 1834 se establece que los exámenes de agrimensores podían ser verificados en el tercer establecimiento de ciencias físicas y matemáticas y con la ley de junio de ese año se establece su plan de estudios en la misma escuela⁷¹ pero estos cambios no prosperan. Así, aunque había varias instituciones que podían acreditar los conocimientos en agrimensura y de los intentos para la creación de la carrera, será hasta 1843 cuando se establezca de manera definitiva en el Colegio de Minería.

Por su parte, dentro de las reformas educativas de 1843 a la Academia de San Carlos se le concede la administración y recaudación de la Lotería lo que fortalecerá notablemente su situación económica.⁷² Pero no repercutiría en un mejoramiento de la carrera de arquitectura pues su nivel continuaba sin ser el ideal⁷³ por lo que su plan de estudios será reformado en 1847 teniendo una duración de cuatro años.⁷⁴ Impartiéndose diversas materias de matemáticas, entre ellas cálculo, como básicas para pasar a aquellas que buscaban dar una representación matemática de las edificaciones y de la naturaleza como geometría descriptiva y mecánica. De igual forma, además de las materias de dibujo y composición también llevaban otras de tipo más práctico enfocadas a la edificación como mecánica de las construcciones y construcción práctica, y estereotomía,⁷⁵ pero estas eran las únicas materias de tipo más técnico que se cursaban.⁷⁶ Aún con estas modificaciones la formación de los arquitectos no era la más idónea además de que no se lograba atraer a demasiados alumnos.

Mexicanos que optan por estudiar en el extranjero

Ante la falta de una educación adecuada enfocada a la construcción en el país así como frente a la situación de inestabilidad del país algunas familias con los recursos suficientes optaran por mandar a estudiar a sus hijos al extranjero. Si de manera general el número de profesionistas era muy reducido sería aún menor el de aquellos que estudiaban en el extranjero, no sólo para cursar carreras completas sino para perfeccionar sus conocimientos después de haberse titulado en México, como un pequeño grupo de arquitectos de San Carlos que tiene esta posibilidad. Encontrando a varios egresados (que también habían estudiado en el Colegio militar) que fueron a Europa a perfeccionar sus conocimientos trabajando en los talleres de reconocidos arquitectos.⁷⁷

⁷⁰ La medida continuó aún con la creación del Instituto del Estado de Jalisco el cual sería posteriormente el encargado de examinar a los pretendientes a agrimensores y de expedir el título. Staples, *op. cit.*, p. 117.

⁷¹ *Decreto del 20 de enero de 1834*. Ramírez, *op. cit.*, p. 294. Y *Reglamento de instrucción pública de 2 de junio de 1834*. Talavera, *op. cit.*, tomo I, p. 216.

⁷² Archivo de la Antigua Academia de San Carlos. Exp. 10279.

⁷³ En 1844 los profesores Joaquín Heredia y Manuel M. Delgado hacían hincapié en la deficiencia de los alumnos en cuanto a conocimientos de matemáticas y dibujo natural, en lo antiguo de la librería de la Academia y de que carecía de obras fundamentales. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos. Exp. 4708.

⁷⁴ Katzman, *op. cit.*, p. 61.

⁷⁵ La estereotomía trataba de las técnicas para cortar madera y piedras ocupadas en las construcciones.

⁷⁶ Álvarez, Manuel Francisco. *El Dr. Cavallari y la carrera de ingeniero civil en México*. A. Carranza y Comp. Impresores México, 1906. pp. 6-7.

⁷⁷ Conocemos cuatro casos de este tipo; Vicente Casarín después de estudiar en San Carlos y posteriormente en el Colegio Militar en 1823 fue pensionado a la Academia de París, el de los hermanos Juan y Ramón Agea quienes fueron pensionados por la Academia para ir a Roma, trabajando en el taller de Cippolla donde también fue enviado

Al contrario de los arquitectos, ante la inexistencia de la carrera en el país, los nacionales que deseaban estudiar ingeniería civil tenían que realizar los estudios completos en el extranjero. Prefiriendo, al igual que aquellos, dirigirse a Europa más que a Norteamérica. Tal es el caso de Francisco de Garay nacido en Jalapa en 1823 que a la edad de trece años fue enviado a estudiar a la Escuela de Puentes y Calzadas de Francia obteniendo el título de Ingeniero civil. También se recibió en Francia, aunque no como civil, el ingeniero Santiago Méndez.⁷⁸ Otros dos jóvenes también nacidos en Jalapa, Francisco Somera y Juan Manuel Bustillo, familiares entre sí, también fueron a estudiar a Europa ingeniería civil pero en este caso a España, quienes después de obtener el título continuaron sus estudios en Francia e Inglaterra.⁷⁹

Obviamente estos jóvenes venían de familias de altos ingresos, lo que les permitió realizar sus estudios en el extranjero, por ejemplo, Somera era hijo de un comerciante que había formado parte del consulado de México y posteriormente invertido en fábricas y en el Hotel Progreso.⁸⁰ Es de llamar la atención no solo que dos de estos primeros ingenieros civiles mexicanos eran familiares sino que los tres eran originarios de Jalapa (lugar del cual surgirán posteriormente otros ingenieros), ciudad que se encontraba en uno de las dos posibles rutas de México a Veracruz, es decir, del camino más importante de México, con una posición privilegiada para el comercio, siendo al parecer miembros de la élite del lugar además de que estaban en la puerta de entrada de las nuevas ideas. A su regreso a México estos primeros ingenieros civiles tendrán un desempeño destacado en diversas obras.⁸¹

Además de estos ingenieros y arquitectos, había unos pocos casos en los que sin contar con ninguna de estas formaciones se dedicaban a la construcción personas que también habían estudiado en el extranjero, como Eduardo Tamariz y Almendaro quien después de cursar en la Escuela Nacional de Agricultura (creada en 1853) viajó a París donde estudió en la Escuela Central de Artes y Oficios.⁸² Por otro lado, sobresalían algunos extranjeros, también muy pocos en número, pero con un desempeño profesional importante, así encontramos al arquitecto español Lorenzo de la Hidalga que había estudiado en la Academia de San Fernando en Madrid llegando a México en 1838 y al ingeniero o arquitecto francés Enriquer Griffon con el que tendría algunos enfrentamientos en México.⁸³

Ramón Rodríguez Arangoity quien después pasó a París donde trabajó en una fábrica de productos metálicos como diseñador y dibujante. *Idem*, pp. 80, 116-117, 128-129 y Katzman, *op. cit.*, pp. 338 y 375. Desligado de los estudios militares el arquitecto Calvo de la Academia de San Carlos, fue enviado a trabajar bajo la dirección de Galli, “reputado como uno de los mejores discípulos de Thorwaldsen” en 1854. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 6683.

⁷⁸ Tanto en la Escuela Central de Artes y Manufacturas de París como en la Escuela de Aplicación de Artillería y de Ingenieros de Metz. Bonilla Galindo, Isabel. “Un ingeniero mexicano. La obra de Santiago Méndez” en *Mirada ferroviaria*. Núm. 7, enero-abril de 2009, p. 34.

⁷⁹ Álvarez, 1906. *op. cit.*, pp. 121-124.

⁸⁰ Morales, María Dolores. Francisco Somera y el primer fraccionamiento de la Ciudad de México. 1840-1889. En Ciro F. S. Cardoso (coord.) *Formación y desarrollo de la burguesía en México*. Ed. Siglo XXI. México, 1978, pp. 189-191. Por su parte, Santiago Méndez era hijo del gobernador de Yucatan. Bonilla, *op. cit.*, p. 33.

⁸¹ Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 121-125.

⁸² Katzman, *op. cit.*, p. 379.

⁸³ Katzman sostiene que era arquitecto mientras Álvarez que en realidad era ingeniero. Katzman, *op. cit.*, p. 358. Álvarez, *op. cit.*, p. 81.

II. LA INTRODUCCIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EN MÉXICO. DE LA ACADEMIA DE SAN CARLOS A LA ESCUELA DE INGENIEROS.

2.1. NECESIDAD DE LA FORMACIÓN DE INGENIEROS CIVILES Y CREACIÓN DE LA CARRERA DE ARQUITECTO E INGENIERO CIVIL

Necesidad y propuestas para la creación de la carrera de ingeniería civil

Para mediados del siglo XIX las enormes carencias materiales del país, la falta de integración del mismo, junto con los ideales de modernización ante el desarrollo que ya se venía dando en otros países, hacían evidente la necesidad de contar con individuos técnicamente capacitados para desarrollar la infraestructura y las obras públicas que el país requería para un óptimo aprovechamiento de sus recursos. Surgiendo diversos comentarios en el sentido de que los profesionales idóneos para encabezar estos trabajos podrían ser los ingenieros civiles, por lo que para la década de 1850 se empieza a plantear la urgencia de la formación de los mismos, apareciendo varias iniciativas para el establecimiento de la carrera.¹

A pesar de los diversos conflictos y de la debilidad de la economía, los nuevos adelantos tecnológicos que poco a poco empezaban a llegar al país junto con la confianza en la riqueza de éste, hacían pensar en la posibilidad de desarrollar la economía nacional. De esta forma, el profesor de mineralogía del Colegio de Minería, el ingeniero de minas Antonio del Castillo decía:

“creo que la nación comienza á entrar en las vías del progreso material: se habla ya del establecimiento de líneas telegráficas, de la navegación de los ríos, de nuevas vías de comunicación, de adelantos en la industria, en fin, de lo que se llaman mejoras materiales...”

a la vez, señalaba los enormes recursos naturales nacionales, en especial, los ligados a la industria...

“Tenemos feraces tierras, tenemos la materia primera (en muchos ramos de la industria por lo menos), tenemos caídas de agua, que representa un poder mecánico inagotable, y tenemos grandes bosques y extensos depósitos de carbón fósil. Es decir, una inmensa cantidad de fuerza de vapor almacenada.”

Y se preguntaba qué es lo que faltaba entonces para desarrollar nuestros recursos a través de las nuevas tecnologías dando inmediatamente la respuesta:

“faltan cabezas, cabezas con saber, con la instrucción necesaria para llevar á cabo tan grandes como interesantes proyectos: faltan, en una palabra, ingenieros civiles”

¹ A pesar de que esta visión modernizadora conllevaba la necesidad de industrialización; el ligarse la ingeniería civil con los ferrocarriles, así como la mayor consolidación de esta profesión sobre la mecánica e industrial, provocará que, aún cuando también se proponga introducir éstas, las propuestas fueran principalmente en el sentido de la creación de la ingeniería civil.

Los anteriores son extractos de la justificación del proyecto de ley presentado al Congreso en marzo de 1851 por del Castillo,² quien en ese momento fungía como diputado, y que pretendía reformar el Colegio de Minería proponiendo que además de la carrera de ingeniero de minas se impartiera en el mismo la de ingeniero civil. Estas dos contendrían otras más cortas, en el caso de la formación del ingeniero civil abarcaría tanto los estudios del agrimensor de tierras y aguas, del ingeniero de caminos y del ingeniero mecánico.³ Teniendo el alumno la posibilidad de escoger la que más le convenga ya que estas obviamente serían más cortas y específicas.⁴

La idea de Antonio del Castillo era agregar, a los estudios que ya se impartían en el Colegio, y que eran compartidos por los ingenieros en general, aquellos especiales para la carrera de ingeniería civil. Proponiendo dos cátedras nuevas; la de mecánica aplicada al establecimiento y construcción de máquinas y un curso de construcciones, además de dos auxiliares; la de geometría descriptiva aplicada y la de derecho administrativo.⁵ Es decir, solamente con cuatro nuevas clases proponía formar el plan de estudios de la nueva carrera, siendo específicamente de construcción solamente un curso, en el cual se pretendía abarcar navegación, caminos, puentes y construcciones civiles, lo que sería muy atacado, entre otros elementos de su propuesta, por el diario *El Universal* en donde, mofándose de la propuesta de Del Castillo, se decía:

*“Pronto será México la Venecia Real de la América... Las construcciones civiles nos improvisarán ciudades que compitan con las ciudades de Lerma, Pachuca y Omitlam, porque de esta magnificencia son las ciudades en donde no interviene el genio de Hidalgo sino el genio de la construcción. ¿No es altamente vergonzoso que no figure en el proyecto del Sr. Castillo, una cátedra de arquitectura?”*⁶

Del Castillo defendía su proyecto diciendo que era mucho más práctico y económico que tratar de establecer un nuevo colegio especial para ingenieros civiles. Además de la introducción de la carrera de ingeniería civil también proponía la creación de una Escuela Práctica de Minas en la que hicieran sus prácticas no solo los ingenieros de minas sino también los civiles,⁷ lo que nuevamente será criticado por *El Universal* cuestionando el sentido de mandar a estos a practicar a un mineral.⁸

² Proyecto presentado por Antonio del Castillo al Congreso General. Cámara de diputados. En *El Siglo XIX*. Miércoles 26 de marzo de 1851. En aquel momento Mariano Arista acababa de asumir la presidencia, el 15 de enero.

³ La carrera de ingeniero de minas contendría la de agrimensor y medidor de minas, ensayador de plata, perito beneficiador de metales y perito facultativo de minas. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1178-1179.

⁴ Comentario de *El Siglo XIX* apoyando el proyecto presentado por del Castillo. *El Siglo XIX*. Miércoles 26 de marzo de 1851.

⁵ De estas últimas decía que eran indispensables para la carrera, y que figuraban en todos los programas de estudios para ingenieros civiles de los colegios de Europa.

⁶ Siendo un periódico conservador la crítica de *El Universal* tiene tintes políticos, atacando de manera general el proyecto en oposición al diario liberal *El Siglo XIX* que lo apoyaba y exaltaba. Siendo de resaltar que a pesar de los fuertes ataques del primero no cuestiona la idea de crear la carrera de ingeniería civil. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1766-1771.

⁷ Dentro de las prácticas ligadas a la ingeniería civil se proponían: práctica de medidas de agrimensura, topografía y geometría subterránea así como proyectos de caminos con el cálculo de excavación y terraplenamiento, reconocimiento de las obras de construcción y máquinas, con el cálculo de los efectos de las últimas.

⁸ *Ibid*, pp. 1749-1752 y 1778.

Para mayo, la comisión de instrucción pública de la Cámara de Diputados presentaba un dictamen sobre la propuesta de reforma del Colegio de Minería retomando las líneas principales de Antonio del Castillo diciendo que la falta de ingenieros civiles “...se hace sentir a cada paso en todas las empresas de importancia, públicas o particulares que se proyectan en nuestro país...”⁹ por lo que apoyan la creación de la carrera pero resaltando que por el momento las posibilidades solo permitían realizar algunas modificaciones a la enseñanza del colegio buscando introducir la ingeniería civil, la cual tendría una duración de cinco años, comprendiendo los estudios que realiza el ingeniero geógrafo más los cursos de mecánica aplicada al establecimiento y construcción de máquinas¹⁰ y el de construcciones que comprendería navegación, caminos y trabajos marítimos.¹¹

En el mismo proyecto, Antonio del Castillo planteaba la desaparición de la Junta de Fomento y Administrativa de Minería proponiendo en su lugar la creación de un Consejo de Minería y Obras Públicas el cual estaría compuesto principalmente por los ingenieros civiles y mineros del Colegio de Minería quienes serían los que manejarían en adelante los fondos de minas destinados a esa escuela.¹² Desde algunos años atrás se habían venido dando varias discusiones entre la dirección de la escuela, el gobierno y la Junta de Minería en torno a la administración del Colegio de Minería pero en especial acerca de los fondos de minería,¹³ decretando, después de agrias discusiones, su incorporación a las rentas de la Federación en noviembre de 1850 a partir de una iniciativa del ministro de Hacienda Manuel Payno.¹⁴ Esta cuestión volvería a aparecer con la propuesta de del Castillo sosteniendo la comisión especial del Congreso que con la creación del Consejo de Minería y Obras Públicas “...creía hacer un servicio verdadero a las ciencias, a la enseñanza y a la buena y económica administración, y útil inversión de los fondos del establecimiento.”¹⁵ Presentando la comisión una propuesta de proyecto de ley en la que también se aceptaba la creación del Consejo de Minería y Obras Públicas así como la de una escuela práctica dejando, en el caso de esta última, al gobierno gestionar su establecimiento.

El desplazamiento del gremio minero y la disputa por los fondos de minería permiten pensar que tal vez estas fueron algunas de las causas que no permitieron que las reformas prosperaran ya que, aún cuando la comisión presentó una propuesta de proyecto de ley, las sesiones ordinarias del Congreso concluyeron sin que haya podido ser discutida y en su caso aprobada.¹⁶ Colaborando también los conflictos políticos y armados para el fracaso del proyecto de Antonio del Castillo pues desde un principio el gobierno de Mariano Arista se vio confrontado ante un congreso “que impedía toda resolución”¹⁷ teniendo que hacer frente a la dura oposición, la cual lo llevaría a su

⁹ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1783-1786.

¹⁰ Transformando en ésta la clase que anteriormente era mecánica aplicada a la minería.

¹¹ También se le amplía a la cátedra de delineación una parte de arquitectura.

¹² A diferencia de la Junta de Fomento y Administrativa de Minería donde predominaba el gremio minero.

¹³ Estando como director el general José María Tornel. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1085-1125.

¹⁴ Lo que sería ratificado en 1852. Ramírez, *op. cit.*, pp. 349-353, 360, 366-367.

¹⁵ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1783-1784.

¹⁶ El malestar del grupo conservador ante la propuesta de reformas explicaría también los ataques que les dedicó *El Universal* (aún cuando en algunos puntos la crítica sea acertada, la oposición total al proyecto es evidente). Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1198-1199 y 1766-1771.

¹⁷ Zoraida Vázquez, Josefina. “De la difícil constitución de un Estado: México, 1821-1854. En Zoraida Vázquez (coord.) *La fundación del Estado Mexicano, 1821-1855*. Nueva imagen, México, 1997, p. 33.

renuncia¹⁸ asumiendo el poder el presidente de la Suprema Corte, Juan Bautista Ceballos quien agobiado ante los mismos problemas termina por disolver el Congreso a principios de 1853 lo que llevaría al regreso de Santa Anna al poder traído por los conservadores.¹⁹

Al retomar Santa Anna la presidencia ratifica al general José María Tornel al frente del Colegio de Minería (siendo nombrado también ministro de Guerra) creando poco después el Ministerio de Fomento designando para dirigirlo a Joaquín Velázquez de León.²⁰ Dejando de lado, en un principio, la reforma general del Colegio de Minería pero retomando la idea de creación de una Escuela Práctica de Minas siendo establecida en Fresnillo el 30 de julio de 1853.²¹ Para septiembre fallece Tornel siendo designado para sustituirlo como director del colegio Velázquez de León, quedando como secretario Antonio del Castillo quien a principios del siguiente año será enviado como profesor a la Escuela Práctica de Minas.²²

En busca de una redefinición del Colegio de Minería

De manera general, los liberales impulsaban reformas buscando quitarles poder a las corporaciones, principalmente a la iglesia y al ejército pero también a los gremios, medidas que eran desechadas al regresar los conservadores al poder. Este conflicto entre conservadores y liberales también se refleja en el Colegio de Minería y en el gremio minero realizándose reformas en torno a los fondos de minería, a la situación del Tribunal de Minas así como al interior de la organización del colegio y en torno a quien competían sus asuntos, las cuales serían derogadas continuamente.

Aun cuando con el nuevo gobierno santannista rápidamente es reintegrado el Fondo de Minería al gremio, al parecer, la idea sobre su organización y financiamiento no era idéntica entre el gobierno conservador y los intereses mineros lo que provoca que se generen varias leyes contradictorias presentándose también problemas para integrar los fondos. Lo que lleva a que se abran discusiones acerca del fondo, acordándose el pago de 65,000 pesos anuales para el Colegio de Minería concluyendo en 1854 con la *Ley para el arreglo de los negocios de minería* con la cual se reestructura el Tribunal de Minería, dándose una mayor integración entre éste y el Colegio, siendo nombrados tres de los nueve consultores que lo integran por los profesores de éste (y de la escuela práctica), a la vez, que el director sería el mismo para ambas instituciones.²³

¹⁸ El movimiento principal de oposición, que lo haría renunciar, sería el surgido en Guadalajara.

¹⁹ Entrando a la capital el 20 de abril de ese año. Díaz, Lilia. "El liberalismo militante". En *Historia General de México*. COLMEX. México, 1981. pp. 824-825. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, p. 1221.

²⁰ Emparentado con uno de los creadores del Colegio de Minería y director del Tribunal de Minería, Joaquín Velázquez Cárdenas y León. Rivera, *op. cit.*, p. 149. De los primeros alumnos del Colegio de Minería, luchó al lado de Iturbide alcanzando el grado de Coronel de Ingenieros. *Diccionario Porrúa. Historia, geografía y geografía de México*. Ed. Porrúa. México, 1995. p. 3699. Y que en ese momento era catedrático de mecánica y zoología en el Colegio de Minería.

²¹ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, p. 1123.

²² Junto con Miguel Velázquez de León. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1234 y 1245.

²³ Ramírez, *op. cit.*, pp. 365-367 y 376-379. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1247-1249.

De esta forma, el gobierno conservador realiza algunas reformas, aunque más moderadas que las planteadas por Antonio del Castillo. Aún cuando el Colegio de Minería sigue estando principalmente enfocado a la minería se le buscará dar más fuerza en la toma de decisiones a partir de la incorporación de sus catedráticos en el Tribunal de Minería.²⁴ Poco después, de la mano de Joaquín Velázquez de León se establece que el Colegio de Minería, junto con otras escuelas, pasará a depender del Ministerio de Fomento dándose además en la escuela los estudios de ciencias matemáticas y naturales. Pero sus fondos permanecerían como se encontraban, es decir, serían dados por los mineros, por lo que no se le asignaban recursos de instrucción pública.²⁵

Pero la última presidencia de Santa Anna no duraría mucho tiempo pues el movimiento surgido del Plan de Ayutla lo orillaría a dejar el país en agosto de 1855, por lo que, poco después, Velázquez de León renuncia como director del Colegio de Minería siendo nombrado para sustituirlo el abogado Luis de la Rosa²⁶ a quien se le encarga un informe de la situación del Colegio, de sus fondos, del Tribunal de Minería y de la conveniencia de su reforma. A fines de ese año se dispone que jueces del fuero común conozcan de los negocios de minería que antes eran de la competencia de las Diputaciones territoriales de minería²⁷ pero, ya sea por la incapacidad de los juzgados o por presiones del gremio, a principios de 1856, el recién designado presidente Comonfort restablece las Diputaciones de Minería pero sólo en materias económico administrativas de minería encargándose los tribunales de lo judicial.²⁸

Los ires y venires del Colegio de Minería continuarán con los cambios de gobierno, en noviembre de 1856 ante la muerte del director de la Rosa es sustituido por el ingeniero Blas Balcárcel²⁹ pero en 1858 al retomar los conservadores el poder Velázquez de León es llamado de nuevo para dirigir el establecimiento. A fines de ese año, se realizan algunos cambios en las carreras que serían impartidas en la escuela, las cuales serían ingeniero de minas, beneficiador de metales, ensayador apartador, ingeniero topógrafo o agrimensor e ingeniero geógrafo. Como se aprecia, aún cuando no se introduce la carrera de ingeniero civil, el concepto de *ingeniero* irá cobrando fuerza pues después de consolidarse en 1843 con la carrera de Ingeniero de minas, lo encontramos, aparte de ésta, en otras dos para los programas de 1858.³⁰ Aún cuando la situación de los fondos se restituye a la que se había implantado con Santa Anna, las dificultades para su cobro aumentan por lo que incluso Velázquez de León escribe una carta al presidente Miramón

²⁴ Decreto del 29 de mayo de 1854 publicado el 31 del mismo mes. Ramírez, *op. cit.*, pp. 376-379.

²⁵ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1260-1261.

²⁶ Siendo sombrado en el breve periodo presidencial de Rómulo Díaz de la Vega. Luis de la Rosa también sería miembro del Congreso Constituyente de 1856. Cosío Villegas, Daniel. *La Constitución de 1857 y sus críticos*. FCE. México, 1973. pp. 67-68.

²⁷ Ramírez, *op. cit.*, pp. 384-385 y 388.

²⁸ Aún cuando Siliceo resalta las peculiaridades del código de minería, las cuales eran desconocidas de los tribunales generales también sostiene que con las modificaciones “*el Gobierno cree haberles prestado una protección importante*” a los mineros. Siliceo, Manuel. “Memoria de la Secretaría de Estado y del Despacho de Fomento, Colonización, Industria y Comercio de la República Mexicana.” En *Obras públicas en México. Documentos para su historia. IV.- Caminos de la República a la época de la Reforma. Años de 1855-1857*. México. Edición de la Secretaría de Obras Públicas. 1976. p. 82.

²⁹ Quien ya se había desempeñado un par de veces como director interino, y que fuera diputado del Congreso Constituyente de 1856.

³⁰ Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 68 y 184.

haciéndole ver las arbitrariedades en el mismo y el estado de penuria de la escuela por falta de recursos.³¹

A pesar del fracaso por introducir la carrera de ingeniería civil en el Colegio de Minería, la inquietud por su creación era generalizada por lo que incluso se propone incorporarla en la Escuela de Agricultura, en este caso, llamada de puentes y calzadas decretando en 1856 Comonfort su establecimiento junto con la de ingeniero mecánico y la de topógrafo o agrimensor pero estas medidas no tendrán mayor repercusión³² por lo que será en otro establecimiento educativo donde lleguen a introducirse por primera vez estudios de ingeniería civil.

Por su parte, dentro del proceso de consolidación de la carrera de agrimensor para 1856 en un decreto expedido por Ignacio Comonfort,³³ se autoriza además del Colegio de Minería y a la Academia de San Carlos para expedir dicho título a la Escuela de Agricultura, homologando en todos los casos los conocimientos requeridos.³⁴ Para tener derecho a examen de agrimensor se tenía que acreditar haber aprobado los estudios preparatorios de aritmética, álgebra, geometría, trigonometría plana, análisis geométrico, geometría descriptiva, principios de cálculo diferencial e integral y mecánica racional, así como haber practicado bajo la dirección de un agrimensor titulado al menos por tres años. Las materias de las que consta el examen son levantamiento de planos, medición de superficies o agrimensura propiamente dicha, nivelación, aplicación de la geometría descriptiva a los planos acotados, poligometría, agrimensura legal, y medición y distribución de las aguas.³⁵

Creación de la carrera de ingeniero arquitecto

A pesar del incremento de recursos de la Academia de San Carlos, a partir de que se le otorgó la administración de la Lotería y del nuevo plan de arquitectura de 1847 la situación de esta carrera no era la óptima por lo que el destacado arquitecto español Lorenzo de la Hidalga se quejaba del atraso que advertía en la misma, posteriormente, Manuel Francisco Álvarez comentará que la enseñanza era deficiente resaltando en particular que la enseñanza técnica no era la adecuada.³⁶ Para 1856 la Academia reportaba como egresados de arquitectura solamente a diecisiete alumnos (cuatro de los cuales eran a la vez agrimensores), aun cuando había más que habían sido acreditados como académicos de mérito pero aún así el número de arquitectos, así como su formación, no eran los que el país requería.³⁷

³¹ Ramírez, *op. cit.*, pp. 392, 411, 414-415 y 425.

³² Decreto del 31 de diciembre de 1856. Dublan y Lozano, *op. cit.*, tomo VIII, pp.326-327.

³³ Presidente sustituto de la República.

³⁴ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos. Exp. 10354. Durante esta época los estudios de arquitectura se dividían en tres ramas: delineación, composición y construcción.

³⁵ Dublan y Lozano, *op. cit.*, tomo VIII, pp. 203-204.

³⁶ Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 72 y 111-112. Por su parte, en 1853 José María Rego, Ramón Rodríguez y Miguel A. O'Gorman proponían que se arreglaran definitivamente los cursos de arquitectura. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5555.

³⁷ Durante esta época los estudios de arquitectura se dividían en tres ramas: delineación, composición y construcción. Al parecer el hecho de que la Academia diera el título de agrimensor no era bien visto por algunos. En 1853 al expedir la lista de los arquitectos titulados de la Academia no presentan la de agrimensores "por no estar esta

Pero la Academia participaba de la inquietud por ofrecer una formación más técnica enfocada a la construcción por lo que además de empezar los trabajos para renovar la carrera de arquitectura introduce una carrera más corta y más enfocada a las cuestiones prácticas constructivas, la de Maestro de obras. Al parecer para 1852 ya estaba otorgando el título pues Manuel Manzano solicita se le examine para el mismo,³⁸ pero aún en 1855 se estaban realizando las prevenciones formales para su expedición³⁹ y ya para el año siguiente a Luis G. Careaga Sáenz se le otorga el grado de maestro de obras al no cubrir los requisitos necesarios para que se le diera el de arquitectura para el que había realizado examen.⁴⁰

Al mismo tiempo se buscaba perfeccionar la enseñanza de la arquitectura trayendo a un arquitecto con la formación completa que se daba en Europa,⁴¹ acordando la Junta Directiva de la Academia en su sesión del 12 de febrero de 1851 buscar un director de arquitectura en París, de preferencia uno de mérito que no sea francés, y que en caso de no encontrarse uno en Francia se encargara al ministro Manuel Larrainzar el buscar uno en Italia.⁴² Además de los estudios propiamente arquitectónicos en la Academia también se advertía la necesidad de ofrecer conocimientos más técnicos y modernos por lo que se pensó en introducir también la carrera de ingeniería civil. Para abril de 1853 se discutía ya en los planes de estudios que deberían tener arquitectos e ingenieros proponiendo que las materias fueran comunes los primeros cuatro años, diferenciándose a partir del quinto.⁴³ A pesar de esta propuesta se pensaba que una de las primeras medidas para establecer estos estudios era el contar con un director idóneo *“bajo cuya dirección pudiera alistarse y ponerse en ejecución un plan adecuado”*, mismo que se deseaba contratar en Europa al no existir en el país quien conjuntara los conocimientos arquitectónicos con los de ingeniería civil.⁴⁴

A pesar de los esfuerzos no se lograba conseguir un adecuado ingeniero arquitecto en Europa ni introducir los estudios de ingeniería civil por lo que para abril de 1855 el ministro de fomento, Joaquín Velázquez de León, escribirá al de relaciones insistiendo en el establecimiento de la carrera argumentando que:

“...notándose cada día más la falta de ingenieros civiles para los diversos trabajos que esta Secretaría tiene a su cargo en varios puntos de la República impidiendo esta falta la ejecución de alguna obra de utilidad, será de desearse por aquella secretaría se tome en consideración el proyecto que se presentó hace ya algún tiempo a la Academia Nacional

profesión comprendida dentro de las bellas artes que el establecimiento patrocina”. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5553.

³⁸ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 10260

³⁹ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5896.

⁴⁰ Archivo histórico de la Academia de San Carlos, exp. 6269.

⁴¹ Lo que era sugerido por Lorenzo de la Hidalga a la Junta de la Academia de San Carlos. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 111-112.

⁴² Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 10232.

⁴³ Se formó una Comisión formada por Joaquín Velázquez de León, Ramón Agea y Manuel Gargollo y Parra la cual revisó este plan. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5894.

⁴⁴ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5895.

de San Carlos, para que se establezcan en ella las cátedras que faltan para completar la instrucción que requiere esa carrera... ”⁴⁵

Por lo que la Secretaría de Relaciones remitirá también un escrito a la Academia en el mismo sentido.⁴⁶ Para este momento, ya Manuel Larrainzar estaba buscando en Europa arquitectos que fueran a la vez ingenieros manifestando la dificultad para contratar alguno que quisiera venir a México pues los pocos que había ya estaban bien establecidos,⁴⁷ por lo que se decía que solamente un mediocre preferiría desprenderse de su clientela.⁴⁸ A pesar de las complicaciones Larrainzar manifestaba su esperanza de que el destacado profesor de arquitectura de Milán, Javier Cavallari, pudiera acceder a trasladarse a México al no encontrarse muy bien en aquella academia.⁴⁹

Aún cuando no se deseaban establecer los nuevos planes de estudio hasta que no llegara el director de arquitectura de Europa algunos profesores proponen planes provisionales ampliando la duración de los estudios de arquitectura⁵⁰ mientras que, por otra parte, también se insiste en la creación de la carrera de ingeniería civil pero no se lograrían introducir las cátedras especiales requeridas por lo que para enero de 1856 una comisión especial advertía que:

“...el proyecto presentado por los profesores de arquitectura excedía en 800 pesos anuales el presupuesto vigente y que estando por llegar de Europa un profesor de arquitectura, convendría dejar a éste arreglar la enseñanza de acuerdo con los últimos adelantos de la ciencia.”⁵¹

Efectivamente, cumpliendo con las esperanzas de Larrainzar y de la Academia, Cavallari acepta venir como director de arquitectura llegando a México para fines de 1856.⁵² Quien retomando el trabajo que ya se venía realizando en la Academia modifica el plan de estudios de Arquitectura aumentándola de cuatro a seis años al agregarle algunas materias más técnicas como agrimensura, principios de geología y conocimiento de materiales para las construcciones. A la vez, Cavallari también propone, en un principio, crear la carrera de ingeniería civil con una duración de siete años, en los dos casos contando los estudios preparatorios. Ambos planes eran muy semejantes, como ya habían propuesto los profesores de arquitectura, los estudios eran comunes hasta el cuarto año, y de hecho la carrera de ingeniería civil comprendía todas las materias de la de arquitectura contando solamente con cuatro materias más: construcción y establecimiento de máquinas, la segunda parte de teoría de las construcciones, construcción de Puentes y caminos, y dibujo correspondiente a la construcción, además de que a la clase de composición de los edificios se le agregaba una parte de dibujo de máquinas.⁵³

⁴⁵ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1265-1266. Archivo ENI. Dirección, caja 2, exp. 2.

⁴⁶ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5895.

⁴⁷ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 6701.

⁴⁸ Carta de Antonio Cipolla, arquitecto del rey de Nápoles, a Rodríguez Arangoity. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 6712.

⁴⁹ 18 de junio de 1855. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 6155.

⁵⁰ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5899.

⁵¹ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 10357.

⁵² Garibay, *op. cit.*, p. 12.

⁵³ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5893.

Tal vez por la semejanza entre los planes de estudios es que se decide, en vez de establecer dos carreras separadas, fusionarlas por lo que el 14 de febrero de 1857 se expide el plan de estudios para la carrera de ingeniero arquitecto la cual tendría una duración de siete años más los estudios preparatorios.⁵⁴ Aún así se sigue con la idea de establecer la ingeniería civil de manera independiente por lo que el 22 de mayo al presidente Comonfort aprueba su plan de estudios creado por la Junta de la Academia⁵⁵ pero al caer su gobierno a principios de 1858 y tomar el poder el general Felix Zuloaga éste establecerá solamente la carrera de arquitecto e ingeniero civil.⁵⁶

Desempeño de la carrera de ingeniero arquitecto

A pesar de no lograrse establecer la carrera de ingeniero civil, la de ingeniero arquitecto será un paso muy importante. Manuel Francisco Álvarez ya ha advertido que el nombre correcto debería ser Arquitecto e ingeniero civil como algunas veces se le solía llamar.⁵⁷ Él, como otros, ha resaltando que Cavallari retomaba las ideas que ya se tenían en San Carlos, pero también en otros lugares, de introducir la formación de jóvenes con conocimientos técnicos acordes a las necesidades de los nuevos tiempos, en este caso integrando la estética de la tradición arquitectónica con los nuevos conocimientos y métodos constructivos.⁵⁸ Por su parte, Israel Katzman sostiene que con la carrera de ingeniero arquitecto se introdujo “...una enseñanza tecnológica moderna que fue de un viraje importante respecto a la instrucción tradicional.”⁵⁹

Con la integración de la arquitectura y la ingeniería se crean algunas materias más técnicas como topografía, elementos de geología y mineralogía con aplicación especial a los materiales de construcción, topografía, geodesia, química inorgánica, dibujo de máquinas y estática de las construcciones. Se imparten por primera vez materias de construcciones específicas ligadas a la infraestructura como construcción de caminos comunes y de fierro, y construcción de puentes, canales y demás obras hidráulicas. También se crea la cátedra de teoría de las construcciones y estática de las bóvedas, siendo estas últimas un sistema de techumbre todavía muy utilizado en la época para grandes edificios. Por otra parte, se introducen aspectos jurídicos con la materia de arquitectura legal. Para concluir, el último año era de prácticas y se debía realizar el examen profesional acompañado de dos proyectos; uno de un ferrocarril y otro de un puente,⁶⁰ lo que deja ver el enfoque moderno de la nueva carrera.

⁵⁴ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5899.

⁵⁵ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5898.

⁵⁶ Aprobando su plan de estudios el 4 de febrero de 1858 el cual será publicado en el *Diario de avisos* el 22 de ese mes. Ramírez, op. cit., p. 403. Y Díaz y de Ovando, op. cit., tomo II, p. 2010.

⁵⁷ Argumentando que la arquitectura no es una rama de la ingeniería por lo que no puede haber ingenieros arquitectos como hay ingenieros mineros, por ejemplo. Bajo este entendido, por comodidad retomaremos el nombre de ingeniero arquitecto para los que estudiaron bajo este plan, buscando no confundirlos con los arquitectos o ingenieros civiles solamente o con los que posteriormente estudiaran ambas carreras de manera separada.

⁵⁸ Álvarez, 1906, op. cit., pp. 10-11. E *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. Vol. III. Tomo II, pp. 100-101 y 280.

⁵⁹ Katzman, op. cit., p. 23.

⁶⁰ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, Exp. 5898.

Los cursos no solamente se impartían en las instalaciones de la Academia sino que las materias de física y química se daban en la Escuela de Medicina, mientras que las de geología y mineralogía serían tomadas en el Colegio de Minería.⁶¹ Ofreciendo una formación muy rica y diversa comparada con la división de la enseñanza de ese tiempo ya que iba más allá de lo que cada institución por separado podía ofrecer.

Aún cuando, en un principio, algunos de los alumnos que se encontraban inscritos en la carrera de arquitectura recibieron mal el nuevo plan de estudios, debido a que se aumentaban los años, poco después se convencieron de la conveniencia del mayor enfoque técnico de la nueva carrera. Algunos de estos alumnos que ya llevaban adelantados sus estudios de arquitectura serán los primeros en graduarse con el nuevo plan al cursar las nuevas materias que se solicitaban, titulándose ya en 1860 los primeros cuatro ingenieros arquitectos: Eleuterio Méndez,⁶² Francisco P. Vera, Manuel María Ocaranza y Felipe de J. Briseño.⁶³

Aún cuando en 1861 se decreta una nueva *Ley sobre instrucción pública* las carreras de ingeniero arquitecto y de agrimensor continúan en la ahora denominada Escuela de Bellas Artes.⁶⁴ De igual forma, al presentarse la intervención francesa, además de agregarle el título de imperial, los cambios en la Academia de San Carlos no serían tan profundos, a pesar de que entre la entrada del ejército franco-mexicano y el establecimiento del gobierno las actividades en la academia no fueron regulares lo que explicaría porque no se presentan egresados en 1864.⁶⁵ Ya establecido el gobierno de Maximiliano, el 23 de noviembre de 1864 el ministro de Fomento, Luis Robles Pezuela, le manda una carta al director de la ahora denominada Academia Imperial de San Carlos para que, junto con la Junta y los profesores, apruebe los planes de estudios.⁶⁶ Publicándose a fines de ese año los programas para 1865 en los cuales se dividían los estudios en dos: el ramo de la carrera de ingeniería civil y arquitectura junto con la de maestro de obras, y por otro lado, el estudio de las materias puramente artísticas que comprendían pintura, escultura y grabado. El plan de estudios para la carrera de ingeniería civil y arquitectura era prácticamente el mismo que el introducido por Cavallari salvo que se le quitaban unas cuantas materias y no se mencionaba el último año de prácticas por lo que constaba solamente de seis, aún cuando se seguían realizando prácticas.⁶⁷

Es decir, en San Carlos los estudios de ingeniero civil y arquitecto prácticamente continúan como habían sido introducidos en 1857 por lo que los alumnos pueden seguir con sus estudios y

⁶¹ Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 15-16. Como ejemplo de lo anterior, el 12 de septiembre de 1861 se autoriza a los alumnos que habían terminado la primera parte de los estudios de mineralogía y geología para que continúen estudiándolos en el Colegio Nacional de Minería. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 6062.

⁶² Hermano del ingeniero formado en Francia, Santiago Méndez.

⁶³ Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 28.

⁶⁴ A pesar de que las carreras de ingeniero y arquitecto se nombran por separado los únicos egresados que encontramos son ingenieros arquitectos. *Ley sobre la instrucción pública en los establecimientos que dependen del gobierno general* decretada el 15 de abril de 1861. Talavera, tomo II, *op. cit.*, p. 123.

⁶⁵ Ver gráfica 1.

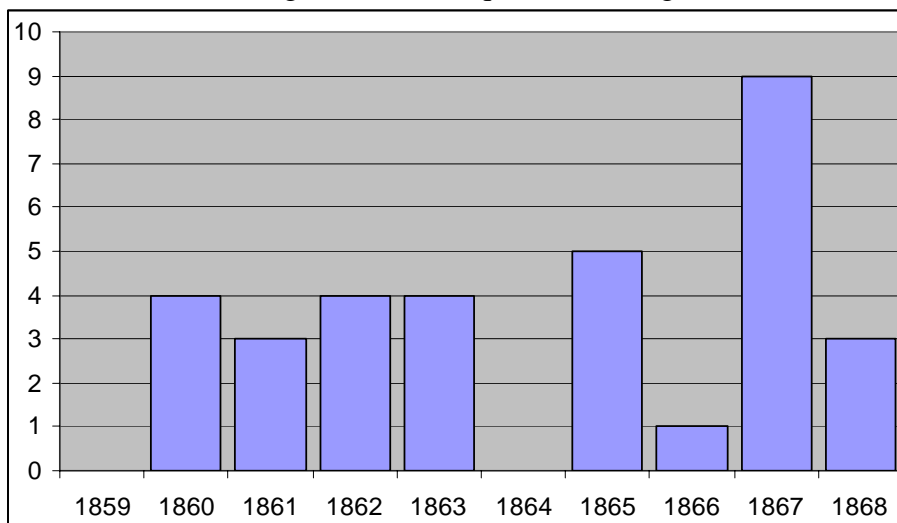
⁶⁶ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 6614.

⁶⁷ Díaz y de Ovando, Clementina. *Los veneros de la ciencia mexicana. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*. Tomo III. FI. UNAM. México. 1998. pp. 2330, 2477-2484.

de hecho se gradúan un buen número de ingenieros arquitectos durante el Segundo Imperio.⁶⁸ Al finalizar la misma, y ante la inminente reforma educativa que llevaría a la separación de ambas profesiones, se toman varias medidas para que los alumnos pudieran titularse rápidamente, dispensando a algunos de los exámenes profesionales,⁶⁹ a algunos de las prácticas,⁷⁰ mientras que a otros se les realizó el examen profesional aún sin realizar sus prácticas las cuales las cubren hasta el siguiente año en los ferrocarriles de Veracruz y Chalco recibiendo posteriormente su título.⁷¹

De esta forma, en 1867 encontramos el mayor número de egresados como ingenieros civiles y arquitectos con nueve y al año siguiente concluyen sus trámites otros tres.⁷² A pesar de los conflictos del país la carrera de arquitecto e ingeniero civil logró atraer a un número mayor de jóvenes que anteriormente la de arquitectura independiente pues si para 1856 la Academia reportaba que solamente diecisiete alumnos habían egresado de arquitectura con el nuevo plan se titularon treinta y tres ingenieros arquitectos hasta 1868.⁷³

GRAFICA 1. Egresados de Arquitectura e Ingeniería Civil



Datos obtenidos de Álvarez, 1906, *op. cit.*, y del Archivo de la Antigua Academia de San Carlos. Exp. 5791, 5792, 5793, 6935 y 6973.

⁶⁸ A pesar de la interrupción de egresados al tomar los intervencionistas la capital.

⁶⁹ Tomando como tales las memorias de ferrocarriles, puentes, canales u obras hidráulicas del sexto año. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 29-30.

⁷⁰ Como sucedió con Carlos Moreno, Manuel Llera, Refugio González, Manuel Calderón, Manuel Velázquez de León y Joaquín Gallo. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 6461.

⁷¹ Es el caso de Ignacio Aguado, Antonio Guerrero y Juan Mendoza y Roca. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5791, 5792, 5793, 6935 y 6973.

⁷² Aún cuando Ignacio Aguado, Antonio Guerrero y Juan Mendoza y Roca presentan su examen profesional en 1867 todavía en 1868 estaban solicitando se les expidiera su título, demora debida seguramente a la falta de prácticas. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5791, 5792, 5793, 6935 y 6973. Por lo que Manuel Francisco Álvarez los presenta como egresados en 1867.

⁷³ Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 30-31.

Junto con el establecimiento de la carrera de ingeniero arquitecto las reformas en San Carlos repercuten también en la carrera de Maestro de obras y en la de Agrimensor, estableciéndose de manera formal su plan de estudios. Los Maestros de obras deberían acreditar por medio de un examen estar instruidos en los estudios preparatorios (a excepción del álgebra), en las materias del primer año de arquitectura: dibujo y explicación de los órdenes clásicos de la arquitectura, y ornato arquitectónico alternando con el estudio de la física además de contar con conocimientos prácticos de cimbras, andamios, reparaciones, mezclas, y en el uso de las máquinas que se emplean ordinariamente en las construcciones, debiendo además haber practicado durante tres años al lado de un maestro de obras o un arquitecto titulado.⁷⁴ Con la Intervención Francesa se establecía que la carrera de maestro de obras tendría una duración de tres años siendo el más importante el último donde se veía construcción práctica.⁷⁵

Como ya se dijo, la carrera de agrimensor se podía acreditar en varias escuelas pero ahora, aparte de impartirse en el Colegio de Minería, se introduce su plan de estudios en San Carlos en donde los estudios que se requerían quedaban comprendidos dentro de la carrera de Ingeniero arquitecto por lo que con la aprobación de algunas materias de la misma el alumno se podía graduar de agrimensor realizando las prácticas que exigía la ley y presentando el examen respectivo.⁷⁶

Intento de reforma del Colegio Imperial de Minas

Recién triunfando los liberales en la Guerra de los Tres años es removido Joaquín Velázquez de León de la dirección del Colegio de Minería designando en su lugar a Blas Balcárcel a principios de 1861, enseguida se previene a los gobernadores de expedir el cobro del derecho de minería para no entorpecer la enseñanza en el colegio y se decreta la extinción del fondo de minería haciéndolo ingresar al crédito publico.⁷⁷ Poco después, se realiza una reforma educativa mediante una nueva Ley de Instrucción Pública con la cual pasan a ser competencia del Ministerio de Justicia e Instrucción Pública todos los centros educativos, con lo que pasa a depender del gobierno la ahora llamada escuela de minas. Era ésta una de las escuelas especiales que se instituían separándose también los estudios preparatorios de los superiores; en la escuela especial de minas se impartirían las carreras de minero, beneficiador de metales, ensayador y topógrafo.⁷⁸

Posteriormente, con el Segundo Imperio, aún cuando se buscó introducir un modelo educativo similar al francés con escuelas especiales así como una escuela politécnica, además de que se deseaba impulsar el establecimiento de ingenierías (siendo Francia la primera nación en ofrecerlas como carreras civiles), en la práctica la ruptura con la educación ya establecida no fue

⁷⁴ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 28, exp. 5899.

⁷⁵ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2330, 2477-2484.

⁷⁶ Manuel Francisco Álvarez menciona cuatro casos de ingenieros arquitectos que fueron aprobados también como ingenieros topógrafos e hidromensores como después se denominó a los agrimensores. *Op. cit.*, pp. 31-34.

⁷⁷ Ramírez, *op. cit.*, p. 425-426.

⁷⁸ *Ley sobre la instrucción pública en los establecimientos que dependen del gobierno general* decretada el 15 de abril de 1861. Talavera, *op. cit.*, tomo II, p. 121.

tan marcada como pudiera pensarse.⁷⁹ Además de continuar con la carrera de ingeniero civil y arquitecto en San Carlos también se buscó reformar el Colegio de Minería, rápidamente, dos meses después de haber entrado en la ciudad de México, el 10 de agosto de 1864, Maximiliano le escribía al director del Colegio, Velázquez de León (recién llegado junto con él de Europa), exponiéndole su idea de transformarlo en Escuela Politécnica, en la que se dieran las carreras de ingeniero civil, ingeniero mecánico e ingeniero topógrafo.⁸⁰

Velázquez de León no estaba de acuerdo con el giro que se le intentaba dar al Colegio de Minería por lo que renuncia a su dirección a fines de 1864 al parecer como protesta ante la idea de desplazar al gremio minero en los asuntos de la escuela.⁸¹ A pesar de su actitud, los cambios avanzarían lentamente (talvez evitando más inconformidad de los mineros) pues al expedir los planes para 1865 el colegio será llamado Escuela Imperial de Minas sin mencionar nada de “*politécnico*” ni tampoco de las nuevas carreras aún cuando el programa de estudio sufre varias modificaciones introduciendo algunas materias como mecánica racional e industrial y física experimental. Para el caso de las materias que pudiéramos ligar con la formación de ingenieros civiles en particular solamente se introduce una cátedra de principios de construcción.⁸²

A lo largo de 1865 se propondrán nuevamente reformas educativas, para el 10 de abril es creado el Ministerio de Instrucción Pública y Cultos nombrando para dirigirlo a Manuel Siliceo, pasando diversas escuelas, entre ellas la Escuela Imperial de Minas y la Academia Imperial de San Carlos, a depender del mismo.⁸³ Poco después, el 11 de junio Maximiliano le escribe a Siliceo recomendándole el establecimiento de escuelas especiales para los estudios superiores y profesionales.⁸⁴ Para fin de año ya se tenía listo un proyecto que pretendía reformar y darle una mayor integración a las distintas escuelas de instrucción pública, en la cual se dividía la educación superior en dos: los estudios literarios y los estudios profesionales que conducen a una carrera práctica, contando en un principio para estos últimos, con tres escuelas: la militar, la de minas y la

⁷⁹ Quizá por falta de tiempo pero también por la influencia liberal compartida a pesar de los fines conservadores para los que había sido traído Maximiliano. Llegando Talavera a afirmar que “es difícil encontrar planes educativos del imperio que no siguieran los pasos de medidas liberales anteriores” *ibid*, p. 47.

⁸⁰ Ramírez, *op. cit.*, p. 445.

⁸¹ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2328. Perteneciente a una familia de tradición minera, descendiente de unos de los impulsores de la creación del Colegio de Minería parece ser que la conservación del mismo para el gremio minero y no una postura contraria a la introducción de nuevas carreras y planes es la principal motivación de Velázquez de León para su renuncia. Incluso, como ya se mencionó, el mismo había apoyado la creación de la carrera de ingeniería civil pero proponiéndola en San Carlos. Al parecer, como sostiene Luz Fernanda Azuela la reacción “no se sustentaba en una visión alternativa de la enseñanza y la formación de los ingenieros sino en intereses gremiales...” *op. cit.*, p. 15. Por otro lado, encontramos otros datos que indican que es debido a un viaje a Roma de Velázquez de León que es sustituido en la dirección por Patricio Murphy. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2334. De hecho, el descuido del Colegio por sus continuos viajes y compromisos es constante solo permaneciendo unos pocos días desde su reapertura el 1° de agosto de 1863 partiendo para ofrecer la corona a Maximiliano con quien regresa retomando la dirección el 2 de junio de 1864 para renunciar el 25 de noviembre del mismo. Mientras que, por otro lado, permanecía en el Ministerio de Estado siendo enviado en febrero del siguiente año en comisión diplomática para arreglar los fuertes problemas con el papado. *Diccionario Porrúa. op. cit.*, 1995. p. 3699.

⁸² En la que se veía: órdenes de arquitectura, gruesos de muros, dimensiones de las parte de un edificio, materiales de construcción, mampostería, pisos, techos, corte de piedras, superficies planas, cilíndricas, cónicas y esféricas, bóvedas esféricas, superficies regladas, corte de maderas. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2433, 2488-2497.

⁸³ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 2341 y 2356.

⁸⁴ Ramírez, *op. cit.*, p. 455.

politécnica, en esta última se formarían ingenieros mecánicos, topógrafos y civiles entretanto se establezcan otras escuelas especiales.⁸⁵

Pero tanto, los estudios mineros como los politécnicos serían impartidos en el Colegio de Minería, es decir, más que transformar la Escuela de Minas en Politécnica solo se busca crear ésta al mismo tiempo que permanece aquella, compartiendo el mismo espacio y las mismas cátedras pero más importante que eso se le quita al gremio minero la tutela de la escuela.⁸⁶ A pesar de la nueva Ley de instrucción, al parecer, no se realizan mayores cambios en los planes de estudio o una mayor conformación de las nuevas ingenierías que las materias que se habían introducido para 1865.

Así, aunque durante el Segundo Imperio se comienza a impulsar una reestructuración educativa global de la educación superior, y se busca introducir la ingeniería civil y la mecánica incorporando a la Escuela Imperial de Minas algunas cátedras nuevas, de las cuales no se tienen datos de que realmente se llegaron a impartir, y aún cuando así haya sido su repercusión sería mínima debido a la falta de alumnos. Al comenzar la intervención francesa el número de alumnos había bajado inscribiéndose en 1862 solamente un nuevo alumno, sufriendose una sensible baja en el número total de alumnos inscritos pasando de 73 en ese año a solamente 11 en 1863.⁸⁷ En las listas de primer ingreso tampoco encontramos alumnos para 1864 lo que podría deberse a la suspensión de clases en lo que se reestructuraba el plan de estudios⁸⁸ pues a partir de 1865 vuelven a ingresar, aunque a cuentagotas, uno en ese año, dos para 1866 y cuatro para 1867.⁸⁹ De esta forma, aún cuando se pudieron haber establecido nuevas cátedras e incluso la carrera de ingeniería civil durante la Intervención, los alumnos que pudieron haberlas cursado fueron mínimos, sin tener noticias de ningún egresado, lo que permite afirmar que la ingeniería civil (así como la mecánica) no llegó a consolidarse por lo que tendría que esperar una vez más para su establecimiento.

2.2. TRASLADO DE LA INGENIERÍA CIVIL DE LA ACADEMIA DE SAN CARLOS A LA ESCUELA DE INGENIEROS

Reestructuración académica y creación de la carrera de Ingeniería civil

Con la caída de los franceses y el regreso de Juárez a la capital el 15 de julio de 1867 rápidamente se reorganizó el Colegio de Minería siendo designado Blas Balcárcel como nuevo director. Los profesores que habían sido introducidos durante la intervención fueron separados de

⁸⁵ *Ley de instrucción pública* del 27 de diciembre de 1865. Talavera, *op. cit.*, tomo II, pp. 171-172.

⁸⁶ Lo que al parecer ya venía venir Velázquez de León y que sería el motivo de su inconformidad junto con la del gremio minero.

⁸⁷ Posteriormente ya no se cuenta con más datos de alumnos inscritos pero es de notar que en el título de las listas se registra como hasta el año de 1864 pero solamente aparecen datos hasta 1863 lo que podría deberse a que no hubo alumnos inscritos para 1864. Archivo del Palacio de Minería. Listas de alumnos de 1845-1864. Fojas 17-53.

⁸⁸ Lo que confirma la afectación de las actividades académicas en 1864, entre la ocupación francesa de la capital y el establecimiento del nuevo gobierno.

⁸⁹ *Primer ingreso por año. 1862-1931. Índice alfabético de los alumnos inscritos en la Escuela Especial de Ingenieros y sus expedientes.* AHUNAM. ENI. Exp. 887.

sus cátedras y se reinstalaron poco a poco algunos de los que estaban antes del Segundo Imperio. En un primer momento el Colegio se regiría por el plan de estudios vigente anterior al 31 de mayo de 1863,⁹⁰ estableciendo que los ingenieros y demás egresados del Colegio durante el Imperio deberían revalidar sus títulos.⁹¹ A la vez, se comenzó a trabajar en la elaboración de un nuevo plan de estudios,⁹² buscando reformar no sólo al Colegio de Minería sino a toda la educación desde la primaria hasta la superior, el esfuerzo es notable, pues para el 2 de diciembre ya están en capacidad de expedir la Ley Orgánica de Instrucción Pública para el Distrito Federal.

Con esta nueva ley se modificó todo el sistema educativo, se introdujo la Escuela Nacional Preparatoria donde serían impartidos los estudios que se requerían para ingresar a las diferentes carreras, los cuales ya no serían tomados en cada escuela lo que llevó a cambiar el carácter de las mismas. Además de lo anterior, de manera general las instituciones de educación superior son reestructuradas, incorporando nuevas carreras y modificando los planes de estudio de las ya existentes.⁹³

El ingeniero Tamayo sostenía que a partir de estas modificaciones el Colegio de Minería...

*“...inicia una era de franca especialización profesional, dentro de un marco de coordinación cultural. La preparatoria forjaría al hombre; la escuela superior le daría armas para servir a sus semejantes.”*⁹⁴

Situación que sería compartida por las demás escuelas y que, de hecho, representa la consolidación de los planes que buscaban dar una integración a las diversas instituciones educativas en un proyecto nacional por lo que a cada una se le da un enfoque específico que en conjunto logren abarcar los diferentes campos del saber.

El Colegio de Minería es transformado en Escuela de Ingenieros, superando su carácter meramente minero, pues en ella se formarían además de ingenieros de minas, ingenieros topógrafos e hidromensores, ingenieros geógrafos e hidrógrafos, introduciendo por primera vez la carrera ingeniería civil así como la de ingeniería mecánica. Mientras que, por otro lado, al enfocarse en la ingeniería la carrera de naturalista ya no tenía lugar en el Colegio por lo que desaparece de sus planes de estudio. Al mismo tiempo, se suprime una vez más el fondo dotal de minería, pero esta vez de manera permanente, pasando a ser del crédito público y tendiendo el gobierno la responsabilidad del mantenimiento de la escuela.⁹⁵

Así, con estas reformas se introduce por primera vez con éxito la carrera de ingeniería civil separándola de la de arquitectura, aquella sería dada en la Escuela de Ingenieros y la segunda

⁹⁰ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2402-2403.

⁹¹ Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 30-31.

⁹² Siendo comisionados para ello Eulalio Ortega, Ramón I. Alcaraz y el ingeniero geógrafo Francisco Díaz Covarrubias por el ministro de justicia Antonio Martínez de Castro. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2412.

⁹³ Azuela, *op. cit.*, p. 124.

⁹⁴ Tamayo, Jorge L. *Breve reseña de la Escuela Nacional de Ingeniería*. La Esfera, México, 1958, p. 46.

⁹⁵ *Ibid*, p. 45.

permanecería en San Carlos, ahora renombrada como Escuela Nacional de Bellas Artes.⁹⁶ La ingeniería civil se llevaría consigo las materias más ligadas a la construcción de obras públicas e infraestructura como caminos comunes y de fierro y construcción de puentes y canales así como otras materias más ligadas a la arquitectura como dibujo arquitectónico (comprendiendo todos los estilos), composición de edificios e historia de la arquitectura.⁹⁷

En un principio en la Escuela de Ingenieros se trató de hacer una especialización separando las materias de las diferentes carreras por lo que se ha dicho que, por primera vez, “...cada carrera poseía su propio plan de estudios; esto es, no tenía que recurrirse a los planes de otras para enumerar las materias que se tenían que cursar”.⁹⁸ Pero esta separación se llevó a los extremos pues se puede decir que prácticamente no comparten ninguna cátedra y en los casos en que lo hacen, las mismas no son completamente iguales; así la clase de topografía no es la misma para mineros, topógrafos o geógrafos mientras que los civiles ni siquiera la llevan (como tampoco la de geología), y la otra materia que encontramos en varias carreras: la de mecánica, es especial ya sea para civiles, mineros o mecánicos. Ni siquiera las carreras de ingeniero civil, topógrafo o geógrafo que podríamos considerar más cercanas comparten alguna materia, estando las materias específicas de ingeniería civil mas enfocadas a la infraestructura.⁹⁹

Los nuevos planes no dejaron de levantar polémica proponiéndose algunas modificaciones desde su publicación,¹⁰⁰ quizá por eso al redactarse el *Reglamento de la Ley Orgánica de Instrucción Pública* a principios de 1868 ya se encuentran algunos cambios importantes. Para el caso de la Escuela de Ingenieros aparece incorporado lo que podríamos llamar un tronco común para todas las carreras comprendiendo las llamadas matemáticas superiores.¹⁰¹ Topografía se incorpora a ingeniería civil así como el dibujo topográfico que comparte con topógrafos, geógrafos y en parte con mineros. Los tres primeros llevan hidráulica; mecánica analítica es común para topógrafos y geógrafos; mientras que mecánica analítica y aplicada lo será para mecánicos, mineros, civiles y beneficiadores de metales. También se introducen para la carrera de Ingeniero civil las cátedras de estereotomía y carpintería de edificios, así como estudios acerca de los suelos en la clase de conocimiento de los materiales de construcción y de los terrenos en deban establecer las obras, aún cuando esta última no logra consolidarse.¹⁰²

La duración de la carrera de ingeniería civil era de cuatro años, además de otros cuatro anteriores preparatorios más las prácticas, las cuales los alumnos podían hacerlas en las obras

⁹⁶ Garibay, *op. cit.*, p. 39.

⁹⁷ *Ley Orgánica de la Instrucción Pública en el D.F.* expedida el 2 de diciembre y publicada el sábado 7 de diciembre de 1867 en el *Diario Oficial del Supremo Gobierno de la República*.

⁹⁸ Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 75, 184-186.

⁹⁹ *Ley Orgánica de la Instrucción Pública en el D.F.* de 1867.

¹⁰⁰ Todavía en 1867 Peña y Ramírez y Cacho presentan un proyecto para revisar dicha ley. *El siglo XIX*. Miércoles 1° de enero de 1868. Así como en los periódicos aparecían propuestas para mejorar la misma. *La Iberia. Periódico de política, literatura, ciencias, artes, agricultura, comercio, industria y mejoras materiales*. Martes 7 de enero de 1868.

¹⁰¹ Que abarcaban geometría analítica, geometría descriptiva, álgebra superior y calculo infinitesimal.

¹⁰² *El Monitor Republicano*. 1° de febrero de 1868. Reseñando los problemas por los que ha pasado la clase de Conocimiento de materiales de construcción y de los terrenos en que deben establecerse las obras Antonio del Castillo dice que fue primero dada temporalmente por Agustín Zamora y después no volvió a darse sino hasta 1882. AHUNAM. ENI, caja 13, exp. 40.

públicas, en las comisiones científicas del gobierno, así como en las empresas de ferrocarriles, pues ya desde finales del año anterior Juárez había emitido un decreto por el que se obligaba a todas las empresas que estén realizando vías férreas a recibir a los alumnos de ingeniería civil para realizar sus prácticas.¹⁰³

Para las nuevas cátedras se introducen nuevos maestros, así la de puentes, canales y obras en los puertos será impartida por el ingeniero civil Francisco de Garay, mientras que la de caminos comunes y ferrocarriles por el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez quien impartía dicha clase en la Academia de San Carlos desde 1864 al partir Cavallari.¹⁰⁴ El arquitecto (titulado en 1855) Ventura Alcérreca daría teoría y práctica de dibujos geográficos y topográficos mientras que el general de ingenieros Francisco Chavero estará encargado de la clase de estereotomía y carpintería de edificios.¹⁰⁵

Poco después, buscando perfeccionar las innovaciones realizadas en 1867 y 1868 para mayo de 1869 se expide una nueva *Ley de Instrucción Pública* con la cual se consolida un tronco común en la Escuela de Ingenieros donde todas las carreras compartían las matemáticas superiores, así como algunas clases como topografía y mecánica analítica y aplicada como se establecía desde el plan anterior. Vuelven a englobarse unas carreras dentro de otras, así el primer año es compartido por civiles, geógrafos y topógrafos, quedando la carrera de ingeniero topógrafo prácticamente dentro de la de ingeniero geógrafo, teniendo que cursar éste un año más. Aún cuando no se mencionan las prácticas al parecer se siguen requiriendo. En el caso específico de la ingeniería civil queda prácticamente igual quitando solamente la clase de hidráulica y la parte relativa a historia de la arquitectura de la de composición.¹⁰⁶

Al separarse las carreras en 1867 varios alumnos que estaban estudiando en San Carlos y que querían terminar como ingenieros pasan a estudiar a Minería, entre ellos, Francisco Jiménez, quien fue el primero en recibirse de ingeniería civil en 1870.¹⁰⁷ Pero la carrera tardará en consolidarse egresando sus estudiantes en números modestos, no pasando de cuatro, aunque normalmente solamente uno, por año, graduándose durante los diez primeros años de existencia de la carrera solamente 18 alumnos, entre los que destacan Luis Salazar, Francisco González y Cosío, los hermanos Anza, Mateo Plowes, Fiancro Quijano y Leandro Fernández. A pesar de estos egresados y de que puede pensarse que muchos estudiantes hayan realizado sus estudios sin llegar a titularse es significativo que los ingenieros civiles graduados no se acerquen a los 33 ingenieros arquitectos graduados diez años atrás, antes de separarse las carreras.¹⁰⁸

¹⁰³ AHUNAM. ENI. Dirección. Correspondencia, caja 2, exp. 3.

¹⁰⁴ Cavallari regresó en ese año a Italia al concluir su contrato. Álvarez, Manuel Francisco, *op. cit.*, p. 32.

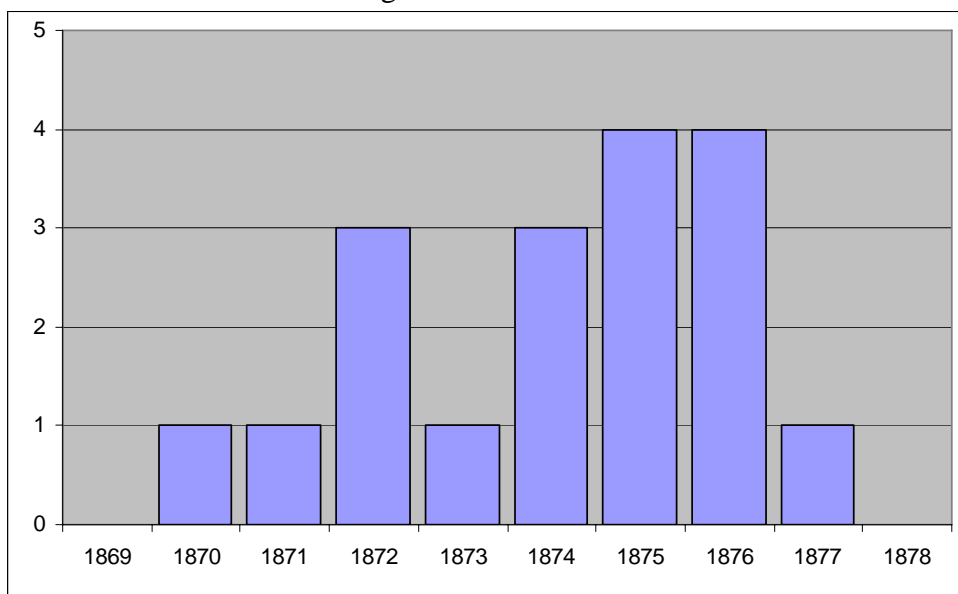
¹⁰⁵ Tamayo, 1958, *op. cit.* pp. 47-48.

¹⁰⁶ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2566-2568 y 2892-2894. AHUNAM. ENI, caja 19, exp. 2.

¹⁰⁷ Quien colaboró en las obras de nivelación de 1877 pero que principalmente se dedicó a realizar monumentos como el dedicado a Cuauhtemoc que se encuentra en Reforma. Téllez Pizarro, Adrián. *Apuntes acerca de los cimientos de los edificios en la Ciudad de México*. Imprenta del Gobierno Federal, México. 1990, p. 54.

¹⁰⁸ “Profesantes que han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941.” En *Revista Ingeniería*. Número extraordinario. Enero 1942. pp. 46-62.

GRÁFICA 2. Número de Ingenieros civiles titulados antes del Porfiriato.



“Profesantes que se han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941.” En *Revista Ingeniería*. Número extraordinario. Enero 1942.

Interpretación de la reestructuración del Colegio de Minería

Las posturas acerca de las reformas educativas hechas con la República Restaurada en el Colegio Minería han sido diversas, sobre todo en la misma época en que se dieron en que las confrontaciones políticas eran tan frecuentes y abiertas. La posición de Santiago Ramírez, quien las sufrió, es tajante al decir que con las mismas...

*“El Colegio de Minería perdió su modo de ser; perdió la esencia de su organización; perdió el objeto para que fue establecido; perdió, por consiguiente, el programa de su enseñanza; perdió su nombre, y en una palabra, se perdió por completo...”*¹⁰⁹

No hay que olvidar que Ramírez fue separado de su cargo de prefecto al restaurarse la República por su colaboración con el Segundo Imperio, lo cual le da una connotación política a sus palabras. Pero además era un ingeniero de minas formado en un Colegio de Minas creado y mantenido por y para los mineros, quienes lógicamente se sentían despojados de un patrimonio que ellos habían construido. Actitud similar a la que tomaría Velázquez de León al renunciar como director ante la idea de reformar el colegio durante el Segundo Imperio.

¹⁰⁹ Ramírez, *op. cit.*, p. 11.

Por el contrario, posteriormente encontramos posturas ya de egresados de la Escuela de Ingenieros, que se identificaban como tales no como mineros, que se centran más en la función de divulgación de la ciencia del Colegio de Minería que en su aportación a la minería. Como se observa ya en Eduardo Garay, egresado en los albores de la Escuela de Ingenieros, quien a pesar de ser ensayador, defendía en 1872 a la escuela por su contribución a la formación de “*hombres ilustrados*” más que de mineros y su aportación a la minería. Por lo que Gabino Barreda, con quien polemiza, le dirá que tal postura es posible porque no cursó en la antigua institución donde predominaban las cuestiones mineras en la mayoría de las materias (menos en su aplicación práctica) dejando de lado el conocimiento científico *per se*.¹¹⁰ Estas posturas centradas mas en la aportación científica que a la minería continuarán en varios egresados posteriores como Agustín Aragón y Jorge L. Tamayo¹¹¹ así como, tiempo después, en varios estudiosos de la escuela como J. J. Izquierdo y Díaz y de Ovando cuyos títulos de sus obras son reveladores al respecto.¹¹²

Al centrarse estas posturas en la aportación científica del Colegio de Minería resaltan, al contrario de los enfoques de los mineros, los cambios realizados con la República Restaurada, por ejemplo, la han denominado como “*Una revolución... por la aceptación brusca del método científico*” como cita Jorge L. Tamayo del ingeniero Agustín Aragón. Pero, al mismo tiempo, estos estudiosos, al enfocarse en la aportación científica del Colegio lo hacen a lo largo de toda su historia, encontrándola desde su creación; como el mismo Tamayo quien dice que con la reestructuración el Colegio de Minería dejará de ser el “*refugio del conocimiento científico*”,¹¹³ con lo que lo que diluyen la trascendencia de la reforma, ya que presentan un enfoque continuista.

Si se observan las reformas realizadas con el regreso de Juárez, a pesar de su importancia, por lo menos para el caso de la Escuela de Ingenieros, no son completamente innovadoras, pues muchas de las ideas de reestructuración educativa que plantean tenían ya una larga historia.¹¹⁴ La superación del carácter minero del Colegio se había propuesto largo tiempo atrás (desde las reformas de 1833-1834) y, aunque muy modestamente, se venía dando desde 1843 cuando se introducen estudios enfocados al reconocimiento del territorio nacional y de sus recursos cuando se establecen las carreras de agrimensor, geógrafo y naturalista.¹¹⁵ Pero la apertura a cuestiones más allá de las mineras no se lograría totalmente pues el Colegio de Minería seguiría dependiendo económicamente del gremio mediante el Fondo Dotal, aunque en este sentido también se proponen cambios desde 1833 los mismos serán desechados una y otra vez al retomar los conservadores el poder.

¹¹⁰ Barreda puede ser considerado un puente entre ambas posturas pues aunque había cursado química en el Colegio lo había hecho como externo para estudiar luego en Medicina por lo que aún cuando reconocía “*inteligencias de primer orden y de un profundo conocimiento de su ramo*” entre los ingenieros de minas formados en el Colegio también criticaba el predominio del enfoque minero más que en el desarrollo de las ciencias por el que se le comenzaba a exaltar. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2900-2902.

¹¹¹ Agustín Aragón se graduó de ingeniero topógrafo en 1891 y de ingeniero geógrafo dos años después, mientras que Tamayo era ingeniero civil egresado en 1936.

¹¹² *La primera casa de las ciencias en México, El Real Seminario de Minería (1792-1811) y Los veneros de la ciencia mexicana. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*, respectivamente.

¹¹³ Tamayo, 1858, *op. cit.*, p. 46.

¹¹⁴ Aunque en muchos aspectos este juicio podría generalizarse.

¹¹⁵ Como menciona Tamayo, *ibid*, pp. 42 y 45.

El concepto de ingeniero se había venido consolidando en la institución desde su introducción en 1843 ampliándose en 1858 a otras carreras lo que sería reforzado con la Intervención Francesa durante la cual se buscaba que todos los estudios profesionales prácticos fueran impartidos mediante ingenierías. Incluso hay ciertas semejanzas entre los cambios a los planes de estudios durante la Intervención Francesa y los realizados por los liberales, por ejemplo, ya desde los de 1861 se propone la creación de escuelas especiales lo que sería planteado también por Maximiliano así como con las reformas de 1869 usando incluso indistintamente el nombre de Escuela Especial de Ingenieros y el de Escuela Nacional de Ingenieros.¹¹⁶ Por lo que Azuela ha especulado acerca de alguna influencia de la política educativa del Segundo Imperio en la República Restaurada¹¹⁷ pero, sin descartar la misma, la similitud de planes parece indicar la existencia no sólo de unas necesidades comunes sino también de un enfoque compartido de la educación que se estaba requiriendo.

De esta forma, más que una ruptura o revolución en las ideas en torno a la educación que se deseaba, el logro verdadero es la posibilidad de llevar a la práctica exitosamente la reestructuración de los planes de estudio largamente acariciados que los múltiples conflictos no habían permitido consolidar, así como la superación de los enfoques gremiales del Colegio de Minería que los gobiernos conservadores no habían permitido. Siendo significativo que el éxito de la reforma del colegio coincida con la supresión definitiva del Fondo Dotado de Minería encargándose el gobierno de su mantenimiento y administración. Planteándose un plan educativo global en el que a cada escuela se le otorga un área específica de conocimiento, pasando definitivamente el Colegio de Minería a consolidarse como escuela enfocada a los estudios de ingeniería en general.¹¹⁸

Pasando al caso de la ingeniería civil, la idea de su introducción tampoco era nueva, como hemos visto, se remonta hasta las reformas de 1833, siendo para mediados de siglo un hecho generalizado. La necesidad de contar con una educación técnica moderna para la construcción era un hecho aceptado de manera general, tanto por conservadores como por liberales más allá de sus conflictos ideológicos, por lo que ambos retomaran la idea de la introducción de la formación de ingenieros civiles. Incluso Velázquez de León que se opone a la transformación del Colegio de Minería en Escuela Politécnica durante el Segundo Imperio anteriormente como Ministro de Fomento propondrá la creación de la carrera de ingeniería civil pero en la Academia de San Carlos. Mientras que los liberales si defendían su introducción en el Colegio de Minería, desde Mora así como la propuesta de Antonio del Castillo e incluso el mismo Maximiliano.¹¹⁹

De esta forma, no encontramos voces que se opongan explícitamente a la introducción de la ingeniería civil, ni siquiera al atacar sin piedad el plan propuesto por del Castillo en 1851. En este punto no hay una postura conservadora o retrograda contraria, siendo cuestiones más pragmáticas surgidas de la confrontación política lo que lleva a rechazar un plan de reforma más que una cuestión ideológica.¹²⁰ Llegando a pesar mas cuestiones de confrontación política que los

¹¹⁶ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2561.

¹¹⁷ Azuela, *op. cit.*, p. 124.

¹¹⁸ Tamayo, 1958, *op. cit.*, p. 45.

¹¹⁹ Quien no era tan conservador como hubieran deseado quienes lo colocaron como Emperador.

¹²⁰ Lo que no aplica para otras cuestiones como la relativa a la separación entre religión y educación.

proyectos educativos mismos, por ejemplo, el diario *El Universal* podía atacar sin misericordia la propuesta de del Castillo de fundar una escuela práctica de minas y exaltar posteriormente a Velázquez de León por su creación.¹²¹

Aún de manera más tajante los intereses particulares del gremio minero eran un freno para la reforma del Colegio pues no deseaban desprenderse de un establecimiento que había sido construido y mantenido por y para los mineros lo que era apoyado por el grupo conservador que defendía la conservación de los gremios y sus privilegios, a pesar de su idea de desarrollo industrial y económico, como se aprecia en Lucas Alamán y Velázquez de León por lo que se enfrentan y cancelan, una y otra vez, las políticas liberales que buscaban romper con los poderes corporativos intentando integrarlos para beneficio de la nación en general. Siendo el caso del Colegio y del sector minero un ejemplo de la consolidación del régimen liberal y de la superación de los poderes grupales y gremiales en general.

Creación de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México

Al mismo tiempo que se creaba la carrera de Ingeniería civil en la Escuela de Ingenieros, algunos egresados de la carrera de arquitecto e ingeniero civil veían ya la conveniencia de constituir una asociación por lo que buscaron reunirse y organizarse congregando también a algunos de los pocos ingenieros civiles formados en el extranjero que había en el país. Así, para el 24 de enero de 1868, se constituye la Asociación de Ingenieros y Arquitectos, aceptando en un primer momento solamente arquitectos y/o ingenieros civiles titulados mexicanos y extranjeros.¹²²

Entre los fines de la Asociación se mencionaba el mejoramiento de la profesión reuniendo “*en un deposito común los conocimientos diseminados entre todos los que ejercen la profesión de Ingeniero Civil o la de Arquitecto*” para elevar éstas a la altura que se encuentran en “*los demás países civilizados y a la que les es forzado llegar si México decide algún día encontrar en sus propios hijos los artífices de su engrandecimiento*”. Junto con lo anterior, también se exaltaba el apoyo mutuo así como buscar impulsar empresas y mejoras para el país ligadas con su especialidad, a la vez, que realizar memorias y academias públicas para difundir los conocimientos más útiles “*...entre todos los artesanos y demás personas que se ocupan de las construcciones*”.¹²³

Aún cuando la gran mayoría de sus miembros eran ingenieros arquitectos egresados de San Carlos, contando también con algunos arquitectos anteriores a dicho plan, es de destacar que fue nombrado como director de la Asociación uno de los contados ingenieros civiles nacionales: Francisco de Garay, quien a la vez daba clases en la recién creada carrera de ingeniería civil junto con otros dos miembros de la sociedad, el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez, y quien fungía como secretario, el arquitecto Ventura Alcerreca. Los dos primeros dando las clases más representativas de la carrera de ingeniería civil en el periodo: puentes, canales y obras en los

¹²¹ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1778. y 1223-1224.

¹²² Entre los concurrentes a la instalación de la Asociación estaba uno de los principales promotores de la instauración de la ingeniería civil en México, Antonio del Castillo. *El Monitor Republicano*. 8 de febrero de 1868.

¹²³ *El Boletín republicano*. 9 de enero de 1868. Y Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 6650.

puertos, y caminos comunes y ferrocarriles, respectivamente. Con lo que se aprecia no sólo una continuidad entre la formación en San Carlos y la posterior carrera independiente de ingeniería civil sino también entre ambas y la nueva Asociación, la cual, aunque integraba de manera predominante a arquitectos e ingenieros civiles, tenía en puestos importantes a aquellos que impartirían la nueva carrera independiente.¹²⁴

Es de llamar la atención que en los discursos en el establecimiento de la Asociación, aún cuando hay algunas menciones a la estética y a la historia de la arquitectura, son más recurrentes las posturas a asumirse más como ingenieros que como arquitectos. Así, Francisco de Garay planteándose la cuestión “¿Qué somos?” el mismo responde: “Somos ingenieros”. El Gobernador del Distrito, quien presidió el acto, recordará que debido a los conflictos por los que había atravesado el país la profesión de ingeniero había sido desatendida pero que “...en la actualidad, cuando la paz ha tomado asiento en la República, bajo su sombra se elevará la carrera del ingeniero al rango que debe ocupar...” O Manuel Francisco Álvarez que, quizás influenciado por ideas modernizadoras, exalta el papel de la ingeniería para el desarrollo nacional, diciendo “sólo los ingenieros pueden remediar el mal estado de nuestras vías de comunicación” así como de otras cuestiones de “vital interés para el país” planteando la utilidad de la nueva asociación que tenía por objeto “proporcionar en todas partes la tranquilidad y riqueza a todas las clases de la sociedad...”¹²⁵

En la idea de difundir los avances relacionados con su campo laboral recién formada la Asociación comenzó a escribir sus Anales los cuales logrando publicarse en su primera época de 1868 a 1871.¹²⁶ Para 1870 la Asociación ya cuenta con cincuenta y dos socios incorporando tanto a ingenieros arquitectos, arquitectos solamente y posteriormente a algunos de los egresados de la nueva carrera de ingeniería civil. Para 1876 se amplía aún más al acordarse la admisión de titulados en cualquier rama de las ingenierías con lo que reafirma su vínculo con los egresados de la Escuela de Ingenieros. Para esta época se incorporaron 16 miembros más, entre ellos los ingenieros civiles Leandro Fernández, Francisco Jiménez, Antonio Legarreta, Mateo Plowes y Enrique Rodríguez Miramón.¹²⁷

La carrera de Arquitectura después de su separación de la Ingeniería civil

Con la reestructuración de 1867 en la Escuela Nacional de Bellas Artes las únicas carreras que se impartían con título eran arquitectura y maestro de obras, pues las demás artísticas no lo requerían. A la carrera de arquitectura se le desincorporaron las materias ligadas a la infraestructura¹²⁸ pero permanecen en ella otras que podríamos pensar más cercanas a la ingeniería como geología y mineralogía aplicadas a los materiales de construcción, estática de las

¹²⁴ Incluso en un principio se realizaron las reuniones de la Asociación en el Hotel Progreso propiedad de la familia del ingeniero civil Francisco Somera. Álvarez, Manuel Francisco. *Recuerdo histórico de la Asociación de ingenieros y arquitectos*, s/e, México, 1918, p. 29.

¹²⁵ Álvarez, 1918, *op. cit.*, pp. 35-52.

¹²⁶ *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, 1871.

¹²⁷ Álvarez, 1918, *op. cit.*, pp. 24-25.

¹²⁸ Construcción de puentes, canales y demás hidráulicas, y construcción de caminos comunes y de fierro.

construcciones, estática de los bóvedas y teoría de las construcciones así como conocimiento de instrumentos topográficos y sus aplicaciones a la práctica, que ya se daban en la carrera de Arquitecto e ingeniero civil y que no se veían en el plan para ingeniería civil solamente. Además de que las materias arquitectónicas de ambas carreras eran diferentes, siendo las requeridas para arquitectura: copia de toda clase de monumentos, arte de proyectar y estética de las Bellas Artes compartiendo solamente la parte relativa a la historia de la arquitectura, además de contar arquitectura con la clase de arquitectura legal.¹²⁹ La duración de la carrera, como la de ingeniería civil, era de cuatro años además de los cuatro preparatorios¹³⁰

Al parecer, la separación de ingeniería civil de la carrera de arquitectura fue contraproducente para ésta pues los profesores decían que:

*“...después de los brillantes resultados que se habían tenido ahora son muy pocos los estudiantes de arquitectura que quedan en la escuela completando sus estudios con marcada irregularidad, y en cuanto a los que estudian para ingenieros civiles en la que les corresponde se sabe de una manera cierta que son quizá menos...”*¹³¹

La falta de alumnos y la liga aún muy fuerte entre la ingeniería civil y la arquitectura llevaría al gobierno, con las modificaciones a la *Ley de instrucción pública* de mayo de 1869, a crear nuevamente una carrera de ingeniero arquitecto conservando la de ingeniería civil en la Escuela de Ingenieros, compartiendo las mismas materias diferenciándose únicamente en que en esta última se veían caminos comunes y de fierro, y puentes, canales y obras en los puertos. Aún cuando su plan lo encontramos dentro de la Escuela de Ingenieros, los ingenieros arquitectos deberían de cursar en esta escuela solamente las materias científicas y en la de Bellas Artes las de órdenes clásicos, copia de monumentos, composición y arquitectura legal.¹³²

Algunos de los profesores de arquitectura de Bellas Artes apoyan la idea de volver a juntar la arquitectura y la ingeniería civil pero a la manera como antes lo estaban, es decir, cursando todas o el mayor número de materias posible en la Escuela de Bellas Artes¹³³ presentando varias razones para ello: que el mercado de trabajo de la construcción se encuentra aún muy reducido como para tener especializaciones y que en los hechos un egresado de cualquiera de las carreras separadas realiza trabajos de ambas sin el suficiente rigor, por el riesgo de que si no se reúnen las dos carreras en un solo establecimiento “...una de ellas está destinada a desaparecer en su totalidad” pues sostienen que los alumnos por enfocarse al estudio de la parte científica seguramente sacrificaran su formación artística. Otra razón era que la carrera de ingeniería civil tenía más analogía con la de arquitectura que con la de ingeniero geógrafo, mecánico y la de minas.

¹²⁹ “Ley Orgánica de la Instrucción Pública en el D.F.” expedida el 2 de diciembre y publicada el sábado 7 de diciembre de 1867 en el *Diario Oficial del Supremo Gobierno de la República*.

¹³⁰ *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, p. 281.

¹³¹ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 50, exp. 7138.

¹³² Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2566-2568. y Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 10556. Ver Anexo 1.

¹³³ Presentando un alegato los arquitectos Vicente Heredia, Juan Cardona, Juan Agea y José María Rego, junto con los ingenieros arquitectos Eleuterio Méndez y Antonio Torres Torija.

A la vez, para sostener que dicha carrera debe alojarse en la Escuela de Bellas Artes los profesores argumentan que desde un principio los estudiantes deben tener una formación artística mientras que la científica se puede dar en cualquier colegio siempre que se cuente con las cátedras convenientes, advirtiendo que muchas de las clases necesarias ya se daban en Bellas Artes señalando que se contaba con las de geometría descriptiva y sus diversas aplicaciones, teoría de la construcción práctica mientras que la parte artística se impartía desde sus principios hasta la composición de edificios de primer orden. Al mismo tiempo, proponían un plan de estudios para la carrera que constaba de cuatro años de estudios preparatorios y cuatro profesionales, el cual era muy similar al de ingenieros civiles a la vez que se le agregaban algunas materias como arquitectura legal, formación de presupuestos y avalúos así como geodesia e hidráulica.¹³⁴

El exhorto de los profesores se cumplió pero solo en parte pues para julio de ese mismo año de 1869 ya no encontramos dentro de los planes de estudio de la Escuela de Ingenieros la carrera de ingeniero arquitecto,¹³⁵ siendo reintegrada a la Escuela de Bellas Artes pero teniendo que cursar las materias técnicas en aquella. Pasando una etapa conflictiva, pues su separación en dos escuelas no favorecía su consolidación contando con una matrícula reducida, más ahora contando con la competencia de la carrera de ingeniería civil que se seguía impartiendo de manera independiente en la Escuela de Ingenieros. Siendo llamada algunas veces como arquitecto e ingeniero civil, ingeniero arquitecto y otras veces solamente como arquitecto. El vínculo y semejanza que aún existía entre las carreras de ingeniería civil y arquitectura llevaba a aquellos que se recibían de arquitectos a dirigirse después a la Escuela de Ingenieros a estudiar el curso de caminos comunes y de fierro, y el de puentes y canales, pues los consideraban como complemento de su formación.¹³⁶

Para principios de la década de 1870 la situación de la carrera de arquitectura o ingeniero arquitecto continuará siendo preocupante,¹³⁷ por lo que el arquitecto Vicente Heredia llamaba la atención de la Junta de profesores de la Escuela de Bellas Artes en 1871, señalando nuevamente que la falta de alumnos se debía, entre otras cosas, a la distribución de los estudios en varias escuelas, por lo proponía que se dieran en Bellas Artes todos los cursos de Arquitectura incluso argumentaba que los profesores estaban dispuestos a dar todas la cátedras requeridas sin que se tuviera que contratar ningún catedrático más. Pero aún cuando ya se había trabajado en esta propuesta no se podía avanzar mientras el gobierno o el Congreso no modificarán la ley respectiva.¹³⁸

¹³⁴ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 10556.

¹³⁵ AHUNAM. ENI, Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 2.

¹³⁶ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 10882.

¹³⁷ En 1870 solo se impartían dos clases del programa de arquitectura contando entre ambas solamente con tres alumnos. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 7094.

¹³⁸ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 7097.

III. LA INGENIERÍA CIVIL Y LA INGENIERÍA DE CAMINOS, PUERTOS Y CANALES DURANTE EL PORFIRIATO

3.1. SEGUIMIENTO DE LA INGENIERÍA CIVIL DURANTE EL PORFIRIATO

De la Ingeniería civil a la Ingeniería de caminos, puertos y canales

Para fines de 1876 entra Porfirio Díaz a la ciudad de México, ocupando sus tropas el Palacio de Minería con lo que son cesados los funcionarios de Lerdo de Tejada, por lo que es destituido Balcárcel de la dirección de la Escuela de Ingenieros¹ pero la mayoría de los profesores continúan en sus cargos, como los catedráticos de la carrera de ingeniería civil Francisco de Garay y Eleuterio Méndez, siendo designado como director Antonio del Castillo, quien para el 5 de enero de 1877 propone algunas modificaciones mínimas para integrar tanto la carrera de ingeniería civil como la de ingeniero arquitecto en la escuela.²

Para fines de 1881 la Escuela de Ingenieros (junto con la de Agricultura) pasa a depender de Fomento a través de la cual quedaba el Ejecutivo facultado para realizar las reformas necesarias a los planes de estudios que creyera conveniente por lo que a principios de 1882 empieza una revisión de los mismos y se recaban propuestas de los profesores para mejorar la enseñanza.³ En 1883 se reformó la Ley de Instrucción Pública estipulando que, la hasta ahora Escuela de Ingenieros algunas veces designada como nacional y otras como especial, pasaría a ser la Escuela Nacional de Ingenieros.⁴ En la misma se reestructuran las carreras ampliando el número de materias al pasar varios cursos que eran exclusivos de alguna ingeniería a impartirse en otras, en especial los enfocados a la construcción.⁵ A la vez, se les trata de dar un enfoque más práctico estableciendo prácticas a lo largo de los cursos anuales y al final de los mismos, así como al terminar todas las carreras.⁶

La carrera de Ingeniero civil es transformada en Ingeniero de caminos, puertos y canales pero cuya gran mayoría de las materias permanecían siendo las mismas, siguiendo con una duración de cuatro años. Siendo los principales cambios que se realizan la introducción de la hidrografía, hidromensura y meteorología,⁷ a teoría mecánica de las construcciones se la agrega “*construcción*

¹ Siendo también removido del Ministerio de Fomento.

² AHUNAM. ENI. Administrativo. Personal. Lista de empleados, caja 4, exp. 2.

³ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2675-2676.

⁴ Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 34-35. Prevalciendo posteriormente este nombre aún cuando algunas veces todavía se le llega a llamar como Escuela Especial de Ingenieros como en su convocatoria para el año de 1889. *Diario Oficial* del 12 de diciembre de 1888. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2817.

⁵ Por ejemplo, los cursos de conocimiento de materiales de construcción, estereotomía, carpintería, teoría mecánica de las construcciones y construcción práctica son impartidos tanto para ingenieros de caminos, como industriales y de minas. Ramos Lara sostiene que con estas modificaciones se mejoraron los planes de estudio de ingeniero geógrafo, ingeniero de minas y metalurgista, ingeniero industrial, e ingeniero de caminos, puertos y canales. Ramos Lara, 1996, *op.cit.*, pp. 78, 188-189.

⁶ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 8, exp. 29.

⁷ Las cuales también son compartidas por varias carreras así como la topografía.

práctica”⁸ mientras que a dibujo arquitectónico se le incluye una parte de dibujo de máquinas. A la vez, se agregan las prácticas durante el segundo año de estereotomía, carpintería y meteorología, y la de construcciones durante el tercero; mientras que las de fin de año son la de topografía e hidromensura en el primero, mecánica en el segundo, en el tercero de conocimiento de materiales y al terminar los estudios un año de práctica en caminos comunes, ferrocarriles, canales u obras en los puertos.⁹

El pasar a depender de la Secretaría de Fomento ofrecía una mejor solvencia económica a la Escuela Nacional de Ingenieros, solicitando ya desde 1882 Antonio del Castillo se aumentará su presupuesto.¹⁰ Lo que permitió que se adquiriera instrumental para los gabinetes y laboratorios, a la vez que se enriqueció el acervo de la biblioteca con obras recientes y con periódicos científicos tanto nacionales como extranjeros.¹¹ Con la conveniencia de que con las reformas de 1883 se estipuló que la Escuela tendría autonomía en cuanto a las cuestiones académicas solo interviniendo la Secretaría de Fomento en cuestiones administrativas,¹² lo que permitía buscar por sí mismos la manera de ofrecer una educación adecuada para la ingeniería nacional.¹³ Se establecía que las clases continuarían siendo públicas y gratuitas,¹⁴ por lo que además de alumnos regulares se presentaban oyentes o alumnos supernumerarios a cursar materias¹⁵ quienes a pesar de no recibir ningún reconocimiento oficial si obtenían ciertos conocimientos que podían aplicar en la práctica.

Programas de estudios en la primera parte del Porfiriato

A través de los programas de estudios podemos ver que se iban introduciendo los nuevos métodos analíticos desarrollados por la física, en su parte más enfocada a la mecánica. Así, en el curso de mecánica del profesor Eduardo Garay se veía cinemática, dinámica, hidráulica, estática (la cual abarcaba ecuaciones generales de equilibrio, momentos, pares, cuerdas y el polígono funicular o de fuerzas), así como una introducción a la teoría de la resistencia de los materiales.¹⁶

Pasando posteriormente a la utilización de estos conocimientos mecánicos para el análisis de elementos constructivos, junto a lo cual se veía una parte más práctica a partir de procedimientos para la edificación con diferentes materiales y en diversas condiciones. Así, la clase de teoría

⁸ Que aunque no aparecía en el nombre de la materia ya se venía dando.

⁹ Ver Anexo 2. AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 8, exp. 29.

¹⁰ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 3147-3151.

¹¹ Azuela, *op. cit.*, p. 146.

¹² *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, p. 128.

¹³ Situación que cambiaría para los últimos años del siglo cuando el presidente aprobaba cada año los programas de los cursos de la ENI, y todos los años los profesores revisaban los programas y textos de sus cátedras y si se requerían cambios, estos eran enviados, por medio del director, a la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública quien los publicaba.

¹⁴ Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 34-35 y 84.

¹⁵ Encontrando ya en 1884 y 1885, 14 y 32 alumnos respectivamente cursando materias aisladas. Pacheco, Carlos. *Memoria presentada al Congreso de la Unión por el Secretario de Estado y del despacho de fomento, colonización industria y comercio*. De enero de 1883 a junio de 1885. Tomo III. México. Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento. 1887. p. 498.

¹⁶ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 5.

mecánica de las construcciones introducida en 1881,¹⁷ cuyo profesor era Antonio Rivas Mercado¹⁸ comprendía, entre otros temas, resistencia de materiales, viendo extensión (tensión), compresión, esfuerzo transversal y flexión; estabilidad de las construcciones, estudiando posteriormente las construcciones en piedra, madera y fierro, organización de obras y cimientos en terrenos sólidos y comprensibles blandos, e incluso en agua.¹⁹

Este enfoque dual será recalcado al pasar la materia a denominarse teoría mecánica de las construcciones y construcción práctica en 1883, en cuyo plan de 1887 impartido por el ingeniero civil Luis Salazar se divide el curso en dos partes principales, la primera sobre resistencia de los materiales y de la estabilidad de las construcciones y la segunda se ocupaba de la cimentación y de la ejecución de los trabajos de mampostería, madera y fierro. Incorporando nuevos temas como ecuaciones de equilibrio, momento de inercia, sección de mayor resistencia, así como diversos casos de vigas con distintos apoyos y cargas. La parte de cimientos era bastante amplia abarcando, tanto distintos tipos de terreno, como de cimientos desde mampostería hasta pilotes, entre otros. Por último, se estudiaban diversos elementos de la construcción: bóvedas, cimbras, cisternas, cañerías, desagüe, formación de proyectos, modo de ejecutar los trabajos y precios de materiales de construcción.²⁰

En 1885 el ingeniero civil Leandro Fernández²¹ proponía la creación de una cátedra de estática gráfica pues sostenía que la misma formaba un cuerpo de doctrina bien concatenada por lo que no era conveniente esparcir sus conocimientos en varias cátedras²² por lo que debería darse en una sola materia, la cual no podía ser la de mecánica de las construcciones “*por ser ya este curso bastante extenso y difícil*”. Esta iniciativa de creación de una materia específica es retomada por del Castillo quien la reenvía a la Secretaría de Fomento,²³ aunque no será creada sino hasta 1887 siendo impartida por el ingeniero civil José María Velázquez viendo primeramente estática y elasticidad para pasar a tratar sobre los principios de la estática gráfica: polígono funicular, condiciones de equilibrio, momentos de fuerzas, centros de gravedad; así como sus aplicaciones al “*arte de construir*” en vigas, puentes, bóvedas, arcos y para la determinación gráfica de momentos de resistencia, flexionantes y cortantes de diversos elementos, principalmente vigas con diversas cargas, también se aplicaba a la teoría del empuje de las tierras y al cálculo de los muros de sostenimiento.²⁴ Para el siguiente año, Velázquez introduce el problema de las posiciones peligrosas de un convoy, arcos metálicos, armaduras de techos y cúpulas.²⁵

¹⁷ Anteriormente se daba mecánica de las construcciones. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 112, exp. 9913. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 3033.

¹⁸ Arquitecto mexicano recién titulado en París en 1879.

¹⁹ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 5.

²⁰ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 11.

²¹ Profesor de matemáticas superiores, y de geodesia y astronomía práctica que era también ensayador, ingeniero geógrafo y topógrafo.

²² Como ya mencionamos tanto en mecánica como en teoría mecánica de las construcciones se veían algunas cuestiones de estática.

²³ AHUNAM. ENI. Dirección Correspondencia, caja 22, exp. 23.

²⁴ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 11.

²⁵ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 12. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 3446-3449.

Desde 1882, al llevar varios años vacante la cátedra de conocimiento de materiales de construcción y de los terrenos en que deben establecerse las obras, el ingeniero civil Francisco de Garay solicitaba se le tuviera presente para la misma pero se le contesta que se le acababa de otorgar al ingeniero de minas Gilberto Crespo y Martínez.²⁶ Por medio de su programa se sabe que para 1887 se veía en ella el estudio de las rocas ocupadas en la construcción así como de materiales artificiales mediante cemento, asfaltos y mezclas, y otros como ladrillos o tejas. También se estudiaban las maderas y diversos metales usados para edificación, por último, se trataba sobre las propiedades mecánicas de los materiales de construcción mexicanos; densidad, peso, resistencia, modulo de elasticidad, resistencia a la tracción (tensión), al aplastamiento (compresión), a la flexión y a la torsión, cargas que pueden soportar diversos elementos constructivos con materiales normalmente usados concluyendo con la formación de tablas de la resistencia de diversos materiales.²⁷

Pasando a las materias particulares de ingenieros civiles en el extenso programa de puentes, canales y obras en los puertos de 1882, Francisco de Garay trata con amplitud la construcción de puentes desde sus distintos materiales: mampostería, ladrillo, madera, fierro (colado y dulce) y acero; sus distintas partes: pilas,²⁸ bóvedas, cimientos (metálicos y pilotes, entre otros), cimbras y descimbrado; y sus distintos tipos, incluso los suspendidos por “*cadena y amarres*”. Viendo después cuestiones de navegación: obras de defensa de los ríos, esclusas y navegación mediante su uso, navegación de cabotaje, por canales; por último ve algunas cuestiones portuarias: mareas, corrientes, vientos, escolleras, canal de entrada, dragado, faros, defensa de las costas...²⁹

Por su parte, el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez en el programa de 1882 para la clase de caminos comunes y ferrocarriles se enfoca en la primera parte a la construcción de los primeros mediante empedrados, viendo muy rápidamente “*Calzadas ó pavimentos de otros materiales*”. En cuanto al estudio de los ferrocarriles (que constituía la parte más extensa del curso) se centraba en el tendido de las vías así como su funcionamiento mientras que las locomotoras se veían de manera muy descriptiva y clasificatoria.³⁰ Para 1888 el programa de estudios está más desarrollado, se estudian de manera más amplia los caminos comunes introduciendo nuevos puntos como la capacidad de tráfico (relacionándola con la calidad que debe tener el camino), trazo, eje del camino, formación del proyecto, estimación de los costos, obras de arte, así como diversos métodos como el Mac Adam y someramente el asfalto, centrándose más en terracerías además de ver terraplenes y taludes. Trata de manera especial los caminos carreteros utilizados para transportes motorizados, su trazado e incluso la construcción de carros de carga y pasajeros. Introduce también el estudio de tranvías, su trazado, superestructura, rieles, pavimentos, balastre y sus distintos medios de tracción: animal, funicular (como el de San Francisco), locomotoras y por gravedad. Por último, al pasar a estudiar los ferrocarriles trata sobre las vías, rieles,

²⁶ AHUNAM. ENI. Administrativo. Personal. Correspondencia, caja 14, exp. 4.

²⁷ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 12. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, 3409-3413.

²⁸ Cada uno de los machones (pilares) que sostienen dos arcos contiguos o dos tramos consecutivos de un puente. Medel, Vicente. *Diccionario mexicano de arquitectura*. INFONAVIT. INBURSA. México, 1994. pp. 262-263.

²⁹ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 5. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 3078-3084.

³⁰ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos. Caja 19. Exp. 5. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 3042-3046.

superestructura, construcción, nivelación, materiales, aparatos de la vía (cambios y otros), edificios, patios, material rodante, vagones, locomotoras, resistencia de los ferrocarriles en marcha y en el caso de curvas.³¹

Revisión de los planes de estudios y reincorporación de la Ingeniería Civil

Para 1891 se vuelve a reestructurar la educación al constituirse el Consejo Superior de Instrucción Pública, reasignando la Escuela Nacional de Ingenieros al Ministerio de Justicia e Instrucción Pública.³² Al año siguiente, junto con la celebración del centenario del plantel, se realiza un análisis de los planes y programas comenzando con una serie de discusiones para su mejoramiento. Comisionando a José María Contreras para que realizara una visita al colegio quien, aún cuando califica de conveniente su desempeño general, también retoma algunas ideas de los profesores para reformarlo. Por ejemplo, el nuevo catedrático de caminos comunes y ferrocarriles, el ingeniero de caminos Carlos Daza,³³ plantea reducir la teoría dando en los dos últimos meses de su clase lecciones prácticas en los talleres de las empresas ferrocarrileras y de los caminos cercanos a la capital. Mientras que Francisco de Garay planteaba que la carrera de ingeniero de caminos estaba muy sobrecargada de materias por lo que proponía algunas modificaciones para reducir su contenido.³⁴ Por su parte, la Junta de Profesores impulsaba la creación de la clase de higiene y saneamiento de las ciudades y edificios, así como la introducción en diversas carreras de aspectos legales de sus áreas específicas, así para los ingenieros de caminos planteaba crear la cátedra de legislación de ferrocarriles, de caminos y de construcciones.³⁵

Por medio de sus miembros compartidos la Escuela y la Asociación de Ingenieros y Arquitectos mantenían vínculos por lo que ésta también participaba en la discusión de la reforma de los planes de estudio de aquella, formando una comisión integrada por María Contreras junto con Andrés Basurto Larrainzar, Adolfo Díaz Rugama, Alberto Best y Mariano B. Soto. El proyecto que desarrolló la comisión provocó “*una larguísima y penosa discusión*” dentro de la Asociación pues no era aprobada en algunos puntos por la mayoría.³⁶ Aún así, María Contreras envía una propuesta al Ministerio de Justicia e Instrucción Pública que retoma los planteamientos de los profesores así como el plan de estudios propuesto en un principio por la comisión de la Asociación.³⁷

³¹ Apoyándose en los textos de Duran-Claye para caminos comunes y el de Goshler y Couche para ferrocarriles. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 12. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 3438-3445.

³² El cambio se hace a partir del 1º de julio. AHUNAM. ENI. Dirección. Correspondencia, caja 3, exp. 35. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III. FI. UNAM. México. 1998. p. 2845.

³³ A causa del fallecimiento del antiguo profesor de la materia, Eleuterio Méndez.

³⁴ Como aminorar los trabajos de dibujo agrupando en una sola clase los ejercicios de diferentes materias, así como desaparecer la clase de conocimiento de materiales, entre otras medidas. AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 10.

³⁵ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 10 y 11.

³⁶ Como narra posteriormente Adolfo Díaz Rugama. AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Sociedades y asociaciones, caja 33, exp. 2.

³⁷ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 10.

Por su parte, la dirección de la Escuela Nacional de Ingenieros por medio de su titular, Antonio del Castillo, realiza su propia propuesta de plan de estudios. Del Castillo proponía que en la Escuela se impartieran las carreras de ingeniero de minas, de ingeniero electricista y la de ingeniero civil planteando que esta última comprendería la de ensayador y apartador de metales, la de topógrafo e hidrógrafo y la de ingeniero de caminos, puertos y canales pero sin darles un plan específico a estas últimas.³⁸ A la vez, plantea introducir las clases de ingeniería industrial así como la de hidráulica.³⁹

Las diversidad de ideas y propuestas no permite llegar a un acuerdo lo que conduce a que para el siguiente año de 1893 se retomen los planes de 1883 en lo que se tomaba una decisión acerca de las reformas. Para 1894 la Asociación de Ingenieros y Arquitectos remite a la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública su propuesta de plan de estudios, pero el mismo había sido elaborado al calor de la discusión de la propuesta inicial apoyada por Contreras, por lo que Díaz Rugama sostiene que resultó un agregado muy heterogéneo e incoherente pues sus distintas partes fueron compuestas por personas con criterios muy diferentes que no lograron conciliar sus distintas ideas. A grandes rasgos, retomaban las mismas carreras que se impartían desde 1889⁴⁰ con algunas modificaciones. La carrera de Ingeniero de caminos sería designado como Ingeniero de caminos y de construcciones civiles, se cambiaban las clases de puentes, canales y obras en los puertos; y la de caminos comunes y de fierro por las de puentes y vías fluviales de comunicación, y de vías terrestres de comunicación respectivamente, además se agregaba la de proyectos de diversas construcciones civiles, la cual la daría el mismo maestro de composición, es decir, estaba más enfocada al dibujo y diseño, también se incluía un quinto año de prácticas de ingeniería civil bajo la dirección de un profesor.⁴¹

Las diferentes propuestas fueron remitidas al ingeniero geógrafo Adolfo Díaz Rugama⁴² quien argumentaba que a partir de su revisión se concluía que la cuestión no se limitaba a los planes de estudios sino que venía desde las especialidades que deberían impartirse pues eran diferentes en cada proyecto. Por lo que comienza su análisis desde la definición de ingeniería⁴³ y planteando que las carreras particulares deben surgir de las necesidades sociales y no pretender

³⁸ Por lo que la carrera de ingeniero geógrafo desaparecería. Es de destacar algunas similitudes entre los diversos proyectos que se proponían para la escuela, así en la propuesta presentada por María Contreras no se consideraban como profesiones propiamente dichas la de ensayador y apartador de metales, de ingeniero topógrafo e hidrógrafo y la de ingeniero electricista mientras que del Castillo integraba las dos primeras junto con la de caminos a la ingeniería civil, lo que apoya la tesis de Ramos Lara de que la diferencia para valorar cuales eran y cuales no carreras se basaba en que la mayor parte de algunas menores, no consideradas carreras, estaban contenidas en otras más amplias que si se tenían como tales. Aunque el caso de ingeniero electricista o industrial sería un caso particular. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 82-83.

³⁹ AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Sociedades y asociaciones, caja 33, exp. 2. Y ENI. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 5.

⁴⁰ Cuando se había desaparecido la carrera de telegrafista al introducirse la de ingeniero electricista con algunas modificaciones.

⁴¹ AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Sociedades y asociaciones, caja 33, exp. 2.

⁴² Quien fuera profesor de geodesia y astronomía práctica en la escuela.

⁴³ Planteando, de manera general, que es la aplicación práctica de los principios matemáticos.

que su oferta genere su demanda.⁴⁴ Criticando las diferentes propuestas de planes de estudio, desecha todas ellas, por lo que Rugama realiza su propio proyecto bastante más meditado con ayuda del director de la escuela el ingeniero civil Leandro Fernández. El cual pretendía establecer cursos fundamentales y comunes a todos los ingenieros y otros muy particulares para cada especialización, las cuales deberían de ser: ingeniero de obras públicas y construcciones civiles, ingeniero de minas y metalurgista, ingeniero industrial, ingeniero geógrafo y astrónomo, además de otras más cortas: ensayador e ingeniero topógrafo que entraban en aquellas y que consideraba como auxiliares de las mismas. El ingeniero civil Mateo Plowes⁴⁵ criticó de manera positiva el plan de Rugama aunque también le propuso algunas mejoras además de preferir el nombre simplemente de ingeniero civil.⁴⁶

Será hasta 1897 que todas estas discusiones y proyectos concluyan en un cambio concreto de los planes de estudio. Muy a su estilo conciliador Porfirio Díaz decreta el 15 de septiembre la *Ley de Enseñanza Profesional de la Escuela Nacional de Ingenieros* en la que se retomaban aspectos de las diferentes propuestas. Manteniendo prácticamente las carreras que ya se venían impartiendo pero realizándoles algunas modificaciones, aún cuando se continuó con el sistema de contar con un conjunto de materias básicas compartidas por la mayoría de las carreras en las clases más especializadas particulares de cada profesión es donde se presentan los cambios más importantes.⁴⁷

En particular, la carrera Ingeniero de caminos, puentes y canales regresó a ser denominada Ingeniería civil pero con los cambios siguientes: Se introduce la clase de legislación de tierra y aguas, se dividen en dos clases mecánica analítica y aplicada, así como la mineralogía de la geología y la paleontología, y estereotomía y carpintería agregándole a esta última “*estructuras de hierro*”. Se crean las clases de estabilidad de las construcciones, hidráulica e ingeniería sanitaria, física matemática⁴⁸ y economía política se vuelve obligatoria para todas las carreras. También los cursos más característicos de la carrera son modificados, impartándose vías de comunicación terrestre en vez de caminos comunes y ferrocarriles, vías de comunicación fluviales y obras hidráulicas de toda especie en lugar de puentes, canales y obras en los puertos, así como composición es sustituida por dibujo de composición. Además de que las prácticas solamente se requerían al finalizar la carrera, de igual forma, se tenía que asistir a la clase de aplicaciones de la electricidad.⁴⁹

De esta forma, quedan establecidas en el plan de estudios algunas modificaciones que ya se venían realizando o que habían sido propuestas con anterioridad. Como la clase de economía

⁴⁴ En el caso de la ingeniería civil dice que cuando surgió treinta años atrás no tenía razón de ser pues no era requerida por el país por lo que “*los individuos que á ella se dedicaron tuvieron las justas decepciones que su error debía producirles*” pero sostenía que a partir del desarrollo material, del de las comunicaciones y del comercio ya se había generado una demanda social en el país. AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Sociedades y asociaciones, caja 33, exp. 2.

⁴⁵ Quien era profesor de topografía en la escuela.

⁴⁶ AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Sociedades y asociaciones, caja 33, exp. 2.

⁴⁷ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 20, exp. 18.

⁴⁸ Que abarcaba termodinámica, electromagnetismo, electricidad y electrometría.

⁴⁹ *Ibid.* Ver Anexo 2.

política que ya se impartía en la escuela desde 1886 se vuelve obligatoria para todas las carreras.⁵⁰ Además de mantener la carrera de ingeniero electricista también mantiene la exigencia de asistir a clases de electricidad, aunque no sea necesario aprobarlas. En la clase de carpintería se le agrega “estructuras de hierro” que como ya vimos se incluía tiempo atrás. Se introducen aspectos legales así como una cátedra que incluyera cuestiones de ingeniería sanitaria e hidráulica.⁵¹ A la vez, desaparece teoría mecánica de las construcciones y construcción práctica, conocimiento de materiales de construcción, así como estática gráfica introduciendo mecánica general aplicada y estabilidad de las construcciones.⁵²

La Ingeniería civil en los inicios del siglo XX

Nuevamente para comienzos del siglo XX se comienzan a proponer algunas modificaciones a los planes de estudios presentadas por algunos miembros de la Junta de Catedráticos, entre ellos los ingenieros civiles Mateo Plowes, José María Velázquez y Daniel Palacios.⁵³ En 1901, el bajo resultado de los alumnos en los exámenes de algunas clases llevó a formar incluso una comisión para que estudiara las causas, a la vez que se comenzó a hacer una revisión de los planes.⁵⁴ De esta forma, el director Manuel Fernández Leal proyecta un nuevo plan de estudios el cual es aceptado por Porfirio Díaz publicándolo a principios de 1902 mediante un decreto. Los cambios propuestos no son tan grandes pero algunos son importantes, como la separación del ingeniero de minas del metalurgista surgiendo por primera vez esta última como carrera independiente. También quedan estipuladas las prácticas tanto de cada año como al final de las carreras lo que no se encontraba en el plan anterior, tal vez por esto, Jorge L. Tamayo sostiene que este nuevo plan surge de “la tendencia a precisar las actividades del ingeniero y a ponerlo efectivamente en contacto con la vida, evitando divagaciones”⁵⁵

Se crea un tronco común de tres años para ingenieros civiles, industriales y de minas generalizando para los tres estabilidad de las construcciones así como procedimientos de construcción, conocimiento y resistencia de materiales, con lo que vuelve a impartirse para ingenieros civiles, se introduce hidráulica y sus aplicaciones, pero desaparece ingeniería sanitaria. En el cuarto año de ingeniería civil se darían dos cursos de la especialidad, sin estipular cuales, junto con economía política, dibujo de composición y elementos de derecho pero desaparece legislación de tierras y aguas. De las diferentes materias se deberían de realizar ejercicios prácticos dos días a la semana, de topografía práctica durante dos meses de igual forma que de

⁵⁰ Aún cuando no aparece como materia obligatoria en los programas de estudio para 1886 Joaquín D. Casasús imparte el amplio curso de economía política retomando el texto de John Stuart Mill. Casasús formará parte de los “Científicos” llegando a destacarse como hombre de negocios, representando a varias empresas extranjeras importantes. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2796-2797, 3385-3391. *Diario Oficial del supremo gobierno de los Estados Unidos Mexicanos*. Viernes 24 de diciembre de 1897. p. 2.

⁵¹ La cátedra de Hidráulica figuraba en el plan y reglamento de 1867 pero a partir de 1869 había desaparecido dándose nuevamente solamente higrografía o hidromensura.

⁵² AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 20, exp. 18.

⁵³ AHUNAM. ENI. Dirección. Correspondencia, caja 3, exp. 42. fs. 327-257

⁵⁴ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 8, exp. 15, fs. 440-485, y exp. 16. fs. 486-499.

⁵⁵ Tamayo, 1958, *op. cit.*, p. 53.

mecánica aplicada, y al finalizar los cursos práctica de ingeniería civil durante un año.⁵⁶ También se introdujo un tipo de seriación de materias precedentes necesarias para cursar las siguientes, para ingeniería civil sólo se estipulaba el haber aprobado los tres primeros años para poder tomar los cursos de ingeniería civil así como se establece un año de prácticas al final de la carrera.⁵⁷

Será hasta principios de 1903 cuando se publiquen los programas para las nuevas materias donde se aprecia que las materias consideradas como propiamente de ingeniería civil eran más de las dos que en un principio se propuso. La primera parte versaba sobre carreteras, la segunda sobre ferrocarriles y de puentes la tercera, de esta forma, se separan la clase de carreteras de la de ferrocarriles, aún cuando sus programas no se amplían. En el caso del programa de puentes se centra solamente en los realizados con madera y metálicos viendo diversos sistemas de construcción, cimientos, contravientos, pernos, presupuestos y consideraciones teóricas de estabilidad, analizando tanto las cargas muertas como las vivas, además se realizaba un proyecto y se hacían visitas.

En estabilidad de las construcciones se establece que se trabajaran métodos tanto analíticos como gráficos, comenzando rápidamente con principios de estática gráfica y de resistencia de materiales, para enfocarse después a problemas de piezas aisladas y armaduras para centrarse posteriormente en los casos de arcos y macizos de mampostería, por último, y con brevedad se trabajaban los ensambles de fierro, centrándose solamente en su remachado. Para fines del Porfiriato encontramos algunas innovaciones en la materia como la naturaleza de las deformaciones pasado el límite de elasticidad, se estudia la resistencia del suelo introduciendo la formula de Rankine así como métodos gráficos, viendo muros de sostenimiento y principios de construcción de presas, pero principalmente aparece por primera vez el estudio del “cemento” armado.⁵⁸

En la materia de hidráulica y sus aplicaciones se veía rápidamente hidrostática posteriormente hidrodinámica teórica para pasar a ver casos concretos de esta última. Empezando con escurrimientos por orificios, vertederos y por chiflones, así como tuberías y cañerías, acueductos (parcial y totalmente llenos) canales con diferentes secciones y gasto en ríos. Se estudiaba brevemente el trabajo producido por aspas, ruedas hidráulicas y turbinas. Por último, se repasaba el saneamiento de ciudades y casas así como el abastecimiento de agua potable.

Para fines del Porfiriato se comenzó a replantear la educación nacional lo que junto con la intención de marcar el centenario de la Independencia mediante un acto cultural culminó en la constitución de la Universidad Nacional de México en mayo de 1910 siendo integrada a la misma, la Escuela Nacional de Ingenieros. Decretando Díaz en julio de ese año algunas modificaciones menores en sus planes de estudio.⁵⁹ La inauguración formal de la universidad se realizaría el 22 de septiembre, en el acto se le otorgó el grado de Doctores Ex-Oficio a varios docentes de las escuelas que pasaban a formar parte de la institución, entre ellos, al director de la ENI, Luis

⁵⁶ *Diario oficial del supremo gobierno de los Estados Unidos Mexicanos*. Lunes 13 de enero de 1902. pp.1-4. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 20, exp. 23.

⁵⁷ Ver Anexo 2.

⁵⁸ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 21, exp. 30.

⁵⁹ *Diario Oficial del supremo gobierno de los Estados Unidos Mexicanos*. Martes 26 de diciembre de 1910. pp. 1-2.

Salazar y los académicos Antonio Anza, Roberto Gayol, Leandro Fernández, Gilberto Crespo Martínez y el ingeniero geógrafo Valentín Gama.⁶⁰

De conformidad con los estatutos de la Universidad para octubre la dirección de la ENI citó a una junta de profesores para discutir los cambios que juzgaran convenientes acordando no introducir ninguna modificación por el momento. Pero para el año siguiente se nombra una comisión para estudiar los textos y programas integrada por Valentín Gama, Salvador Altamirano y presidida por el director Luis Salazar. La cual da un dictamen en el que introducen pequeñas modificaciones pero más en el sentido de que los temas no se repitan en distintas materias.⁶¹ Pero ese mismo año Salazar presenta un proyecto que, aunque introduce cambios importantes, prácticamente deja igual el plan de estudios de ingeniería civil.⁶²

Consolidación de la carrera de Arquitectura

A principios de 1877 en la Escuela de Bellas Artes se discutía ya la intención del Ministerio de Justicia e Instrucción Pública de impartir la carrera de ingeniero arquitecto totalmente en la Escuela Especial de Ingenieros por lo que retomando la propuesta de algunos profesores que estaban dispuestos a impartir las clases que hicieran falta gratuitamente, se proponía establecer los cursos completos de la carrera en Bellas Artes. Por esta época el profesor Hipólito Ramírez evocaba el plan de estudios de 1857 y señala la posterior decadencia de la enseñanza de la arquitectura,⁶³ aún cuando empezaba poco a poco a recuperarse al pasar de los tres alumnos en 1870 a 25 en 1877 pero la gran mayoría de los alumnos de la Escuela seguían dirigiéndose solamente a materias de dibujo.⁶⁴

Ante estas posturas, en febrero de 1877, Díaz determinó que la arquitectura fuera reintegrada en su totalidad a la Escuela de Bellas Artes teniendo la carrera una duración de seis años.⁶⁵ A la vez se suprime la de Maestro de obras por considerarla una “*carrera de imperfectos e insuficientes conocimientos*” que no puede ni debe sustituir “*a la sublimidad del arte en la arquitectura*”.⁶⁶ A pesar de los intentos la consolidación de la arquitectura de manera independiente en Bellas Artes tardaría todavía algún tiempo por lo que seguiremos encontrando egresados como ingenieros arquitectos.⁶⁷

La ambigüedad en la formación de arquitectos así como las divisiones no sólo acerca de los planes si no de las carreras adecuadas para la Escuela Nacional de Ingenieros llevan a que en 1893 se retomen no sólo las que se impartían en la misma en 1883 sino también el plan de 1869 para

⁶⁰ *La Universidad de México 1910*. UNAM. México. 1990. 161-164.

⁶¹ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 21, exp. 30

⁶² AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 21, exp. 31

⁶³ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 55, exp. 7281.

⁶⁴ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 56, exp. 7361.

⁶⁵ *Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos*. Viernes 12 de enero de 1877.

⁶⁶ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 7361.

⁶⁷ Como Félix de la Sierra en 1884, Manuel Espinosa Villar en 1887, Francisco Aristi en 1888, Daniel Garza en 1890 y Francisco Rodríguez en 1892. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 11022, 7754, 7991, 8231 y 8143.

ingenieros arquitectos con lo que se vuelve a establecer esta carrera de manera oficial.⁶⁸ Comparando los planes de Ingeniero de caminos y el de Ingeniero arquitecto se aprecia que los mismos comparten la mayoría de las materias distinguiéndose la primera por la hidromensura, hidrografía, meteorología, construcción práctica, dibujo de máquinas y las ligadas a la infraestructura, mientras que en la segunda se veía estética, Bellas Artes y monumentos, arquitectura legal y presupuestos y avalúos.⁶⁹ Continuando, aparte de las cuestiones estéticas, con la tradición de enfocar más a los arquitectos para las cuestiones legales y de avalúos.

Será hasta con las modificaciones de 1897 que se decreta la desaparición de la carrera de ingeniero arquitecto en la Escuela Nacional de Bellas Artes estableciéndose definitivamente la de Arquitectura.⁷⁰ Al reintegrar la arquitectura de manera independiente persisten materias de matemáticas, mecánica, topografía y construcción introduciendo algunas novedades similares a las que ya se habían dado en la carrera de ingeniería civil como construcción práctica y estática gráfica, a la cátedra de carpintería se le agrega una parte de estructuras de hierro, se siguen viendo avalúos y arquitectura legal pero además arquitectura sanitaria, contabilidad y administración de obras. Pero sobre todo se agregan varias clases, muchas más que en el anterior plan de estudio, enfocadas a las cuestiones estéticas y de historia y estilos de la arquitectura, las cuales se deberían empezar a cursar desde la preparatoria constando los estudios profesionales propiamente de cinco años.⁷¹ Al centrarse más en estas cuestiones la diferencia con la ingeniería civil se acrecienta, más allá de las materias de infraestructura que había caracterizado a esta última, por lo que la carrera de arquitectura comienza a tener una identidad propia.⁷²

Todavía para fines de siglo, quizá por la semejanza de los planes, teniendo algunas materias que seguramente podían ser revalidadas en la otra, Manuel Torres Torija se gradúa de ingeniero arquitecto en 1894 y de ingeniero de caminos en 1896. Aún al dejarse de impartir la carrera de ingeniero arquitecto y alejarse los contenidos de la de ingeniero civil y la de arquitectura para principios de siglo encontramos algunos alumnos que buscan titularse de ambas carreras como Jacinto Gómez y Eduardo Scanlan egresados de las dos en 1903.⁷³

⁶⁸ Aún cuando la formación de ingenieros arquitectos no se había detenido, presentando examen de ingeniero arquitecto, Manuel Gorozpe, Manuel Torres Torija, Ignacio Alcérreca y Comonfort, Daniel Jiménez y Samuel Chávez en 1894, Tomás Cordero Osio y José Hilario Elguero en 1895, Carlos Jerez y Huerta en 1896 y José Cerezo Galán en 1897. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 8154, 8357, 8398, 8456, 8475, 8510 y 8709.

⁶⁹ AHUNAM. ENI. Dirección. Correspondencia, caja 3, exp. 19.

⁷⁰ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 78, exp. 8363. El último titulado del que se tiene referencia de ingeniero arquitecto es José Cerezo Galán el 9 de enero de 1897. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 85, exp. 8709.

⁷¹ *Diario Oficial del supremo gobierno de los Estados Unidos Mexicanos*. Sábado 25 de diciembre de 1897. p. 2.

⁷² Por lo que dejaremos de hacer su seguimiento al no ser ya un símil de la ingeniería civil más algunas cuestiones estéticas sino que se centra más en estas. En 1903 se establecerá un nuevo plan de estudios de arquitectura pero con el mismo carácter. Sánchez Arreola, Flora Elena. *Catálogo del Archivo de la ENBA*. UNAM. IIE. 1998, caja 1, exp. 1. Ver Anexos 1 y 2.

⁷³ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 11245. "Profesantes que han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941." En *Revista Ingeniería*. Número extraordinario. Enero 1942. pp. 46-62.

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS CIVILES

Libros de texto utilizados por ingenieros civiles

La mayoría de los libros ocupados en las clases de la Escuela de Ingenieros son de autores extranjeros, principalmente franceses lo que será reforzado durante el Segundo Imperio⁷⁴ aunque conforme se acerca el cambio de siglo se van introduciendo textos norteamericanos. Al poco tiempo de llegar Antonio del Castillo a la dirección, en 1877, presentaba una extensa lista de los textos que se necesitaban y se encargarían a Europa donde figuraban varios sobre obras civiles, de ferrocarriles, caminos y obras en los puertos así como de resistencia de materiales.⁷⁵

A pesar de lo anterior algunos constructores nacionales también escribirían sobre sus respectivas áreas, como Santiago Méndez quien realizó diversas obras ferroviarias y varios escritos sobre las mismas.⁷⁶ Por su parte, el gobierno apoyaba en la medida de sus posibilidades la publicación de textos como el de *Caminos comunes, ferrocarriles y canales* de Pascual Almazán (quien también había trabajado en obras ferrocarrileras) editado con fondos gubernamentales contando el Ministerio de Fomento con muchos ejemplares por lo que del Castillo solicita en 1877 “unos cien” para ocuparlos como texto de las clases de ingeniería civil.⁷⁷ Con el mismo fin algunos profesores llegaban a escribir obras propias gestionando la dirección de la Escuela ante la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública los fondos para su publicación. Así es editada la *Teoría mecánica de las construcciones* de Francisco Chavero y la *Docimasia y metalurgia práctica* del profesor de metalurgia, José María César.⁷⁸

Al pasar a depender la Escuela de Ingenieros del Ministerio de Fomento a fines de 1881 se estrechará el vínculo entre ambos comenzando poco después el traslado de esta secretaría al Palacio de Minería. Al mismo tiempo, en el ministerio se buscaba impulsar las publicaciones ligadas a sus labores por lo que se empezó a intentar tener una imprenta propia para lo cual también se acondicionó un espacio en la misma Escuela de Ingenieros quedando instalada a mediados de 1883.⁷⁹ Con lo que se comienza a generar la publicación de libros no sólo de Fomento sino también de la escuela por lo que se establece con la ley de 1883 que todo profesor propietario estaba obligado a escribir el texto de sus respectivas materias decidiendo el gobierno de acuerdo a la calidad de la obra si le compraba la “*propiedad literaria*” o le asignaba un premio.⁸⁰ Aunque obviamente lo anterior no se cumplió de manera general si encontramos

⁷⁴ La doctora María de la Paz Ramos Lara presenta una lista de los textos utilizados en los cursos de física y de los otorgados como premios a los mejores estudiantes en la que se pueden ver algunos de los textos empleados. “La mecánica Clásica y su enseñanza en el Colegio de Minería (1800-1867).” En *Contactos* # 37, julio-septiembre 2000. pp. 57-58.

⁷⁵ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2982-2983.

⁷⁶ Como *Nociones prácticas sobre caminos de fierro* (1864); *Generalidades sobre ferrocarriles de fuertes pendientes y sobre el sistema de vía angosta* (1871) y *Algunas ideas sobre ferrocarriles de vía angosta* (1873).

⁷⁷ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2618-2619 y 2622.

⁷⁸ Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 81. Ese mismo año José Joaquín Terrazas anunciaba la reciente publicación de su libro “Tratado elemental de álgebra.” *Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos*. 31 de mayo de 1877.

⁷⁹ Se remodeló para la imprenta un local en la planta baja del costado oriente del Palacio de Minería. Pacheco, Carlos, *op. cit.*, p. 513.

⁸⁰ AHUNAM. ENI. Dirección. Correspondencia, caja 2, exp. 18.

algunos esfuerzos de edición por parte de la Secretaría de Fomento que publicó ese mismo año el *Tratado de Geología: Elementos aplicables a la agricultura, a la ingeniería y a la industria* de Mariano Bárcena. Al mismo tiempo se le hacían llegar recursos a Francisco de Garay, que se encontraba en París, para comprar los libros más importantes, no sólo de su materia, sino también de caminos y ferrocarriles así como para la biblioteca en general, siendo en total 61 volúmenes los adquiridos.⁸¹

De la tipografía del Ministerio de Fomento también saldría en 1884 la *Obra de Hidromensura* de su oficial mayor Manuel Fernández Leal donde exponía diversos casos para mediciones de agua y presentaba una sinopsis de hidráulica, texto que sería ocupado para las clases en la Escuela Nacional de Ingenieros.⁸² Para 1890 el ministerio autoriza la impresión de los *Apuntes para el constructor* del profesor de construcción y establecimiento de máquinas, Daniel Palacios, y posteriormente de él mismo el *Tratado práctico sobre calderas de vapor*.⁸³ Y para 1894 publica el libro del ingeniero arquitecto Antonio Torres Torija⁸⁴ titulado *Desarrollo de cálculos del curso de construcción de N. De Vos*.⁸⁵

En 1897 el ingeniero civil Luis Salazar aún cuando se apoya principalmente en textos franceses para su cátedra de teoría mecánica de las construcciones y construcción práctica también utiliza el libro de *Estática de las bóvedas* del arquitecto Manuel Gargollo y Parra.⁸⁶ Por esa época el arquitecto e ingeniero de caminos, Manuel Torres Torija escribe su *Álgebra superior y cálculo diferencial e integral* siendo posteriormente profesor de la ENI.⁸⁷ Para 1897 Miguel Bustamante (hijo), catedrático de mineralogía, gestionaba la publicación de los apuntes de su clase en la escuela mientras que en 1903 Adolfo Díaz Rugama solicitaba a la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública la edición de su *Tratado de Cálculo de las probabilidades y teoría de los errores* para ocuparlo como libro de texto lo cual no pudo realizarse por falta de fondos.⁸⁸ Sin duda el profesor más prolífico de la Escuela Nacional de Ingenieros en esta época fue el ingeniero geógrafo Francisco Díaz Covarrubias entre cuyas obras utilizadas como libros de texto encontramos *Cálculo infinitesimal, Topografía, Análisis trascendente y Geodesia y astronomía*.⁸⁹

De los datos con los que se cuenta de las tesis de ingeniería civil de las dos últimas décadas del Porfiriato se aprecia un mayor interés por los trabajos hidráulicos, obras en los puertos, saneamiento y aprovechamiento del agua para consumo humano así como para irrigación, presas, acueductos y faros. Incluso en 1908 Luis Felipe Murguía se titula con la memoria de las obras hidroeléctricas del río Lerma realizadas por el ingeniero civil egresado de la escuela Luis Ugarte. El segundo tema en las preferencias de los alumnos son las obras ferrocarrileras presentándose, como en muchos otros casos, como memorias de los trabajos. Esos serían los dos tópicos principales encontrando de manera aislada algunos trabajos sobres caminos y puentes. Para fines

⁸¹ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 3.

⁸² Diario *El minero* citado en Díaz y de Ovando, tomo III, pp. 2746.

⁸³ AHUNAM. ENI. Académico. Publicaciones, caja 23, exp. 3.

⁸⁴ Profesor de mecánica y estabilidad en la Escuela Nacional de Bellas Artes.

⁸⁵ El *Cours de construction* de N. de Vos había sido publicado en 1880 en Paris.

⁸⁶ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 11.

⁸⁷ Quien era hijo de Antonio Torres Torija. Katzman, *op. cit.*, p. 382.

⁸⁸ AHUNAM. ENI. Académico. Publicaciones, caja 23, exp. 4 y 5.

⁸⁹ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 20, exp. 24.

del periodo encontramos también dos tesis sobre concreto armado; la de Mario Díaz en 1907 y la de Julio Quiroz en 1910.⁹⁰

Prácticas y gabinetes

Como se ha visto en la Escuela de Ingenieros además de los conocimientos teóricos un aspecto importante de la formación eran las prácticas lo que se aprecia no sólo en la creación de la Escuela Práctica de Minas sino en general para todas las carreras.⁹¹ En el presupuesto destinado a las distintas prácticas anuales se aprecia que las más constantes y a las que se les adjudican los mayores recursos a lo largo del Porfiriato eran las de topografía, seguidas de las de mineralogía y geología.⁹² Buscando darles una utilidad práctica a las de topografía por lo regular al finalizar el año escolar se realizaban en un lugar cercano a la capital elegido por el profesor...

“...de modo que los trabajos que se ejecutaran en la práctica tuvieran no sólo el fin de completar las enseñanzas teóricas recibidas en la escuela, sino también un valor en sí mismos: triangulaciones y levantamientos completos de extensas zonas, utilizables posteriormente con fines catastrales, para fraccionamientos o para estudios diversos”⁹³

Por el contrario, las prácticas anuales de Ingeniería civil o de caminos serán bastante esporádicas, reportándose por primera vez, en 1871 y 1872 prácticas para la clase de puentes, canales y obras en los puertos así como para la de caminos comunes y ferrocarriles pero posteriormente no volverán a estar contempladas hasta 1893 cuando se le destina una suma importante a la práctica general del Ingeniero de caminos, puertos y canales pero de manera aislada.⁹⁴

A pesar de que para la segunda mitad de la década de 1880 se establecía que durante el año los alumnos de la cátedra de teoría mecánica de las construcciones y construcción práctica deberían visitar las obras más importantes que se estuvieran realizando en la capital no se tiene noticia de que se les asigne alguna partida.⁹⁵ Aún cuando algunos profesores presentan propuestas para la realización de prácticas anuales de diversas materias relacionadas con la construcción, al parecer, las mismas no se llevaron a cabo. Por ejemplo, en 1891 el nuevo catedrático de caminos comunes y ferrocarriles, el ingeniero de caminos Carlos Daza, planteaba reducir la teoría dando en los dos últimos meses de su clase lecciones prácticas en los talleres de las empresas ferrocarrileras y de los caminos cercanos a la capital. Mientras que para el siguiente año Francisco de Garay proponía también la realización de visitas a los trabajos prácticos de construcción de obras públicas pero no se cuentan con datos que confirmen que realmente se llevaron a cabo.⁹⁶

⁹⁰ Biblioteca histórica del Palacio de Minería y Biblioteca Central de la UNAM.

⁹¹ Aún cuando algunas veces en los planes de estudio no se nombran las prácticas al parecer se seguían realizando.

⁹² Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 111-113.

⁹³ Bazant, Mílada. *Historia de la educación durante el Porfiriato*. COLMEX. México, 2000, p. 242.

⁹⁴ Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 111-113.

⁹⁵ *Idem*. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 11 y 12.

⁹⁶ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 10.

Como ya se dijo, a partir de los planes de 1883 se le da una mayor importancia a las prácticas realizándolas a lo largo y al final de cada año así como un año más al final de las carreras. Para el caso de los ingenieros civiles aunque no suelen realizarse prácticas anuales si solía cumplirse con el requisito de las que se exigían al término de la carrera las cuales, se establecía, podían realizarse en caminos, ferrocarriles, canales u obras en los puertos. Para 1903 la práctica anual final de ingenieros civiles consistía de trabajos de topografía, nivelación y trazo, localización de posibles vías de comunicación o de canales para riego o como fuentes de fuerza hidráulica y la ejecución del proyecto con presupuesto. Cuando fuera posible se realizarían las obras en caso contrario se participaría en las obras que se estuvieran ejecutando. Se sostenía que se tenía que determinar la resistencia de los materiales de construcción en las oficinas del país donde pueda realizarse, así como realizar visitas a ferrocarriles, canales, obras en los puertos, las del desagüe o del saneamiento de la ciudad o a los edificios importantes que se erijan en la misma.⁹⁷ De los datos con los que se cuenta en los años siguientes parece existir una preferencia por cubrir las prácticas finales en las obras ferrocarrileras, quizá motivada desde el decreto de Juárez que establecía que todas las empresas del ramo estaban obligadas a recibir a los alumnos, también un buen número opta por realizarlas en los puertos, en especial en Veracruz, algunos en otras obras hidráulicas o de otro tipo o incluso en el extranjero, en específico en los Estados Unidos de Norteamérica.⁹⁸

Al pasar a depender la Escuela de Ingenieros de la Secretaría de Fomento, en 1881, la misma le proporciona los fondos no sólo para aumentar su acervo bibliográfico sino también para enriquecer sus gabinetes adquiriendo diversos aparatos, algunos de ellos para la formación de Ingenieros de canales. Se financió la construcción de modelos de puentes, viaductos, obras de servicio en los canales y obras de mar los cuales serían realizados bajo la instrucción del profesor Francisco de Garay, quien en esa época se encontraba en París por lo que prefirió comprar algunos allá, adquiriendo quince modelos copiados de la Galería de Modelos de la Escuela de Puentes y Calzadas algunos de obras efectivamente realizadas los cuales llegarían a la ENI entre 1884 y 1885.⁹⁹

Conocimiento de materiales de construcción y determinación de su resistencia

El caso del curso de conocimiento de materiales de construcción y de sus prácticas en las que se buscaría tratar de determinar la resistencia de los distintos materiales mediante experimentación será un caso particular. Aún cuando desde la restauración de la República se introdujo la clase de conocimiento de materiales y de los terrenos en que deben establecerse las obras¹⁰⁰ la misma desaparecerá poco después durante varios años siendo impartida nuevamente hasta 1882. En ese

⁹⁷ *Diario Oficial del supremo gobierno de los Estados Unidos Mexicanos*. Miércoles 11 de febrero de 1903. p. 581.

⁹⁸ AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Prácticas de alumnos. Organización. Solicitudes de prácticas, caja 30, exp. 5, 6, 7, 8 y 9. Informe de Antonio del Castillo. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 7. A partir de estas prácticas muchos estudiantes realizaban su tesis como memorias de las obras en las que participaban.

⁹⁹ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 3 y 7. Díaz y de Ovando, tomo III, pp. 3319-3320.

¹⁰⁰ Aún cuando aparece en el reglamento para los planes de estudio de 1867 Antonio del Castillo menciona posteriormente que es creada por ley del 15 de mayo de 1869. AHUNAM. ENI. Administrativo. Contabilidad. Solicitudes de gastos, caja 13, exp. 40.

año Francisco de Garay solicitaba se le tuviera en cuenta para impartir dicha cátedra argumentando que era conveniente que fuera impartida por un ingeniero constructor pero se le contesta que la misma acababa de ser otorgada a Gilberto Crespo y Martínez, para este momento se dejaba fuera de la misma las cuestiones referentes a los suelos.¹⁰¹ Crespo daría por primera vez la práctica al término del curso, siendo impartida al año siguiente por el ensayador José G. Aguilera. Aún cuando en la clase se estudiaba la resistencia de diversos materiales de construcción el problema se centraba en que no se contaba con la maquinaria necesaria para determinar su resistencia por lo que la práctica solamente se enfocaba en visitar diversos proveedores de los mismos como canteras, herrerías, fábricas de ladrillos, de cal y de cemento, la fábrica de vidrio plano de Texcoco, madereras, entre otros; obteniendo los precios de los mismos.¹⁰²

Junto con la reincorporación del curso de conocimiento de materiales de construcción y la dependencia de la escuela del Ministerio de Fomento se crea el gabinete de la cátedra, el cual contaba con seiscientas muestras en 1882 ampliándose en los años posteriores con la colaboración de esa secretaría para la recolección de los materiales.¹⁰³ A la vez, comienzan las gestiones para conseguir también los instrumentos necesarios para determinar la resistencia de los materiales, así el director de la escuela, Antonio del Castillo, hacía notar la falta en el gabinete de aparatos experimentales por lo que solicita un aumento del presupuesto que serviría también para la compra de ejemplares para completar la colección de materiales constructivos.¹⁰⁴

La importancia que se le otorgaba lleva incluso algunos años a suspender las prácticas de la clase encauzando los recursos que se le habían asignado a la adquisición de la maquinaria.¹⁰⁵ Así el profesor Gilberto Crespo consideraba

“de la mayor importancia se complete el Gabinete de la clase con el objeto de que lo más pronto posible se puedan determinar los coeficientes de resistencia de los materiales empleados en el País”¹⁰⁶

Aún cuando la incorporación de la escuela al Ministerio de Fomento permite comenzar rápidamente con diversas gestiones en Europa para conseguir las máquinas su adquisición será lenta y conflictiva. Encomendando a diversas personas labores para su adquisición desde Delfín Madrigal, quien se encontraba comisionado en Europa para la compra de aparatos del Ferrocarril de Tehuantepec, a quien se le encargan también las máquinas para determinar la resistencia de materiales. Los profesores Manuel Gargollo, quien también se encontraba en Europa, y Gilberto Crespo quienes escribirían a los constructores de Nuremberg con algunas especificaciones

¹⁰¹ AHUNAM. ENI. Administrativo. Personal. Correspondencia, caja 14, exp. 4.

¹⁰² AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Practicas de campos, caja 22, exp.2. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 3147-3151 y 3225-3226.

¹⁰³ Por ejemplo, conjuntando en Guadalajara los de roca, cal, ladrillo y madera. AHUNAM. ENI. Dirección. Correspondencia, caja 2, exp. 20.

¹⁰⁴ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 2 y 3. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 3152.

¹⁰⁵ AHUNAM. ENI. Administrativo. Contabilidad. Solicitudes de gastos, caja 13, exp. 40.

¹⁰⁶ AHUNAM. ENI. Administrativo. Administrativo. Contabilidad, caja 10, exp. 3; Académico. Planes y programas de estudio. Prácticas de campo, caja 22, exp. 5. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2798.

mientras que en París también se informaban de los precios de otros proveedores.¹⁰⁷ En 1888 se envía a Europa al ingeniero Francisco Díaz Covarrubias (que había sido designado Cónsul General de México en París) lo que se había ahorrado de la práctica referida para la compra de máquinas de experimentación de resistencia de materiales.¹⁰⁸

Aún cuando para 1889, al parecer, la Obrería Mayor de la Ciudad de México ya contaba con maquinaria para determinar la resistencia de materiales de construcción, pues se menciona que se había conseguido su consentimiento para ocuparlas para la práctica de ese año, poco después se decide suspender ésta para utilizar sus recursos para la adquisición de aparatos propios de la escuela, con los cuales, por fin ese año, el profesor Crespo logrará comprar las máquinas necesarias.¹⁰⁹ Por lo que para marzo del siguiente año ya se encontraban en la escuela veinticinco cajas que contenían la maquinaria de experimentación de resistencia de materiales pero aún quedaba por resolver el problema de su instalación y de otorgarles un lugar adecuado.

Nuevamente se pensó ocupar los fondos destinados a su práctica para la instalación pero la Tesorería General de la Federación no consintió ese destino recogiendo dichos recursos solicitándolos varias veces la dirección de la escuela a la Secretaría de Hacienda de manera infructuosa. Posteriormente, el ingeniero civil Antonio M. Anza presenta un proyecto para convertir el antiguo salón del Palacio de Minería en gabinete de experimentos de materiales lo cual es finalmente autorizado por la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública para fines de 1892 pero al parecer no se lleva a cabo de manera inmediata.¹¹⁰

De manera paradójica, cuando por fin se lograba conseguir la maquinaria para su gabinete al mismo tiempo se comenzó a plantear suprimir la clase de conocimientos de materiales de construcción. Así, desde 1892 Francisco de Garay plantea desaparecerla con el fin de simplificar el plan de estudios de ingeniero de caminos, lo cual es retomado en las diversas propuestas que se generarán para la reestructuración de los planes de estudio. María Contreras propone que los principios de esa clase se dieran como introducción del curso de teoría mecánica de las construcciones y construcción práctica,¹¹¹ la Asociación de Ingenieros y Arquitectos deseaba integrarla en parte a la de procedimientos generales de construcción en la cual se verían los materiales y mezclas de la “*manera más práctica posible*”,¹¹² mientras que Antonio del Castillo pretendía suprimir todas estas introduciendo solamente una clase de construcciones civiles.¹¹³

¹⁰⁷ Preguntando acerca de una máquina para el ensayo de la resistencia a la tracción y a la compresión de hasta 4 toneladas, otra para la prueba de resistencia a la flexión de hasta 2 toneladas y una para ensayar la resistencia de los hilos metálicos de hasta 2 toneladas. AHUNAM. ENI. Administrativo. Contabilidad. Egresos, caja 9, exp. 5.

¹⁰⁸ AHUNAM. ENI. Administrativo. Contabilidad. Solicitudes de gastos, caja 13, exp. 40.

¹⁰⁹ Encargándosela mediante la Casa Santos y Compañía a la Casa Falcot y Compañía de París. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Prácticas de campo, caja 22, exp. 7; Administrativo. Contabilidad. Presupuestos, caja 12, exp. 18; y Administrativo. Contabilidad. Solicitudes de gastos, caja 13, exp. 40.

¹¹⁰ AHUNAM. ENI. Administrativo. Contabilidad. Solicitudes de gastos, caja 13, exp. 40.

¹¹¹ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 10.

¹¹² Aconsejando que permaneciera solamente en el plan de Ingeniería industrial, siendo introducida también para mineros. AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Sociedades y asociaciones, caja 33, exp. 2.

¹¹³ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 5.

La justificación de la Asociación para su desaparición era que los aspectos de mineralogía así como los de la fabricación de los materiales de construcción eran más de la competencia del ingeniero industrial que de la del civil o de caminos.¹¹⁴ Tal vez siguiendo estas ideas, para los planes de 1897 desaparece efectivamente la clase de conocimiento de materiales de construcción surgiendo la de procedimientos de construcción práctica y conocimientos y experimentación de materiales la cual sería dada solamente a los ingenieros industriales desligando no solamente las cuestiones de fabricación de materiales de la formación de los ingenieros civiles sino también los importantes estudios y determinaciones acerca de sus propiedades mecánicas, principalmente de su resistencia.

Sería hasta con las modificaciones de 1902 cuando la clase de procedimientos de construcción... sea incorporada al plan de estudios de Ingeniería civil.¹¹⁵ No conocemos su programa sino hasta 1911 cuando su propietario, el arquitecto e ingeniero civil Antonio M. Anza, ya trataba no sólo acerca de los materiales empleados en las construcciones sino también veía ensayos de resistencia a la tracción, a la compresión, a la flexión, a la torsión, al cortamiento y de la conservación de la forma, así como la representación gráfica de estos experimentos.¹¹⁶

Así, aún cuando parece ser que el gobierno ya contaba con instrumentos para determinar la resistencia de los materiales desde finales del siglo XIX en la escuela no se podrían ocupar sino hasta varios años después los instrumentos que se habían logrado adquirir en Europa. La falta de apoyo institucional pero principalmente el cambio de enfoque en cuanto a donde debería ubicarse el estudio de los materiales separándose de la más consolidada ingeniería civil para incorporarse a la ingeniería industrial, que apenas comenzaba a establecerse, fueron factores que demoraron la instalación de los aparatos para la determinación de la resistencia de los materiales con los que por fin se contaba, siendo hasta fines del Porfiriato cuando se logre establecer el gabinete de resistencia de materiales en la Escuela Nacional de Ingeniería.

Nuevos métodos, técnicas y materiales

La introducción de nuevas técnicas y materiales en el país poco a poco se va reflejando en los planes de estudios. En el caso de las construcciones de estructuras, metálicas cuyos primeros ejemplos datan de mediados del siglo XIX,¹¹⁷ de los programas de la Escuela de Ingenieros de los que tenemos conocimiento se aprecia ya su incorporación para la década de 1880. Para 1882 Francisco de Garay (uno de los primeros en proponer la construcción de puentes metálicos en México) en su clase de puentes, canales y obras en los puertos estudia los puentes desde sus distintos materiales: incluyendo fierro (colado y dulce) y acero, en su estructura como en sus

¹¹⁴ AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Sociedades y asociaciones, caja 33, exp. 2.

¹¹⁵ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 20, exp. 18.

¹¹⁶ Viendo también principios generales de hidrología, construcciones de tierra: terracerías, vías terrestres y fluviales, tajos y terraplenes, maquinaria y herramienta, explosivos, canteras, dragados, lumbreras, túneles... Cimentaciones: reconocimiento del terrenos, equilibrio entre el peso de la construcción y la resistencia del terreno, pilotes; y construcciones con mampostería, madera y metales. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 21, exp. 30

¹¹⁷ Ver *infra* Introducción de estructuras metálicas.

cimientos.¹¹⁸ También la recién creada teoría mecánica de las construcciones comprendía una pequeña parte de construcción con fierro, y también en la clase de estereotomía y carpintería se estaba incorporando este material por lo que su catedrático decía:

*“Visto el gran desarrollo de esta especie de construcciones, se ha tratado de introducir como agregado al curso establecido por el Reglamento el estudio de las armaduras de fierro y combinaciones de las distintas partes de que estas se componen.”*¹¹⁹

Para 1887 también en la cátedra de conocimiento de materiales de construcción se incorporaba el estudio de las propiedades de diversos metales usados para edificación. Para 1897 se divide en dos clases estereotomía y carpintería agregándole a esta última “*estructuras de fierro*”. Y con las modificaciones de principios del siglo XX se veían rápidamente las construcciones metálicas en procedimientos de construcción, conocimiento de materiales y determinación de sus resistencias, mientras que en estabilidad de las construcciones se estudiaban, aunque con brevedad los ensambles de fierro pero centrándose principalmente en su remachado.¹²⁰ Por su parte, la nueva cátedra de puentes si trata un poco más los realizados mediante estructuras metálicas.

A pesar de estas novedades, de los programas de estudio analizados se aprecia que las exposiciones acerca de estructuras metálicas eran aún muy superficiales centrándose principalmente en el ensamblado de las armaduras, sin entrar, al parecer, al cálculo de estas estructuras. Lo que indicaría un desfase de la escuela para estudiar y analizar adecuadamente las estructuras metálicas que hace tiempo ya se venían realizando en el país pero que requiere un estudio más de detallado del contenido de los cursos.

En el caso del concreto armado su incorporación a los programas de estudios, como en su utilización en la labor constructiva nacional,¹²¹ se dará aún más tarde. Siendo hasta que el Porfiriato está por concluir cuando se empieza a introducir en la escuela, así hasta 1909 y a propuesta del entonces alumnos Modesto Rolland, se establecen “*academias libres de concreto armado*”,¹²² es decir, no dentro de una materia normal. Poco después, será en la materia de estabilidad de las construcciones cuando se trate por primera vez en una clase en la escuela acerca del estudio del “*cemento*” armado.¹²³

Más allá de la clase de puentes, canales y obras en los puertos desde la reforma de 1867 se había propuesto introducir estudios de hidráulica pero no lograrán establecerse por lo que no los encontramos para el plan de 1869 mientras que para 1883 sólo encontramos hidrografía junto con meteorología. Siendo hasta 1897 cuando se incorpora la cátedra no sólo de hidráulica sino también de ingeniería sanitaria transformando también la clase de puentes, canales y obras en los

¹¹⁸ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 3078-3084.

¹¹⁹ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 5. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 3052-3053.

¹²⁰ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 21, exp. 30.

¹²¹ Ver *Infra* Introducción de nuevos materiales.

¹²² Tamayo, 1958, *op. cit.*, p. 56.

¹²³ ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 21, exp. 30.

puertos en la de vías de comunicación fluviales y obras hidráulicas de toda especie, pero con las modificaciones de 1902 desaparece ingeniería sanitaria dándose solamente hidráulica y sus aplicaciones (así como la clase de Puentes) desapareciendo los fugaces estudios de ingeniería sanitaria pues solamente se veía someramente el saneamiento de ciudades.¹²⁴

Por su parte, también en la Escuela Nacional de Bellas Artes lentamente se habían venido incorporando los nuevos materiales, así desde 1880 se presentan proyectos que combinan las estructuras de fierro con grandes ventanales.¹²⁵ Poco después, en 1885 se consultaba a los profesores de arquitectura sobre la conveniencia de introducir en el programa el estudio del fierro como material de construcción.¹²⁶ De igual forma, que en la carrera de ingeniería, en 1897 a la materia de carpintería de la carrera de arquitectura también se le agrega una parte de estructuras de hierro. Mientras que al mismo tiempo que se establecían academias de concreto en la ENI el ingeniero Guido Sutter, de la Escuela Superior de Ingenierías Navales e Industriales de Trieste, Austria, se ofrecía para dar un ciclo de unas veinte conferencias sobre aplicación del “cemento” armado en la Escuela de Bellas Artes.¹²⁷

En esa época también se empieza a desarrollar la industria y la electricidad, aunque más lentamente en México que en algunos otros países. Aún cuando en 1867, junto con la de Ingeniería civil, se introduce en la Escuela de Ingenieros la carrera de Ingeniero mecánico la misma tendrá un desempeño muy pobre. Al pasar a depender de Fomento se busca vincular más a la escuela con la industria y las nuevas tecnologías, debido a su bajo éxito desaparece la carrera de Ingeniero mecánico para 1883 apareciendo en su lugar la más completa Ingeniería industrial,¹²⁸ introduciéndose también la carrera corta de telegrafista.¹²⁹ Por aquel tiempo se estaba introduciendo el motor eléctrico en ciertos sectores productivos nacionales, en especial, el minero, mientras que en la Escuela Nacional de Ingenieros se iniciaba el proyecto de instalación del alumbrado eléctrico. A la vez, se buscaba impulsar esos conocimientos en la escuela, en especial se pretendía dar una buena formación en electricidad para aplicarla a la industria.¹³⁰

La recién creada carrera de telegrafista no tuvo mucho éxito pues no se encuentran registros de ningún egresado¹³¹ por lo que en 1888 el mismo profesor de telegrafía general Mariano Villamil presentó un proyecto para sustituirla por la carrera de Ingeniero electricista, el cual es aprobado por Díaz al año siguiente.¹³² A la vez que se creaba la carrera de Ingeniero electricista también se

¹²⁴ *Diario oficial del supremo gobierno de los Estados Unidos Mexicanos*. Lunes 13 de enero de 1902, pp.1-4 AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 20, exp. 23 y caja 21. exp. 30.

¹²⁵ Katzman, *op.cit.*, p. 275.

¹²⁶ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 61, exp. 7545.

¹²⁷ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 11365.

¹²⁸ Agregándole materias de Química, de construcción y sus materiales, de topografía y de dibujo. Ramos Lara, María de la Paz. Historia de la física en México en el siglo XIX: Los casos del Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros. Tesis doctorado. México, 1996. p. 188.

¹²⁹ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 8, exp. 29.

¹³⁰ Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 79.

¹³¹ Por lo menos en los datos con los que se cuenta de “Profesantes que han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941.” *Op. cit.*, pp. 46-62.

¹³² Al salir hacia Paris Villamil en 1890 no pudo presentar el segundo año de la carrera, por lo que será hasta 1891 cuando se establezca el plan de estudios de la nueva carrera elaborado por Villamil y Alberto Best. Para 1893 vuelve

trataba de introducir en las demás profesiones los avances que en materia de electricidad se estaban dando, por lo que Manuel Fernández Leal buscará impulsar una propuesta para crear materias complementarias para aquellas,¹³³ tendientes a formar a los alumnos en los nuevos desarrollos eléctricos principalmente en aplicaciones prácticas, así se proponía introducir materias como telefonía y alumbrado público. Para la carrera de Ingeniero de caminos, puertos y canales se crearían: aplicaciones eléctricas a los caminos de fierro, tracción eléctrica y pararrayos, aunque no logran establecerse estas cátedras.¹³⁴ Para 1897 además de mantener las carreras de Ingeniero industrial y la de Ingeniero electricista también se establece que los ingenieros civiles deberán asistir a la clase de aplicaciones de la electricidad (transporte de fuerza y a la tracción) aunque no era necesario aprobarlas.¹³⁵

Por su parte, en la clase de caminos comunes y ferrocarriles impartida por Eleuterio Méndez, aún cuando se centraba en un principio en la construcción de empedrados para los primeros y en el tendido y funcionamiento de las vías, para los segundos,¹³⁶ poco a poco se van introduciendo novedades. Para 1888 se estudian de manera más amplia los caminos comunes viendo nuevos métodos como el Mac Adam, que estaba siendo introducido en la época así como, aunque someramente, el asfalto; de igual forma se trata acerca de los tranvías y sus distintos medios de tracción.¹³⁷

3.3. DESEMPEÑO DE LOS INGENIEROS CIVILES EN LA ESCUELA NACIONAL DE INGENIERÍA

Consolidación como catedráticos

Junto con la consolidación del Porfiriato algunos de los ingenieros civiles y profesores de la carrera alcanzan puestos importantes en la Escuela Nacional de Ingenieros. En 1889 por primera vez un ingeniero civil ocupa la dirección de la misma siendo designado Leandro Fernández como director interino, así como posteriormente el profesor de la carrera de ingeniería civil, el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez quien lo será entre 1890 y 1891.¹³⁸ A la vez, en 1890 la junta de profesores de la Escuela elige a Francisco de Garay como representante ante la junta directiva de instrucción pública.¹³⁹

a estar presente la carrera de Telegrafista, aunque ya para los planes de 1897 no la volvemos a encontrar. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 79, 107, 194-196.

¹³³ No siendo siempre obligatorias.

¹³⁴ *Ibid*, p. 190.

¹³⁵ AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Sociedades y asociaciones, caja 33, exp. 2.

¹³⁶ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 5. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 3042-3046.

¹³⁷ Apoyándose en los textos de Duran-Claye para caminos comunes y el de Goshler y Couche para ferrocarriles. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 12. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 3438-3445.

¹³⁸ Narváez, Miriam. *Catalogo del fondo de la Escuela Nacional de Ingeniería*. UNAM. México, 1985. p. 5.

¹³⁹ AHUNAM. ENI. Administrativo. Personal. Nombramientos, caja 16, exp. 9.

Para 1895 concluye el largo periodo directivo de Antonio del Castillo, que con algunas interrupciones había perdurado desde el ascenso de Porfirio Díaz, entrando en su lugar por primera vez un ingeniero civil (sin el carácter de interino) ocupando la dirección Leandro Fernández de ese año hasta 1900. Incluso cuando en 1897-1898 se tiene que nombrar un director interino esa designación cae sobre otro ingeniero civil: Mateo Plowes.¹⁴⁰ Con la salida de Antonio del Castillo dejan de prevalecer en su dirección ingenieros de minas, quienes tradicionalmente habían ocupado ese cargo, siendo posteriormente civiles la mayoría de los ingenieros que estarán al frente de la escuela.

Con el nuevo plan de 1897 para el siguiente año se dan nombramientos de profesores con lo que encontramos a un mayor número de ingenieros civiles formados en la misma escuela como profesores de las nuevas materias enfocadas a la ingeniería civil como Luis Salazar de estabilidad de las construcciones, Manuel Marroquín y Rivera de vías de comunicación fluviales, José María Velázquez en la práctica general de ingenieros civiles, Roberto Gayol daría primero la clase de ingeniería sanitaria que después sería impartida por Mateo Plowes y el ingeniero de caminos Carlos Daza en vías de comunicación terrestre. Incluso la clase de procedimientos de construcción práctica para ingenieros industriales era impartida por el ingeniero civil Antonio M. Anza.¹⁴¹

Para 1900 terminará la dirección del ingeniero civil Leandro Fernández entrando en su lugar el agrimensor Manuel Fernández Leal pero con interinatos importantes de otros tres ingenieros civiles: Mateo Plowes (también ensayador), José María Velázquez (también topógrafo) y Luis Salazar, quien a la salida de Fernández Leal en 1909 los sustituirá. Para principios de siglo los ingenieros civiles y de caminos habían consolidado su lugar como profesores de la escuela, llegando incluso a ser mayoría para los últimos años del Porfiriato, en 1909 de los 22 profesores 9 eran de esa rama de la ingeniería.¹⁴²

Como hemos visto, sigue siendo común que los egresados y profesores de la Escuela de Ingenieros se desempeñen como maestros y directivos de su *Alma mater* pero también llegan a colaborar en otras instituciones educativas. En el centenario del Colegio de Minería el ingeniero de minas Celso Acevedo decía que:

“El Colegio de Minería debía ser tomado en cuenta como la piedra fundamental en la creación de institutos nacionales y particulares, en la capital y en los estados...”

En particular resalta su aportación para la Escuela Nacional Preparatoria llegando incluso a aseverar que a la misma se trasladaron

“...el plan de estudios de Minería, sus gabinetes de estudio, y a los Sres. Ingenieros Fernández Leal, Contreras, Herrera, Díaz Covarrubias, Barroso, Garay y algún otro

¹⁴⁰ Leandro Fernández es nombrado también gobernador de Durango en 1897 y hasta 1900. Guerra, François-Xavier. *México. Del Antiguo Régimen a la Revolución*. Tomo II. Anexo II. FCE, México. 1995, p. 411.

¹⁴¹ Tamayo, 1958, *op. cit.*, p. 53. Y Ramos Lara, 1996 *op. cit.*, pp. 204-206.

¹⁴² AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Correspondencia, caja 28, exp. 16.

*que no recordamos, para establecer allí los mismo estudios de nuestra Escuela y por sus mismos profesores.”*¹⁴³

El intercambio de docentes con Bellas Artes será constante como el ingeniero de caminos e ingeniero arquitecto Manuel Torres Torija profesor de matemáticas y de construcción y adjunto de la clase de mecánica racional y aplicada en San Carlos.¹⁴⁴ De igual forma, egresados de la Escuela de Bellas Artes seguirán desempeñándose como profesores en la Escuela de Ingenieros como los arquitectos Emilio Dondé y Nicolás Mariscal,¹⁴⁵ así como los ingenieros arquitectos Ignacio Alcérreca y Comonfort y Ángel Anguiano, quien era además ingeniero topógrafo.¹⁴⁶ También los ingenieros civiles y arquitectos Juan y Antonio Anza se desempeñaron ambos como profesores de la ENI.¹⁴⁷

No es raro encontrar a los docentes de la Escuela de Ingenieros como sinodales en los exámenes del Colegio Militar así, por ejemplo, en 1883 por lo menos cinco lo fueron para diferentes materias como los ingenieros civiles Francisco Jiménez para mecánica analítica, Mateo Plowes para topografía así como también el arquitecto Vicente Heredia para estereotomía y caminos y arquitectura, quien después sería sustituido en la primera por el ingeniero civil y arquitecto Ramón Agea.¹⁴⁸ Siendo catedrático de ese Colegio, además de en la ENI, el ingeniero civil Manuel Marroquín y Rivera.¹⁴⁹ Mientras que el caso contrario, que los ingenieros militares impartan clases en la Escuela de Ingenieros se vuelve menos común.

Estadísticas de alumnos graduados en la Escuela de ingenieros

De manera general, los alumnos de ingeniería tuvieron un incremento notable durante el Porfiriato. Analizando los datos con los que se cuenta, en la gráfica de alumnos inscritos de primer ingreso se aprecia que, aún con sus altibajos, se presenta una tendencia de incremento remarcada a partir de la llegada de Díaz al poder en 1877, incrementándose en 1883-84 para después sostenerse en valores que rondan los 25 nuevos alumnos hasta 1896 cuando comienza a elevarse nuevamente su número, alcanzando para 1904 su máximo con 69 alumnos nuevos.¹⁵⁰

¹⁴³ Diario *El Tiempo* del 27 de enero de 1892. En Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2854.

¹⁴⁴ Katzman. *op. cit.*, p. 382.

¹⁴⁵ *Ibid*, p. 352. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 79, exp. 8396.

¹⁴⁶ AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Correspondencia, caja 28, exp. 16. Ramos Lara, 1996 *op.cit.*, p. 203.

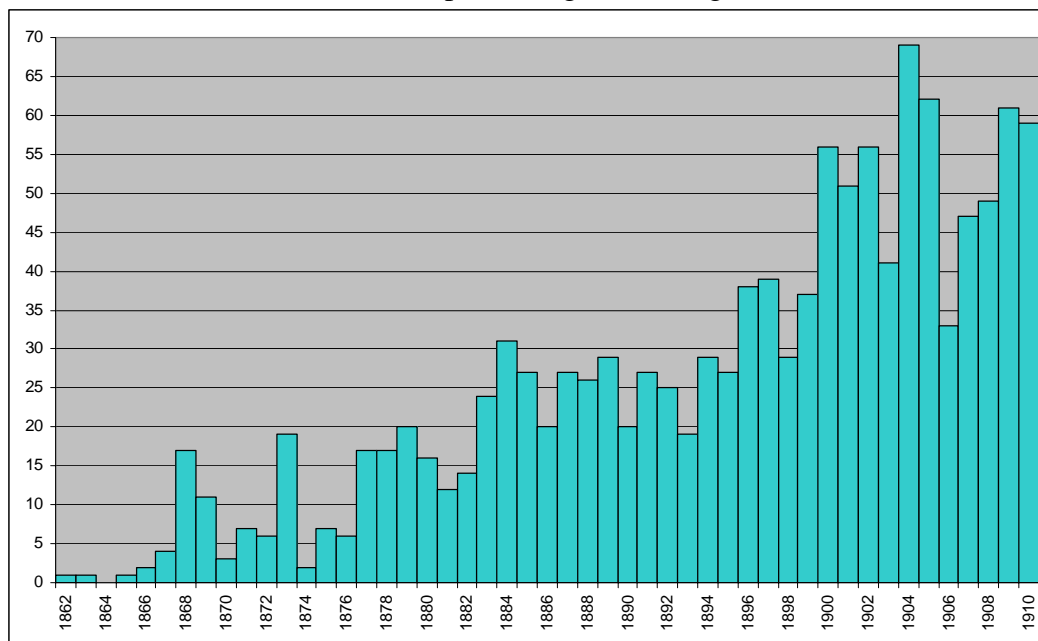
¹⁴⁷ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 69, exp.7962.

¹⁴⁸ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2725.

¹⁴⁹ Tamayo, 1958, *op. cit.*, p. 59.

¹⁵⁰ Índice alfabético de los alumnos inscritos en la Escuela Especial de Ingenieros y sus expedientes s/f. AHUNAM ENI. 887. Narváez, *op. cit.*, p. 172.

GRÁFICA 3. Alumnos de primer ingreso. Colegio de Minería-ENI

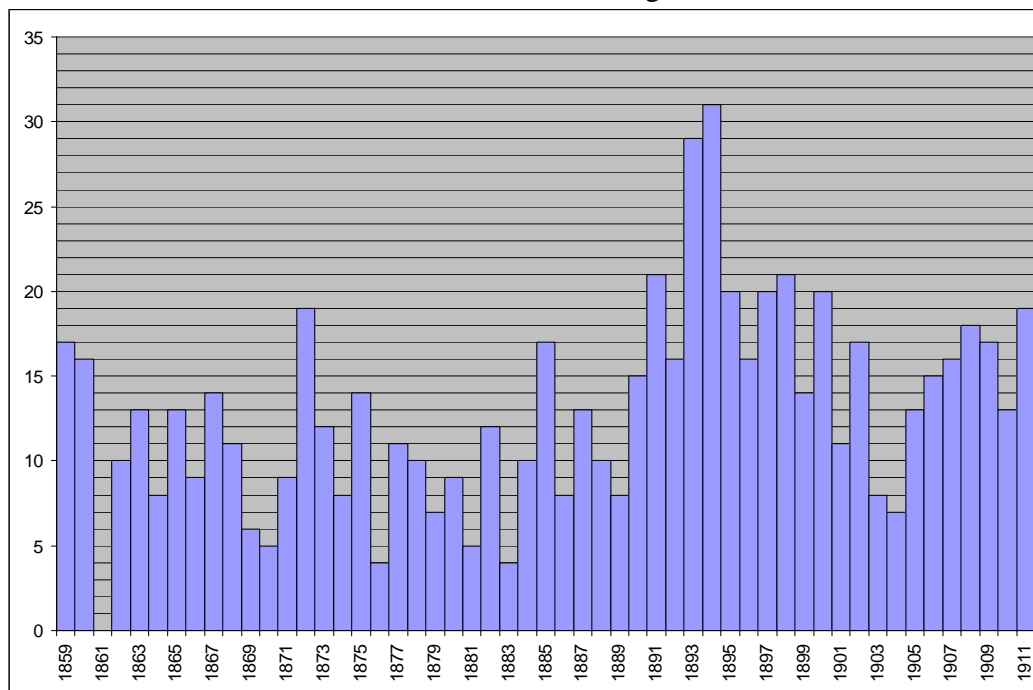


Gráfica realizada con los datos del *Índice alfabético de los alumnos inscritos en la Escuela Especial de Ingenieros y sus expedientes*, s/f. AHUNAM ENI. 887.

Por su parte, de los datos de egresados aún cuando se aprecia un leve incremento a partir de 1885, será durante la última década del siglo, en especial la primera mitad de la misma, cuando el aumento sea más importante. El número de titulados supera su máximo de diez y nueve alumnos titulados de 1872, rebasando por primera vez los veinte en un año al llegar a veintiuno en 1891, egresando veintinueve en 1893 y alcanzando su máximo histórico por mucho tiempo en 1894, con treinta y uno. Pero en este caso el aumento no continúa ya que posteriormente sufre una nueva baja, volviendo a niveles que rondaran entre los diez y los veinte por año, aún con sus excepciones, como 1898 con veintiuno, y los años de 1903 y 1904 con ocho y siete titulados respectivamente, lo que aún así representa un número importante de egresados.¹⁵¹

¹⁵¹ “Profesantes que se han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941.” *Op. cit.*, pp. 46-62. Aún cuando estos datos deben de tomarse con alguna reserva permiten apreciar el comportamiento general de los graduados.

GRÁFICA 4. Graduados totales. Colegio de Minería-ENI



Gráfica realizada con los datos de *Profesantes que han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941.*

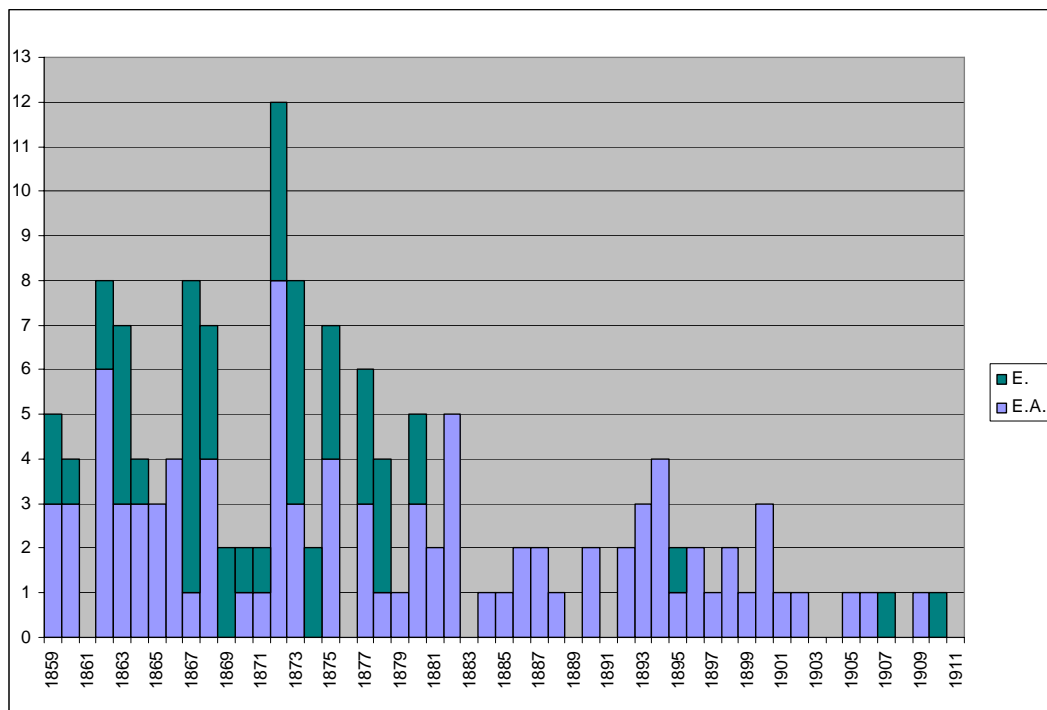
Aún cuando no contamos con estadísticas del total de alumnos inscritos, si se comparan las gráficas de primer ingreso con las de egresados, se aprecia que el número de éstos no logra seguir el aumento de los alumnos que ingresan en la Escuela Nacional de Ingeniería durante el Porfiriato. La cifra de graduados alcanza su máximo ya desde 1893-94, periodo en el que el número de alumnos de primer ingreso comienza a incrementarse de manera constante lo que no tiene una repercusión importante en la cantidad de egresados, la cual disminuye después de 1894. Se aprecia que para la segunda mitad del Porfiriato el número de egresados no logró seguir al incremento del número de alumnos que ingresaban a esta escuela por lo que se concluye que disminuyó la eficiencia terminal, siendo un factor determinante la alta deserción la cual por esa época se sabe alcanzaba el 70 por ciento en escuelas preparatorias y profesionales.¹⁵²

Por otro lado, el número de graduados varía mucho de carrera en carrera pues cada una tiene un desenvolvimiento particular. Incluso no todas incrementan su número de titulados, tal es el caso de los ensayadores (y ensayadores apartadores) los cuales después de alcanzar doce egresados en 1872 tienden a disminuir llegando a cifras mínimas de uno o dos por año.¹⁵³

¹⁵² Moles, *op. cit.*, p. 160. Por su parte, Milada Bazant sostiene que como en el resto de las carreras de especialización en la ENI “a pesar de la cuantiosa inscripción los recibidos eran muy pocos”, *op. cit.*, p. 243.

¹⁵³ “Profesantes que se han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941.” *Op. cit.*, pp. 46-62.

GRÁFICA 5. Titulados de Ensayador y Ensayador apartador



Gráfica realizada con los datos de *Profesantes que han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941.*

Por su parte, las ingeniería ligadas a la industria y a las nuevas tecnologías no lograrán consolidarse, como sucederá con la Ingeniería mecánica y la carrera de Telegrafista, así como también con la Ingeniería Industrial de la cual en la mayoría de los años no se presentarán egresados y cuando los hay será solamente uno o máximo dos como en 1895.¹⁵⁴

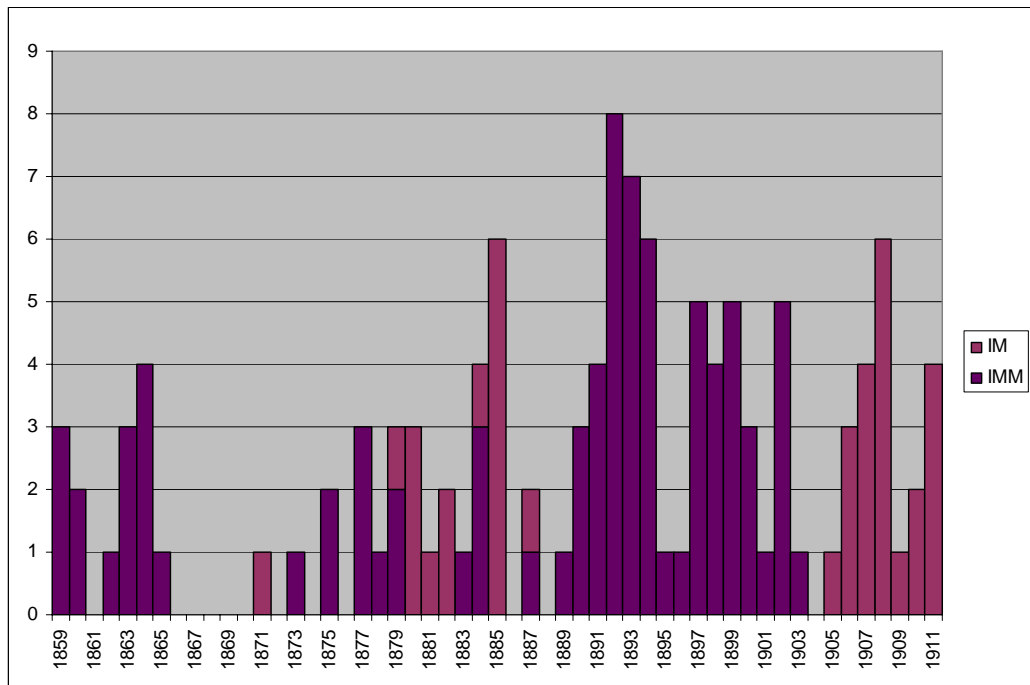
En el resto de las carreras si observamos aumentos importantes en el número de titulados. Para los datos que tenemos registro, es decir, después de 1859 los Ingenieros de Minas y Metalurgia alcanzan su máximo en 1892 con ocho egresados, manteniendo aún con altibajos sus niveles normales de egresados a lo largo del Porfiriato.

En cuanto a los Topógrafos e hidrógrafos o hidromensores después de descender su número de egresados durante la década de 1870 se incrementará a partir de la segunda mitad de la siguiente, alcanzando su máximo del periodo estudiado en 1893 con doce titulados manteniendo niveles altos hasta al cambio de siglo cuando volverá a descender a máximo cuatro egresados por año.¹⁵⁵

¹⁵⁴ De acuerdo con los datos en *ibid.*

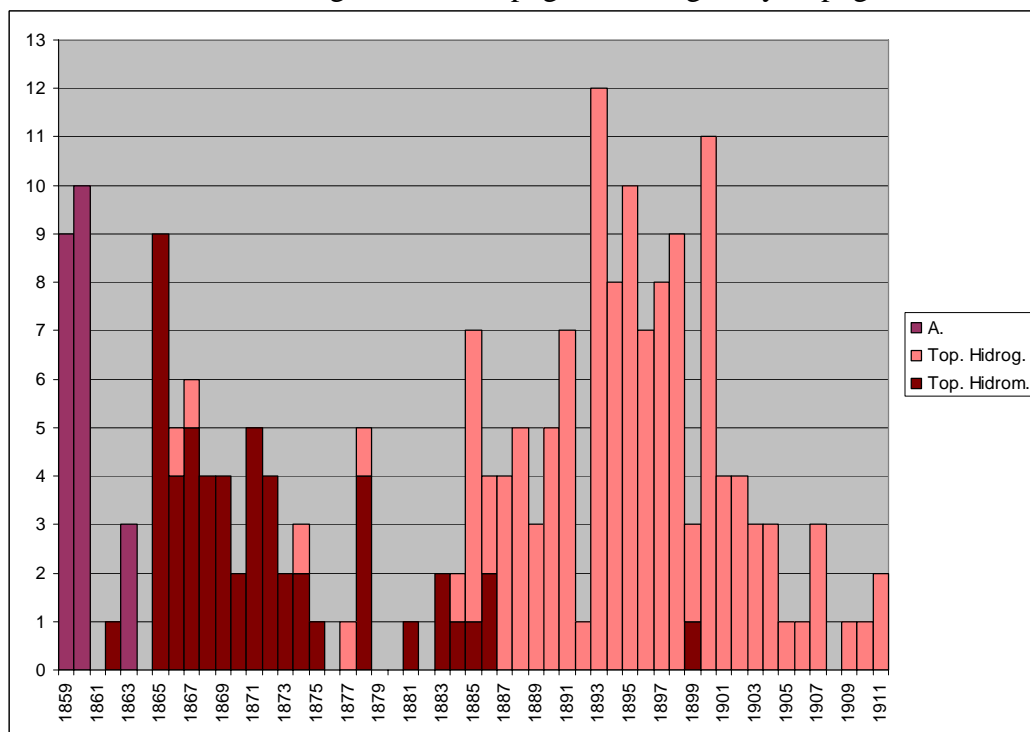
¹⁵⁵ *Idem.*

GRÁFICA 6. Titulados de Ingeniero de minas e Ingeniero de minas y metalurgista



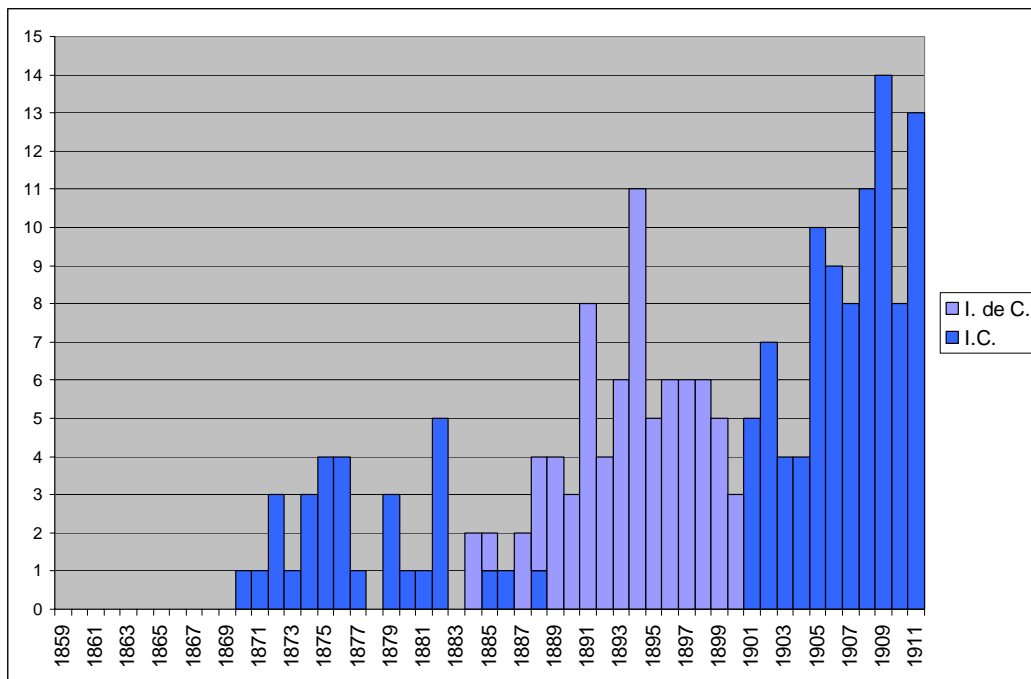
Gráficas realizadas con los datos de *Profesantes que han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941.*

GRÁFICA 7. Titulados de Agrimensor, Topógrafo hidrógrafo y Topógrafo hidromensor



En lo que toca a los ingenieros civiles, aun cuando el primer graduado es de 1870 y en 1882 se titulan ya cinco alumnos, será en los últimos veinte años del Porfiriato cuando por primera vez alcancen números importantes. Durante la década de 1890, ya como Ingenieros de caminos, puertos y canales, se incrementa el número de egresados, alcanzando la cifra de once en 1894 para posteriormente descender para ubicarse alrededor de los cinco por año, cifra no despreciable para la época si se compara con otras carreras. Para el último quinquenio del Porfiriato, nuevamente como Ingeniería civil, tendrá un nuevo despunte, alcanzando los catorce egresados para 1909, máximo histórico no sólo para ingeniería civil sino de cualquier carrera dada en la escuela durante el periodo estudiado.

GRÁFICA 8. Titulados de Ingeniero civil e Ingeniero de caminos, puertos y canales



Gráfica realizada con los datos de *Profesantes que han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941.*

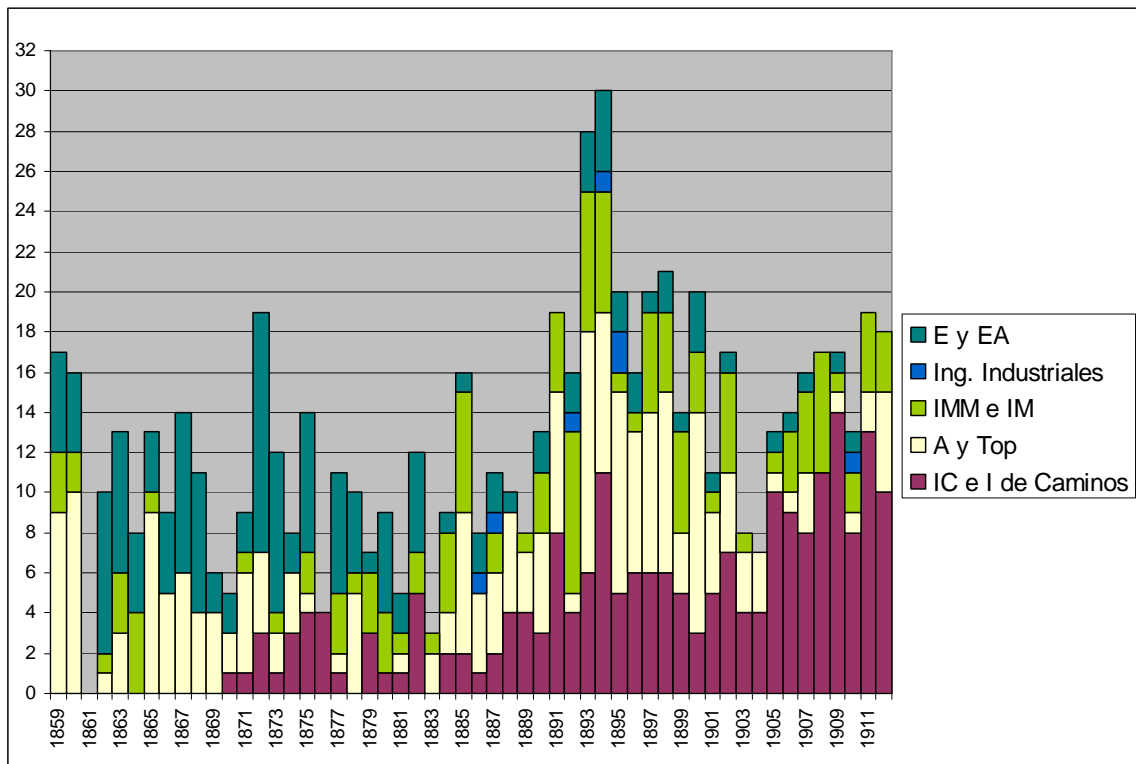
A diferencia de las demás carreras, aún de aquellas en la que también aumentan sus egresados como Ingeniero de minas y metalurgia y Topografía, la carrera de Ingeniería civil logra mantener, a pesar de sus altibajos, el número de sus egresados a lo largo de los últimos años del Porfiriato. Teniendo la Ingeniería civil una tendencia de crecimiento en este periodo, mientras que las otras tendrán un mayor número de años en los que disminuyen mucho sus titulados o incluso son nulos.¹⁵⁶

Si se compara el número de titulados de las diversas carreras se puede ver como poco a poco la ingeniería civil va cobrando mayor importancia dentro de la ENI. Durante el auge de los noventas el incremento será sostenido por varias carreras: ingeniero de minas, de caminos y topografía; el número total de egresados de la ENI alcanzará sus valores máximos, manteniéndose

¹⁵⁶ *Ibidem.*

la ingeniería civil como una carrera importante aunque no se podría decir que es claramente la principal. Para principios del nuevo siglo disminuirán los titulados totales para volver a recuperarse a partir de 1905 pero los titulados de las carreras de Ingeniero de minas y Topografía no aumentarán en este último lustro del Porfiriato estando sustentado este nuevo incremento de los egresados de la Escuela principalmente en el aumento de los graduados de Ingeniería civil, con lo que se establecerá como la carrera más importante de la institución.

GRÁFICA 9. Titulados por grupo de carreras afines¹⁵⁷



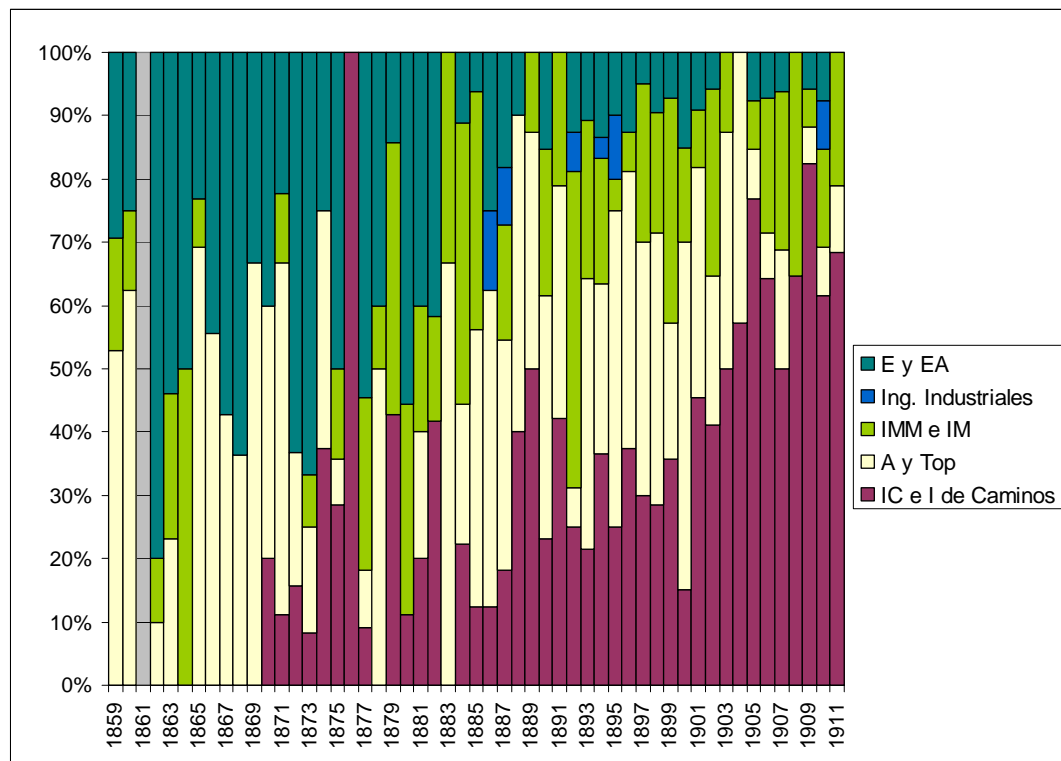
Gráfica realizada con los datos de *Profesantes que han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941.*

En la siguiente gráfica se aprecia como el porcentaje de titulados que representan los ingenieros civiles o de caminos se va incrementando ya de manera constante a partir de la segunda parte de la década de 1880, lo que será más notorio para el cambio de siglo. De esta manera, en 1903 vemos un cambio muy significativo en el número de titulados en la Escuela Nacional de Ingeniería, los ingenieros civiles empiezan a ser por lo menos la mitad del total de los egresados.¹⁵⁸

¹⁵⁷ Dentro de las ingeniería industriales agrupamos al Ingeniero mecánico, al Ingeniero industrial y al Ingeniero electricista.

¹⁵⁸ A pesar de que en 1889 ya había alcanzado el 50% del total y que en 1876 todos los egresados fueron ingenieros civiles con cuatro. *Ibidem.*

GRÁFICA 10. Porcentaje de titulados por grupo de carreras afines



Gráfica realizada con los datos de *Profesantes que han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941.*

De igual forma, en los pocos datos con los que contamos de alumnos inscritos se aprecia que el crecimiento de la matrícula de ingeniería civil se venía dando desde hace tiempo. Así de los alumnos cursando las diversas carreras para 1884 y 1885 los ingenieros de caminos representaban más de la mitad del total y en 1886 sobrepasaban el 40%, seguidos muy de lejos por las otras carreras.¹⁵⁹ La preeminencia de la ingeniería civil se remarcará aún más con el cambio de siglo representando, con mucho, más de la mitad de los alumnos inscritos. Por ejemplo, en 1904 de los 203 alumnos inscritos en primer ingreso el 62% optó por ingeniería civil. Para fines del Porfiriato el número de alumnos estudiando ingeniería civil es avasalladoramente mayor que cualquier otra carrera de la ENI, pues para 1909 del total de los 216 alumnos inscritos estudian ingeniería civil 183, o sea, el 84.7%,¹⁶⁰ representando para 1910 el 81% de los 233 inscritos.¹⁶¹

¹⁵⁹ Siendo para esos años los alumnos de ingeniería de caminos 18, 42 y 25, siendo seguidos para cada año respectivamente por los topógrafos con 9, los ensayadores también con 9 y los ingenieros de minas con 13. Pacheco, Carlos, *op. cit.*, p. 498.

¹⁶⁰ AHUNAM ENI. Dirección. Informes y reglamento, caja 8, exp. 22. fs. 591-598.

¹⁶¹ Ayala, Beatriz, y Graciela Herrera. *Ingenieros de la independencia y la revolución*. SEFI. UNAM, México, 1987, p.33.

Origen y estudios en el extranjero de los ingenieros civiles

Los alumnos que deciden estudiar en la Escuela Nacional de Ingeniería no son originarios solamente de la Ciudad de México sino que algunos provienen de diferentes estados de la República. Como ya se destacó Jalapa es una de las ciudades pioneras en hombres con esta vocación siendo origen de los primeros ingenieros civiles formados en el extranjero y posteriormente seguirá generando ingenieros ya formados en la capital, por mencionar solo dos de los ejemplos mas destacados tenemos los casos de los agrimensores Francisco Díaz Covarrubias y Manuel Fernández Leal. De los ingenieros civiles importantes, Leandro Fernández, quien llegaría a secretario de Comunicaciones y Obras Públicas, era originario de una familia de hacendados de Durango.¹⁶² La llegada de estudiantes de diversas partes de la República a estudiar en la Escuela Nacional de Ingeniería perdurará hasta fines del régimen, por ejemplo, para el año escolar 1909-1910 de los 63 alumnos inscritos mas de la mitad no había realizado sus estudios preparatorios en la Ciudad de México.¹⁶³

Por otro lado, aún después de la creación de la carrera de ingeniero arquitecto en San Carlos e incluso de la transformación del Colegio de Minería en Escuela de Ingenieros algunos mexicanos con la capacidad económica deciden hacer estudios de ingeniería o arquitectura en el extranjero. No se tiene referencia de que sigan viajando a España como antes pero si a Francia como Antonio Rivas Mercado que se recibió de arquitecto en la Escuela de Bellas Artes de París en 1878. Incluso se sabe que un miembro de la Academia de las Ciencias de aquel país, Gaston Planté, cuya abuela era mexicana, se interesaba en estudiantes latinoamericanos encauzándolos hacia las ingenierías que veía tan necesarias para sus países de origen. Es él quien convence a Miguel Ángel de Quevedo de estudiar ingeniería civil, egresando en 1887 de la Escuela Politécnica con la especialidad de ingeniería hidráulica. Por su parte, Manuel Arrigunga estudiará en la Escuela de Puentes y Calzadas así como Luis Stampa quien se titula en París en 1907.¹⁶⁴ No todos los que viajan a Europa cursan carreras completas también algunos egresados nacionales de ingeniería buscarán perfeccionar sus estudios como Manuel Marroquín y Rivera quien visita obras en Francia, Holanda e Inglaterra y asiste a cursos en la Escuela de Puentes y Calzadas o de Roberto Gayol quien amplía su formación gracias a sus múltiples viajes no solo por Europa sino también por América, Asia y África.¹⁶⁵

Además de las escuelas europeas se empieza a voltear a ver a las norteamericanas pero en este caso generalmente como complemento a su formación. Para el caso del Rensselaer Polytechnic Institute estadounidense estudiado por Frank Safford del cual afirma que atraía un número importante de estudiantes de todo el continente llegando los primeros desde 1850. Los mexicanos comenzarán a arribar más tarde, llegando los primeros cuatro entre 1865 y 1869, otros tres entre 1875 y 1879 y otros cuatro en los siguientes cuatro años. Pero de los mismos ninguno llegará a graduarse lo que no necesariamente representa una ineficacia académica sino, más bien, un mayor

¹⁶² A donde posteriormente regresara como gobernador.

¹⁶³ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 8, exp. 22.

¹⁶⁴ Katzman, *op. cit.*, pp. 341, 373-374 y 379.

¹⁶⁵ Tamayo, 1958, *op. cit.*, pp. 57 y 59.

interés en adquirir ciertas habilidades o conocimientos que un título.¹⁶⁶ Así de los casos que se tiene referencia la mayoría va más a perfeccionar sus estudios que a adquirir una carrera como el ingeniero civil de la Escuela de Ingenieros Leandro Fernández quien completó su instrucción en Estados Unidos,¹⁶⁷ mientras que otros, harían sus prácticas profesionales en ese país, es el caso, primero, del ingeniero civil Mateo Plowes y, posteriormente, de los ingenieros de caminos Carlos Daza, Juan Mateos, Álvaro Rodríguez y Francisco Serrano.¹⁶⁸ Solamente se cuenta con el dato de Guillermo de Alba (1873-1935) quien realizó sus estudios de ingeniería en Chicago.¹⁶⁹ Todos los anteriores regresaron a laborar a su país.

Lo anterior confirma, para el caso particular de los ingenieros, lo que Xavier-Guerra señala para todos aquellos que quieren y tienen la posibilidad de realizar estudios en el extranjero en cualquier área del conocimiento pues sostiene que durante el Porfiriato viajan a Europa... “*sobre todo, a Francia y, cada vez más frecuentemente, a los Estados Unidos.*”¹⁷⁰ Junto con las modificaciones a los planes de estudio de 1902 se buscará impulsar el perfeccionamiento de los estudios en el extranjero pues se comienzan a otorgar becas para alumnos destacados que salían a continuar estudiando.¹⁷¹

Vinculación con otras dependencias y asociaciones

Junto con la consolidación de las ingenierías en la Escuela de Ingenieros también se refuerza el vínculo de ésta con el gobierno donde colaboran sus egresados, profesores y directivos. Sobre todo en el caso del Ministerio de Fomento, aún cuando al llegar Díaz al poder Blas Balcárcel es removido tanto de la dirección de la escuela como de esa secretaría la relación entre sus miembros no se romperá. Siendo colocado al frente de Fomento Vicente Riva Palacio y como director de la escuela Antonio del Castillo quien en 1879 es sustituido por el agrimensor Manuel Fernández Leal quien ya era Oficial Mayor de Fomento, donde queda al frente, aún cuando no es designado ministro, al renunciar Vicente Riva Palacio por presiones políticas ese mismo año. Ya en la presidencia de Manuel González, Díaz queda como Ministro de Fomento siendo sustituido en 1881 por uno de sus leales militares, Carlos Pacheco. Al parecer Fernández Leal desempeñaba un importante papel en dicha secretaría por lo que para dedicarse de lleno a ella renuncia a la dirección de la Escuela de Ingenieros¹⁷² pero la relación entre ambas instituciones continúa incluso reforzándose al pasar a depender ésta de ese ministerio a fines de ese año, decisión en la que probablemente influyó Leal. Con la renuncia de Leal pasa a ocupar la dirección de la escuela

¹⁶⁶ Safford, Frank. *The ideal of the practical. Colombia's struggle to form a technical elite.* University of Texas Press, 1976, pp. 150, 152-154 y 159.

¹⁶⁷ Tamayo, 1958, *op. cit.*, p. 51.

¹⁶⁸ AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Prácticas de alumnos. Organización. Solicitudes de prácticas, caja 30, exp. 8.

¹⁶⁹ Katzman, *op. cit.*, p. 338.

¹⁷⁰ Guerra, François-Xavier. *México: del Antiguo Régimen a la Revolución.* Tomo I. FCE. México, 1988, p. 67. Lo que sucederá también con algunos arquitectos como Antonio Rivas Mercado quien estudia dicha carrera en la Escuela de Bellas Artes de París titulándose en 1879. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 112, exp. 9913.

¹⁷¹ Ayala, *op. cit.*, p. 34.

¹⁷² Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2711 y 3033.

nuevamente Antonio del Castillo quedando como secretario de la misma el ingeniero topógrafo Rómulo Ugalde quien era también segundo jefe del Ministerio de Fomento.¹⁷³

Como ya se dijo, al pasar a depender la Escuela de Ingenieros de la Secretaría de Fomento en 1881 se estrechará la relación entre ambos incluso comenzando al siguiente año diversas gestiones y remodelaciones para trasladar las oficinas del Ministerio al Palacio de Minería, dichos trabajos continuaron por lo menos hasta 1886 pero al parecer la Secretaría ya se encontraba instalada en el inmueble.¹⁷⁴ Lo que coincidirá con el traslado de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México también a dicha escuela, de esta forma, la Asociación se comenzó a vincular no solamente con la escuela sino también con Fomento.

Al hacer el *Recuerdo Histórico de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos* Manuel Francisco Álvarez relata que al crearse, al ser la mayor parte de sus miembros ingenieros arquitectos egresados de San Carlos, fácilmente hubieran podido conseguir un local en esa escuela pero el afán de independencia les hizo buscar por si mismos un lugar para sus reuniones.¹⁷⁵ Pero posteriormente, después de ocupar varios espacios, para la década de 1880 se trasladaron al entresuelo del descanso de las escaleras del Palacio de Minería donde realizarían sus sesiones a lo largo de treinta años.¹⁷⁶

Aún cuando Francisco Álvarez resalta la idea de los socios fundadores de mantenerse ajenos a la administración pública y al gobierno, estando sus dos primeros presidentes alejados de la política: Garay y Santiago Méndez. Inmediatamente después narra la eliminación de estos ideales, con los dos directores siguientes: Somera, quien había desempeñado cargos durante el Imperio siendo presidente municipal de la Ciudad de México en 1865 y ocupando al siguiente año la secretaría de Fomento por breve tiempo, y Ramón Agea, quien había colaborado con Santa Anna y Comonfort, y comenzando con su hermano la calzada encargada por Maximiliano.¹⁷⁷ Para bien o para mal la vinculación con el gobierno (y con la Escuela de Ingenieros) se concretaría de manera notoria con el siguiente presidente de la Asociación: Manuel Fernández Leal, quien sería reelecto durante veinticinco años a lo largo de los cuales seguiría ocupando puestos importantes en el Ministerio de Fomento.¹⁷⁸

De esta forma, el acercamiento entre la Escuela y Fomento se da no sólo administrativamente en la dependencia del mismo sino espacialmente al trasladarse las oficinas de la secretaría al Palacio de Minería como al mismo tiempo haría la Asociación de Ingenieros y Arquitectos. Esta

¹⁷³ AGN. Instrucción Pública y Bellas Artes (9) Caja 195. ENI. Exp. 15.

¹⁷⁴ Para crear el espacio necesario se le ordena al director Antonio del Castillo desocupar sus habitaciones y las de los inquilinos del entresuelo solicitándole también un plano del edificio. Al parecer la tardanza en concluir las remodelaciones se debía a que el Ministerio de Hacienda no remitía los fondos necesarios solicitándoselos de 1882 a 1886. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 5. ENI. Administrativo. Solicitudes externas, caja 16, exp. 11 y 13; caja 17, exp. 19 y 21. Administrativo. Contabilidad. Obras, caja 11, exp. 8.

¹⁷⁵ Álvarez, 1918, *op. cit.*, p. 29.

¹⁷⁶ Álvarez comenta que se trasladan en 1880 pero en otro documento se dice que se había puesto un salón a disposición de la Asociación en 1885. AHUNAM. ENI Caja 17. Exp. 22.

¹⁷⁷ Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 117-118. Perló Cohen, Manuel. *El paradigma porfiriano. Historia del desagüe del Valle de México*. Porrúa. IIS. UNAM. México. 1999, pp. 92-93.

¹⁷⁸ Álvarez, 1918, *op. cit.*, p. 56.

relación se confirma por el importante rol que jugaba Manuel Fernández Leal en las tres, pues acababa de dejar el cargo de director de la escuela para ocuparse de tiempo completo como Oficial Mayor de la Secretaría de Fomento a la vez que es electo presidente de la Asociación compartiendo estos dos cargos por largo tiempo y actuando como vínculo entre las tres.¹⁷⁹

La Asociación estrechaba sus vínculos con la escuela y con los ingenieros, lo que ya se apreciaba desde la aceptación de egresados en cualquiera de sus especialidades en 1876, lo que contrasta con su relación con la Escuela de Bellas Artes y la negativa inicial de instalarse en ella. Por otro lado, se abandona la idea de mantenerse independiente del gobierno propiciando en cierta medida el acercamiento con el mismo lo que explica las múltiples reelecciones de Leal a la dirección de la Asociación.

Como en el caso de la Escuela el acercamiento de la Asociación con el Ministerio de Fomento traería beneficios compartidos como la reaparición de los Anales de la Asociación en 1886, suspendidos desde 1871, editados esta vez en la Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento instalada también en el Palacio de Minería. Mientras que el Ministerio podía contar, como de hecho ya venía haciendo, con personal técnico y de dirección capacitado, incorporando egresados de la escuela así como contando con las opiniones de los miembros de la Asociación para resolver controversias técnicas.

Aún al reasignar la Escuela Nacional de Ingenieros al Ministerio de Justicia e Instrucción Pública en 1891 la relación con el Ministerio de Fomento no se romperá permaneciendo sus oficinas en el Palacio de Minería donde seguirían por largo tiempo.¹⁸⁰ Ese mismo año es designado Manuel Fernández Leal Secretario de Fomento donde permanecería hasta 1900 cuando será sustituido por el ingeniero civil Leandro Fernández, quien se desempeñaba como director de la escuela desde 1895 pasando a remplazarlo en este puesto Leal,¹⁸¹ de esta forma, con el cambio de siglo se realiza un enroque entre el director de la Escuela Nacional de Ingenieros Leandro Fernández y el Ministro de Fomento Manuel Fernández Leal. Junto con el vínculo entre la Escuela y el Ministerio de Fomento también continuaría el de ambos con el de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos pues Leal permanece en su presidencia mientras es Ministro de Fomento y al sustituirlo en este cargo Leandro Fernández también es electo para dirigir la Asociación.¹⁸² Con lo que se confirma, no solamente la liga entre ambas dependencias, más allá de que había dejado de depender una de la otra, sino también con la Asociación, la cual tendería a poner en su presidencia a quien fuera Ministro de Fomento.

A principios de 1903 Leandro Fernández deja la Secretaría de Fomento para ubicarse como ministro de Comunicaciones, quedando a cargo de aquella Manuel González Cosío quien dejará en 1905 el puesto en manos del ingeniero topógrafo de la ENI Blas Escontría de origen potosino, quien a la vez será remplazado por el ingeniero yucateco Olegario Molina Solís con el cual en

¹⁷⁹ Luz Fernanda Azuela sostiene que Fernández Leal actuaba como intermediario no sólo entre la Escuela de Ingenieros y la Secretaría de Fomento sino entre ésta y la comunidad científica. *Op cit.*, p. 138.

¹⁸⁰ Por casi un siglo, hasta el 16 de diciembre de 1974. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2702.

¹⁸¹ *Diccionario Porrúa. Historia, biografía y geografía de México*. Ed. Porrúa. México, 1986, p. 1230. Narvaez, *op. cit.*, p. 5.

¹⁸² Álvarez, 1918, *op. cit.*, p. 29.

1907 pasaría nuevamente la ENI a depender de Fomento.¹⁸³ Por su parte, en la escuela continuará como director Manuel Fernández Leal hasta 1909 con los interinatos de los ingenieros civiles Mateo Plowes, José María Salazar y Luis Salazar, siendo sustituido por este último en 1909.¹⁸⁴

En los distintos cambios de adscripción de la Escuela de Ingenieros suele verse favorecida en cuanto a los recursos que se le pueden destinar. Así al pasar a depender de la Secretaría de Fomento en 1881 era ésta una de las dependencias más importantes y con más recursos. Si comparamos el presupuesto federal destinado para educación con el de este ministerio vemos que el segundo es mucho mayor, pues para 1881-1882 se destinaban al primero \$867,244 mientras que a este último \$6,162,627. Lo que permitió, como hemos narrado, diversos beneficios a la escuela. Al pasar al Ministerio de Justicia e Instrucción Pública en 1891 nuevamente se ve beneficiada en términos de presupuesto pues a partir del surgimiento de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas y por el resto del Porfiriato los recursos asignados a Fomento serán inferiores al presupuesto federal destinado a educación. Para 1907 al pasar nuevamente la ENI a depender de Fomento, aún cuando su presupuesto es mucho menor que el de Educación, mantiene un incremento constante.¹⁸⁵

No solamente la Asociación se ve favorecida de su relación con el gobierno sino que este último llega apoyarse en sus miembros, los cuales participaban activamente en diversos proyectos así como en la discusión de las opciones adecuadas para los mismos. Aún cuando sus sesiones eran esporádicas y no demasiado concurridas, en ellas se discutían cuestiones importantes relacionadas con el desarrollo material del país que tenían cierta influencia no sólo en cuestiones técnicas sino en la toma de decisiones del gobierno. Así, participaron en diversos temas, lo que se aprecia en las actas y artículos publicados en sus Anales, encontrando de manera recurrente el tema del desagüe del Valle, tratándose también cuestiones de saneamiento y de irrigación, obras y proyectos de puertos y presas. Vienen varios artículos sobre ferrocarriles siendo mucho más esporádicos los de carreteras así como los de arquitectura y edificación, que no son tan numerosos como pudiera esperarse en una asociación que agrupaba a arquitectos, encontrando de manera más frecuente textos acerca de cuestiones geográficas y topográficas. También se presentan artículos sobre educación, aspectos legales del ejercicio de la profesión, innovaciones tecnológicas y conforme se acerca el fin de siglo se empieza a poner mayor atención en las cuestiones relativas a los materiales.

Al mismo tiempo que los miembros de la Escuela Nacional de Ingenieros refuerzan sus vínculos con el gobierno, principalmente a través de la Secretaría de Fomento y posteriormente con la de Comunicaciones, así como entre ellos a través de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos, también participan en otras organizaciones y publicaciones que iban surgiendo a la par. Algunos egresados de la escuela formaron parte de la Sociedad Antonio Alzate creada en 1884 como Antonio del Castillo, Joaquín Mendizabal y Tamborrel, Guillermo B. y Puga, entre otros. En esta Sociedad Científica se presentaban diversos estudios como el de Santiago Ramírez

¹⁸³ Bazant, , *op. cit.*, p. 245.

¹⁸⁴ Narvaez, , *op. cit.*, p. 5.

¹⁸⁵ Bazant, *op. cit.*, p. 245. *Estadísticas sociales del Porfiriato 1877-1910*. Secretaría de Economía. Dirección General de Estadística. Talleres Gráficos de la Nación. México. 1956. pp. 37-38.

Datos para la historia del Colegio de Minería,¹⁸⁶ los *Apuntes acerca de los cimientos de los edificios en la Ciudad de México* de Adrián Téllez Pizarro¹⁸⁷ y de Manuel Francisco Álvarez *El Dr. Cavallari y la carrera de ingeniero civil en México*, entre otros.¹⁸⁸

También los encontramos colaborando en otras publicaciones como *El Arte y la Ciencia. Revista mensual de bellas artes e ingeniería* que comienza en enero de 1899 dirigida por el arquitecto Nicolás Mariscal, la cual tenía por fin dar a conocer los proyectos realizados por arquitectos, y egresados de bellas artes en general, así como por ingenieros en sus distintos ramos para satisfacer las necesidades de obras materiales que el desarrollo del país requería. En la revista colaboraban, entre otros profesionistas, los ingenieros civiles Roberto Gayol, Ricardo López Guerrero, Luis Salazar y José Villaseñor, los arquitectos e ingenieros civiles Manuel F. Álvarez, Antonio M. Anza, Manuel Couto, Antonio Torres Torija y los hermanos Juan y Ramón Agea (quienes eran además topógrafos), los arquitectos Emilio Dondé, Francisco M. Rodríguez y Antonio Rivas Mercado además de otros ingenieros diversos de la ENI como Santiago Ramírez y Agustín Aragón.¹⁸⁹

¹⁸⁶ México. SEFI, IHH. UNAM. 1982. Facsímil del de la imprenta del gobierno federal en el exarzobispado, 1890. edición de la Sociedad Alzate.

¹⁸⁷ México. Imprenta del gobierno federal en el exarzobispado, 1900.

¹⁸⁸ México. A. Carranza y Comp. Impresores, 1906.

¹⁸⁹ *Historia de la Arquitectura y el Urbanismo Mexicanos*, vol II, tomo II, p. 264.

Segunda parte

DESARROLLO PRÁCTICO DE LA CONSTRUCCIÓN Y DESEMPEÑO PROFESIONAL DE LOS CONSTRUCTORES

“Que en lo sucesivo una plena libertad de conciencia, una absoluta libertad de exposición y de discusión, dando espacio a todas las ideas y campo a todas las inspiraciones, deje esparcir la luz por todas partes, y haga innecesaria e imposible toda conmoción que no sea puramente espiritual, toda revolución que no sea meramente intelectual. Que el orden material, conservado a todo trance por los gobernantes, y respetado por los gobernados, sea el garante cierto y el modo seguro de caminar siempre por el sendero florido del progreso y la civilización.”

Gabino Barreda, “Oración Cívica”

IV. PRIMEROS PASOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA NACIÓN. LA CONSTRUCCIÓN DURANTE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XIX

4.1. ESTANCAMIENTO CONSTRUCTIVO

Ausencia de una política de desarrollo nacional

Aún después de conquistada la Independencia la situación de la naciente nación mexicana continuará siendo conflictiva, presentándose de manera recurrente conflictos armados y rápidas sucesiones en el gobierno.¹ Además, el movimiento emancipatorio había dañado seriamente las bases económicas, productivas y comerciales² situación que sería difícil de corregir dentro del entorno convulsionado por el que tendría que pasar el país durante sus primeras décadas. La nación se encontraba en bancarrota y endeudada, los caminos interiores destruidos y sin reparaciones lo que afectaba aún más al comercio y a la economía en general. La inestabilidad y fragilidad de los gobiernos los llevaba a ocupar sus escasos recursos intentando consolidar su posición, tanto al interior como al exterior del país, más que para buscar reimpulsar la economía nacional.³

A pesar de este contexto conflictivo, cuando las condiciones llegaban a permitirlo, algunos gobiernos buscaban alentar el desarrollo económico proponiendo diversas ideas como fomentar la industria así como la creación de una infraestructura adecuada. Entre las propuestas de reformas destacan las del ingeniero Lucas Alamán,⁴ las cuales eran bastantes amplias, abarcando cuestiones económicas, industriales, de caminos, así como las educativas ya mencionadas.⁵ Su conocimiento de la situación europea y la apreciación del ascenso de la clase industrial así como del ataque que las clases privilegiadas tradicionales habían sufrido, principalmente en el caso francés, lo llevó a buscar ganarse a las clases en ascenso dentro de los grupos privilegiados impidiendo así su alianza con los “*intelectuales políticos*”. Por lo que, aún cuando impulsaba el desarrollo económico e industrial, al mismo tiempo defendía el sostenimiento del orden establecido y de los privilegios de ciertos grupos, de esta forma, defendía los intereses del gremio minero tradicional pero también buscaba impulsar la industria y la agricultura nacional.⁶

A pesar de los ideales de desarrollar la economía nacional los rápidos cambios en el gobierno no permitían una continuidad en las políticas ni la estabilidad necesaria para llevarlas a cabo, además, los recursos gubernamentales, tanto económicos como materiales y humanos eran escasos, no contando ni siquiera con una dependencia que se enfocara en el impulso de la

¹ Tan sólo de 1829 a 1835 hubieron nueve presidentes de la República. Katzman, *op. cit.*, p. 17.

² La agricultura se había reducido a la mitad y la minería a una tercera parte. Vázquez, Josefina Zoraida. “Los primeros Tropiezos” en *Historia General de México*. COLMEX. México, 1981. pp. 744.

³ *Ibid*, pp. 768-777.

⁴ Proveniente de una acaudalada familia minera, estudió en el Colegio de Minería viajando posteriormente por Europa incorporándose al gobierno en 1824 como ministro de relaciones. Azuela, Luz Fernanda, *op. cit.*, p. 36.

⁵ Ver *supra* Primeras propuestas de reformas educativas.

⁶ González Pedrero, Enrique. *País de un solo hombre: El México de Santa Anna, vol. II*. FCE, México. 2003, pp. 112-125.

industria nacional ni mucho menos una política definida en este sentido.⁷ Para 1831 el Ministerio de Relaciones sostenía que “...*en cuanto a obras públicas, tales como caminos, puentes, etc, no se ha hecho adelanto alguno notable*”⁸

Era tal el marasmo en las cuestiones de fomento productivo por parte del gobierno que el mismo Alamán opinaba que:

*“todo lo que ha podido ser obra de la naturaleza y de los esfuerzos de los particulares ha adelantado; todo aquello en que debía conocerse la mano de la autoridad pública, ha decaído...”*⁹

De esta forma, a pesar de la debilidad del gobierno, que no le permitía instrumentar una política de desarrollo nacional, y de la contracción económica general se presentan algunos logros aislados regionales, locales o particulares pues es a este nivel en que en esta época se maneja la élite económica.¹⁰ Así, por ejemplo, la labor de fomento empresarial de Alamán entre 1830 a 1842 mediante el Banco de Avios llevó a la construcción de alrededor de treinta industrias, principalmente textiles y de papel.¹¹ Pero estos desarrollos se presentaban desligados del contexto nacional beneficiando sólo a grupos muy específicos sin repercutir de manera importante en las condiciones generales del país.¹²

Estancamiento constructivo

El entorno conflictivo y de contracción economía general no dejaba de repercutir en la industria de la construcción, la cual, prácticamente se había paralizado con el movimiento de independencia. La aguda descapitalización provocaba que los recursos que se podían destinar a obras fueran muy pocos, mientras que los continuos conflictos disminuían aún más el anhelo de invertir en ellas.¹³ La labor del gobierno en cuanto a la construcción no era muy diferente a la de la economía en general, incapaz no sólo de fomentar la industria sino de convertirse a sí mismo en constructor. La realización de “*obra pública*” es prácticamente nula durante el periodo, de hecho, ni siquiera el concepto mismo se había desarrollado, reflejo de la inexistencia total de una política en estos aspectos.¹⁴

⁷ Solo se contaba con los ministerios de Guerra y Marina, de Justicia, de Relaciones Interiores y Exteriores y de Hacienda. Estando encargados los asuntos industriales y agrícolas, así como los de infraestructura, ya sea al de relaciones, al de hacienda o al de justicia. Comentario de *El Siglo XIX* apoyando el proyecto presentado por del Castillo. *El Siglo XIX*. Domingo 30 de marzo de 1851.

⁸ *Historia de los caminos de México*, tomo II. Siglo XIX. Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos. México, 1944, p. 103.

⁹ Vázquez, *op. cit.*, pp. 777.

¹⁰ Katz, Friedrich. *Ensayos mexicanos*. Ed. Alianza, México, 1994, p. 220.

¹¹ Participando en la construcción de algunas de ellas arquitectos como Enrique Griffon quien realizó la fabrica de hilados de Cocolapan, cerca de Orizaba, en 1836. *Historia de los caminos de México*, tomo II, pp. 64, 67 y 69. Katzman, *op. cit.*, pp. 17-18, 358.

¹² Vázquez, *op. cit.*, pp. 777.

¹³ Katzman, *op. cit.*, pp. 17-18.

¹⁴ Ver *infra* el Surgimiento de una política de desarrollo nacional.

La extrema desigualdad económica hacía que aquellos que estaban en condiciones para solicitar los trabajos de un profesional para construir fueran solamente algunos cientos en todo el país, los cuales muchas veces solían esperar condiciones más estables para invertir en obras.¹⁵ De manera similar a lo que sucedía en la economía en general, en el caso de la construcción, las pocas obras que se realizaban eran encargadas generalmente por hacendados, familias pudientes o, en el mejor de los casos, por oligarquías regionales que pretendían mejorar los caminos o represas con una visión de beneficio particular por lo que la mayoría de la población no solía percibir ningún beneficio.¹⁶

De esta forma, la parálisis en la que entró el sector constructivo con el movimiento de independencia perdurará durante las primeras décadas de la nación. Del número de obras importantes estudiado por Katzman entre 1810 y 1910, el lapso en el que se realizan menos edificaciones es precisamente el que va de 1810 a principios de la década de 1840, (afectado por las guerras de independencia, las civiles y la de Texas) y que, aún cuando posteriormente presenta una pequeña recuperación, continuará en niveles muy modestos por un par de décadas más.¹⁷

El crecimiento demográfico de las ciudades más que reflejarse en un incremento en la construcción de viviendas llevaba a la división de las ya existentes para alojar a una población mayor. Por ejemplo, para 1848 en la Ciudad de México cada casa contenía, en promedio 5. 2 viviendas¹⁸ por lo que aún cuando la población se incrementó de manera importante de finales del siglo XIX a mediados de la siguiente centuria,¹⁹ sus límites permanecieron prácticamente iguales, realizándose acaso viviendas muy humildes vistas con desdén para aparecer en los planos de la época,²⁰ no siendo ni lejanamente proporcional el crecimiento de la ciudad con el incremento de la población.²¹ La política de planeación urbana era inexistente por lo que aún para 1842 se planteaba que el proyecto de desarrollo de la Ciudad de México realizado por Ignacio Castera en 1793 continuaba vigente a pesar de que nunca se llevó a cabo.²²

Aún cuando se realizaban algunas obras pequeñas, las mismas eran generalmente realizadas por alarifes, constructores empíricos o se recurría a la autoconstrucción. Ante la falta de recursos y de estabilidad para realizar las edificaciones que el país iba requiriendo se realizaban algunas reparaciones y adaptaciones de viejos edificios para destinarlos a las nuevas necesidades en vez de

¹⁵ Katzman, *op. cit.*, pp. 17-18

¹⁶ *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, p. 123.

¹⁷ Katzman, *op. cit.*, pp. 17 y 19.

¹⁸ Morales, María Dolores y María Gayón Córdova. "Casas y viviendas de la Ciudad de México. Espejos de las transformaciones urbanas 1848-1882." *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Vol. VII, núm. 146 (016), 1º de agosto de 2003. Universidad de Barcelona.

¹⁹ Pasando de 112,000 a 162,000 habitantes. Jiménez Muñoz, Jorge H. *La traza del poder. Historia de la política y los negocios urbanos en el Distrito Federal de sus orígenes a la desaparición del Ayuntamiento (1824-1928)*. Ed. Dédalo, México, 1993. p. 6. Mientras que Katzman sostiene que de 1790 a 1860 la ciudad casi duplico su población. *op. cit.*, p. 33.

²⁰ La guía de forasteros de Juan N. Almonte de 1853 marcaba prácticamente los mismos límites de la ciudad que el plano levantado por Diego García Conde en 1793.

²¹ Katzman, *op. cit.*, pp. 33-34.

²² Jiménez, *op. cit.*, p. 6.

construir edificios nuevos. Una opción de trabajo para constructores era trabajar como arquitectos de una ciudad o de ciertas construcciones importantes como la Catedral o el Palacio Nacional pero al ser pocas las plazas de este tipo eran muy peleadas reservándose para los arquitectos más reconocidos, a pesar de no ser demasiado importantes las obras realizadas.²³

Los arquitectos tenían un campo de trabajo más particular; el de peritajes y avalúos en el que tradicionalmente se habían desempeñado pues eran los únicos oficialmente designados para realizarlos. Esta labor continuará durante la nación independiente siendo ratificada en 1850 por la Junta Directiva de San Carlos que establece que los estatutos de 1784 siguen siendo validos en cuanto a que los únicos autorizados para hacer tasaciones judiciales en arquitectura serán aquellos aprobados por la Academia. Acuerdo que solo ratifica una situación que se realizaba en la práctica, por ejemplo, en 1844, la Academia autorizaba a cuatro arquitectos así como a dos arquitectos y agrimensores para hacer avalúos de fincas urbanas.²⁴ Entre otros se desempeñaban como valuadores de fincas el arquitecto y agrimensor Manuel María Delgado, y los arquitectos, agrimensores e ingenieros militares Joaquín Heredia y José María Echandia, así como los arquitectos Vicente Casarín, Enrique Griffon y Lorenzo de la Hidalga, aunque no era su única labor profesional.²⁵

Enfoque castrense en la construcción

El entorno conflictivo provocaba que los diversos gobiernos tuvieran que recurrir a militares no sólo para la conservación del poder sino que los mismos se integraron en la estructura administrativa repercutiendo este sistema en las prioridades educativas, como ya vimos,²⁶ así como en la labor constructiva. Desempeñándose los ingenieros militares no sólo en la construcción de edificaciones castrenses, como en las obras de defensa de la Ciudad de México²⁷ o en los puertos y fronteras, sino que colaboraban en las pocas obras civiles que el gobierno impulsaba supervisando algunas o participando como jurados en los concursos.²⁸ Así, encontramos al general Pedro García Conde comisionado como inspector de obras para la construcción del monumento conmemorativo de la independencia en 1843, aunque, por diversos problemas, el mismo no llegaría a construirse. También en el dictamen acerca de las obras del Teatro Vergara, aún cuando en el jurado encontramos algunos arquitectos y profesores, tanto de San Carlos como del Colegio de Minería, la mayoría serían ingenieros militares de ésta última institución.²⁹

²³ Encontrando como maestro mayor de la Ciudad de México al arquitecto José Agustín Paz y al también arquitecto así como agrimensor e ingeniero militar Joaquín Heredia quien sería también arquitecto de Palacio Nacional y de Catedral. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 88. Katzman, *op. cit.*, pp. 360 y 371.

²⁴ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 10122 y 10209.

²⁵ Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 77.

²⁶ Ver *supra* Introducción de una formación militar nacional.

²⁷ Dirigiendo el levantamiento de fortificaciones ante la invasión norteamericana los coroneles de ingenieros Ignacio Mora y Villamil, y José Casimiro Liceaga Quezada.

²⁸ Staples, *op. cit.*, p. 111.

²⁹ Los arquitectos no eran tantos como pudiera esperarse (Griffon y Joaquín Heredia) la mayoría eran ingenieros militares (el mismo García Conde, Manuel Robles Pezuela, José María Márquez) y algunos profesores de San Carlos como de Minería como José Manuel Salinas, profesor de matemáticas en San Carlos, Manuel Castro catedrático en

Ante la falta de ingenieros civiles, los militares no sólo realizaban algunos de los pocos desarrollos constructivos del país, sino que incluso algunos ingenieros militares que, por algún conflicto o por retiro, dejaban la carrera militar llegaron a desempeñarse como ingenieros civiles, tal es el caso del Coronel de Ingenieros Luis Tola Algarin quien trabaja como tal entre 1831 y 1834 (cuando regresa al servicio) así como al final de su vida. De igual forma que el Coronel de Ingenieros Jesús Palafox López de Lara quien al retirarse en 1858 se dedica a cuestiones de ingeniería civil, aún cuando no se conocen sus obras.³⁰

Al nivel de los ayuntamientos también se aprecia un predominio de las cuestiones de seguridad a las cuales se encontraban ligadas, aunque con una importancia menor, las obras materiales. Así la tarea principal de la administración de los ayuntamientos era la de la “*policía urbana*” la cual tenía una amplitud mayor que nuestro concepto actual ya que abarcaba el cuidado de la vía pública en general: limpieza, higiene, salubridad y ornato de los pueblos, por lo que también solía denominarse como “*policía de seguridad y comodidad*”. Desde la independencia de la nación se retoma esta concepción que se encuentra ya en las Cortes de Cádiz de 1812 (e incluso antes), siendo planteada nuevamente para el caso de la Ciudad de México en las ordenanzas municipales de 1840 quedando a cargo del ayuntamiento “*la policía de salubridad, de comodidad y ornato, de orden y seguridad*”.³¹

Dentro del contexto conflictivo y fracturado del país la movilidad de la mano de obra era muy limitada por lo que las obras que el gobierno consideraba prioritarias, alguna de las cuales se encontraban alejadas, se realizaban apoyándose en el sistema de presidios.³² A los cuales se llevaban a diversos sentenciados por algún delito para realizar los diferentes trabajos que se les encomendaban, aún cuando podían recibir algún pago. Por ejemplo, para la reparación del camino de la ciudad de México a Veracruz se establecieron dos presidios para proporcionar la mano de obra,³³ lo que se intentó también en los ferrocarriles, pues la concesión de 1842 ferroviaria en esa misma ruta incluía la obligación de construir un presidio para 200 hombres quienes, en un principio, representarían la mayor parte de la fuerza de trabajo, lo que sería ratificado en la nueva concesión de 1856 otorgada a Manuel Escandón acordando que “*los reos que fueran condenados a obras públicas en los Estados*” serían destinados a los trabajos del tendido de esta vía.³⁴

ambas escuelas y José Manuel Herrera profesor de química en el Colegio de Minería donde impartía también otro jurado: Tomás Ramón del Moral. Así como el ingeniero militar y de minas Luis Robles Pezuela, el arquitecto y comandante de batallón Domingo Got y el “*Arquitecto de Minería*” Antonio Villard. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 88, 94 y 124.

³⁰ Flores Bustamante, *op. cit.*, pp. 35-37.

³¹ Rodríguez Kuri, Ariel. *La experiencia olvidada. El ayuntamiento de México: política y gobierno, 1876-1912*. COLMEX. UAM Azcapotzalco. México, 1996, pp. 33-34.

³² Los presidios que durante la Nueva España habían servido como puestos de avanzada del ejército septentrional, con la Independencia fueron tomando un giro más de encierro no sólo para aquellos que cometieran alguna falta sino también para los militares enrolados de manera forzada.

³³ Sistema que se siguió en otros caminos con escasos resultados. Rivera Cambas, Manuel. “México pintoresco artístico y monumental” en Baz, Gustavo y Eduardo Gallo. *Historia del ferrocarril mexicano*. Edición facsimilar de la primigenia de 1874. Ed. Cosmos, México, 1977, p. 9.

³⁴ Aún para 1860 las condiciones de vida y de trabajo y vida de los trabajadores en la construcción de este ferrocarril se asemejaban a las “...de las penitenciarías y de los campos de trabajo forzado”. Connolly, Priscilla. *El contratista de don Porfirio: obras públicas, deuda y desarrollo desigual*. FCE. El Colegio de Michoacán. México. 1997, pp. 184-

A pesar de las pocas construcciones realizadas durante el periodo, y de los pocos datos con los que se cuenta,³⁵ se aprecia que, en algunos casos, también se recurría a los presidiarios como fuerza de trabajo en las obras urbanas así como a los ingenieros militares para dirigirlos. Por ejemplo, en Puebla en 1826 se aprobó una ley por la cual “*a todo lépero que se encontrara desnudo o pidiendo limosna en las calles se le condenaba a laborar un mes en los trabajos emprendidos por el gobierno para el mejoramiento de la ciudad*”.³⁶

4.2. OTRAS OPCIONES DE TRABAJO

Predominio de los ingenieros militares

A pesar de que no se lograba consolidar ni en la academia ni en la práctica laboral, la ingeniería desligada de la milicia por lo menos el término de ingeniero irá ganando poco a poco una mayor aceptación después de la Independencia. Ya desde 1821 es que un ingeniero adquiere el cargo de Maestro Mayor de la Ciudad de México, uno de los puestos más altos a que podía aspirar un constructor desde la época novohispana después del de “*maestro mayor del reino*”.³⁷ Al parecer tuvieron los ingenieros un buen desempeño y aceptación en dicho cargo pues entre 1844 y 1846 el ayuntamiento sustituye el cargo de Maestro Mayor de la Ciudad de México por el de *Ingeniero Civil*. Aún cuando el mismo lo podían obtener arquitectos o ingenieros militares con conocimientos de “*empedrados, instalaciones hidráulicas y servicios colectivos en general*” al no existir la carrera de ingeniería civil en el país.³⁸

A pesar de lo anterior, generalmente los ingenieros militares eran los que solían ocupar las opciones de trabajo. No sólo en las labores constructivas sino también en otras áreas se dejaba sentir su importancia al lado de los arquitectos así como alumnos y maestros del Colegio de Minería. De manera general, los egresados del Colegio Militar, de Minería y de la Academia de San Carlos solían regresar a su *alma mater* a dar clases pero también en alguna de las otras escuelas. Como ya se comentó, desde sus inicios la formación de ingenieros militares se apoyó en profesores y egresados de otras escuelas superiores sobre todo del Colegio de Minería pero también de la Academia de San Carlos pero, posteriormente, al irse formando los primeros ingenieros militares nacionales el intercambio de profesores sería mutuo en las áreas fisicomatemáticas así como en las de construcción y arquitectura. No siendo raro que los ingenieros militares desplazaran a arquitectos y a egresados del Colegio de Minería, llegando incluso los ingenieros militares a predominar en la dirección de esta escuela.³⁹

185. Aún cuando al año siguiente la empresa de Escandón es eximida de construir la “penitenciaría”. Urías Hermosillo, Margarita. “Manuel Escandón: de las diligencias al ferrocarril. 1833-1862.” En Ciro F. S. Cardoso (coord.) *Formación y desarrollo de la burguesía en México*. Ed. Siglo XXI. México, 1978, pp. 47-48 y 51.

³⁵ Priscilla Connolly sostiene que la investigación de las relaciones productivas en la construcción ha sido practicante nula para este periodo. *Op. cit.*, pp. 178-179.

³⁶ Citado en Connolly, *op. cit.*, p. 154.

³⁷ *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo II, p. 167

³⁸ Katzman, *op cit.*, pp. 61-62.

³⁹ De 1826 a 1833 ocupa ese cargo el Coronel Francisco Robles, con la creación del tercer establecimiento en octubre de 1833 se designa como su director al coronel de ingenieros Ignacio Mora y Villamil; también el 1° de julio de 1843

También, desde esta época el Estado ve la conveniencia de contar con individuos capacitados para organizar y administrar el país, por lo que varios egresados como ingenieros o arquitectos, ante lo reducido de su campo de trabajo natural, tendrán la opción de laborar dentro de la burocracia estatal llegando a ocupar algunos cargos públicos altos. Teniendo un papel más destacado los egresados de Minería que los arquitectos, encontrando entre los primeros a algunos que ocuparon puestos importantes como el ya mencionado Lucas Alamán, quien se desempeñó como primer ministro de Relaciones, Tomás Ramón Moral quien, además de profesor en el Colegio, fue diputado al Congreso General y a la legislatura del Estado de México.⁴⁰ Pero, nuevamente, el contexto convulsionado hacia que se destaquen en el gobierno los ingenieros militares como Ignacio Mora y José María Tornel, ambos, ministros de guerra.⁴¹

Primeros trabajos cartográficos

Después de lograda la independencia era apremiante contar con un conocimiento apropiado del territorio nacional por lo que se organizaron diversas comisiones como la del Istmo de Tehuantepec (1823-1826) y la de los alrededores de la Ciudad de México (1825).⁴² En un principio se contrataron peritos facultativos del Colegio de Minería para las exploraciones geográficas, en las comisiones de límites y en el levantamiento de las cartas del territorio nacional e incluso para las cartas geográficas que requería el ejército⁴³ pero poco a poco, en parte por su importancia estratégica, estos trabajos fueron tomando un aspecto ligado a la defensa nacional por lo que con el tiempo también tenderán a predominar en ellos ingenieros militares junto con egresados del Colegio de Minería.

En 1826 el Congreso aprobaba una partida para la Comisión de Límites de la frontera noreste de México (1827-1831)⁴⁴ pero otros gastos de la misma deberían ser cubiertos por la Secretaría de Guerra.⁴⁵ Dentro de las reformas implementadas por Gómez Farías en 1833 se crearía el Instituto Nacional de Geografía y Estadística en el que participan algunos profesores del Colegio de Minería⁴⁶ pero la situación frágil y conflictiva del país llevará a su cierre, surgiendo

es designado como director del Colegio de Minería el Ministro de guerra y Marina José María Tornel ocupando dicho cargo hasta su muerte en 1853. Tornel también fue gobernador del Distrito Federal, diputado, senador y ministro. Ramírez, Santiago, *op. cit.*, pp. 283, 312 y 367. Aún cuando parece que Tornel si estudio en el Colegio de Minería. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 63.

⁴⁰ Ramírez, *op. cit.*, p. 331.

⁴¹ Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 63.

⁴² Formada por el coronel Ignacio Mora, teniente coronel Luis Pelaez, y los capitanes Joaquín Velázquez de León, Pedro García Conde, Rafael Duran y Manuel Reyes. Orozco y Berra, *op. cit.*, p. 384. Mientras que en 1826 colaboraba en el levantamiento del plano del Distrito Federal el teniente coronel de ingenieros José Mariano Monterde Ángeles.

⁴³ Contratando como peritos facultativos para estas laboras a Tomás Ramón del Moral, Joaquín Velázquez de León, José María Cortés Gallardo y Manuel Mier y Terán. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 55.

⁴⁴ Esta última, estaba encabezada por el General Manuel Mier y Terán, quien había interrumpido sus estudios en el Colegio de Minería para incorporarse a las fuerzas insurgentes, contaba además con los ingenieros militares Constantino Tarnava y José Batres. Azuela, *op. cit.*, pp. 29, 81-82.

⁴⁵ González Pedrero, vol. II, *op. cit.*, p. 549.

⁴⁶ Como Tomás Ramón del Moral, Joaquín Velázquez de León y posteriormente Manuel Andrés del Río.

posteriormente en su lugar la Comisión de Estadística Militar en 1839 la cual le concedió rango militar a aquellos que requería para sus labores de estadística y geografía ya que no aceptaba como miembros a profesionistas civiles.⁴⁷ Lo que refuerza el carácter estratégico militar de la cartografía del país pues ya desde antes era responsabilidad del Cuerpo de Ingenieros (militares) realizar los levantamientos no sólo de cada región militar y fortaleza sino también de cada ciudad.⁴⁸

Aún cuando desde la consolidación de la nación independiente se pensó en realizar la carta general del país no se contaba con la información suficiente y a pesar de que posteriormente, al surgir la Comisión de Estadística Militar, se le encomendó como labor principal su conclusión, los diversos conflictos dificultarían su trabajo por lo que aún cuando hace importantes avances no lograría verla terminada. Por otro lado, los diversos estados emprenden trabajos geográficos por su cuenta pero a pesar de ser importantes en número, se encontraban dispersos y carecían de una metodología común, lo que dificultaba su integración sirviendo sólo para intereses focalizados.⁴⁹ También los diversos proyectos que estaban surgiendo en diferentes regiones del país motivaron los trabajos cartográficos, por ejemplo, desde 1842 y 1843 se realizó el Reconocimiento del Istmo de Tehuantepec con el objeto de construir una vía interoceánica.⁵⁰

El predominio de los ingenieros militares en estas cuestiones perdurará hasta mediados del siglo XIX, cuando después del despojo de más de la mitad del territorio nacional se creará una nueva Comisión de Límites con los Estados Unidos encabezada por un ingeniero militar, el coronel Pedro García Conde,⁵¹ quien sería sustituido al fallecer, en diciembre de 1851, por José Salazar Ilarregui, también militar y graduado del Colegio de Minería agrimensor y ensayador (1846). Nuevamente, con el Tratado de la Mesilla por el que se vendía una franja del territorio nacional en 1854 se crea una nueva comisión siendo dirigida también por Ilarregui.⁵² Los trabajos de la Comisión terminan hasta 1856 siendo premiados varios de sus miembros con los primeros títulos de ingenieros geógrafos, como Ilarregui y Francisco Jiménez, otorgados por el Colegio de Minería.⁵³

⁴⁷ *Historia de los caminos de México*, tomo II, *op. cit.*, pp. 95 y 97. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 56. y Azuela, *op. cit.*, p. 96.

⁴⁸ *Historia de los caminos de México*, tomo II, *op. cit.*, p. 73.

⁴⁹ Orozco y Berra, *op. cit.*, pp. 344 y 421-422. Por ejemplo, en el levantamiento de la carta científica del Estado de México participó Tomás Ramón del Moral. Ramírez, Santiago, *op. cit.*, p. 331.

⁵⁰ Aún cuando la misma no sería realizada sino más de medio siglo después. La comisión fue dirigida por Cayetano Moro con quien colaboraban José González Robles y Teodoro de la Trouplinière, quien sería sustituido al poco tiempo por Manuel Robles de Pezuela. Azuela, *op. cit.*, pp. 93-94.

⁵¹ Siendo nombrado como agrimensor José Salazar Ilarregui; Francisco Jiménez y Francisco Martínez, como ingenieros de 1ª y Agustín García Conde y Ricardo Ramírez, como de 2ª. Flores, *op. cit.*, pp. 29-30. Orozco y Berra, *op. cit.*, p. 436.

⁵² Designando como primer ingeniero al ingeniero militar Francisco Jiménez, además de contar con los ingenieros militares Manuel Alemán y Agustín Díaz, así como el hermano de éste último, Luis; el agrimensor e hidromensor Manuel Fernández Leal, Francisco Herrera, Miguel Iglesias, Ignacio Molina y Antonio Contreras. *Ibid*, p. 463.

⁵³ Siendo también Ilarregui designado diputado suplente al Congreso General por Chihuahua. *Ibid*. Tamayo Pérez, Luz María. "José Salazar Ilarregui y la Comisión de Límites Mexicana" en Rodríguez-Sala (coord.) *Del estamento ocupacional a la comunidad científica: astrónomos-arsitólogos e ingenieros (siglos XVII al XIX)*. UNAM, México, 2004, pp. 217, 220-221.

Fracaso en la colonización del norte del país

Desde los primeros tiempos del México independiente se tenía ya la idea de la necesidad de aumentar la población en algunas regiones del país, principalmente de aquellas menos habitadas. Viendo en la colonización el remedio más eficaz, no sólo para su ocupación sino también para la explotación adecuada de sus recursos, pues se esperaba que con la atracción de extranjeros se desarrollara la pequeña propiedad así como la agricultura. Para lo cual tanto el gobierno central como los estados solían tomar medidas para fomentarla, dando facilidades y recursos para el establecimiento de nuevas colonias.

Desde 1824 y 1825 se decretaron leyes en las que se alentaba a los extranjeros a migrar hacia México ofreciéndoles tierras para colonizar.⁵⁴ A pesar de que varios estados realizaron la venta de terrenos baldíos supuestamente a colonos, la realidad era que éstos eran prácticamente nulos, sobre todo si se compara con la inmigración que en esa época se estaba dando en los Estados Unidos.⁵⁵ El fracaso de la política de colonización en esta época se aprecia de manera clara precisamente en el conflicto texano y en la posterior pérdida de más de la mitad del territorio nacional ante el expansionismo estadounidense.

Recién conquistada la independencia, el gobierno otorgó generosos permisos para la colonización de Texas, se decretó una ley en 1822 en condiciones sumamente favorables restringiéndola solamente a católicos y a que se establecieran en las costas y fronteras.⁵⁶ Pero la invasión paulatina de colonos norteamericanos estaba más regulada por una compañía y un banco que vendía los permisos gratuitos otorgados por los mexicanos que por las regulaciones creadas por éstos. La afluencia de norteamericanos empezó a preocupar al gobierno mexicano ante los riesgos de separación sobre todo ante la opinión de algunos primeros ministros norteamericanos de comprar Texas y de la proclamación de la República de Fredonia en 1826. Por lo que uno de los objetivos principales de la Comisión de Límites encabezada por Manuel de Mier y Terán era la de estudiar la posibilidad de poblar las regiones deshabitadas con europeos buscando contrarrestar el rápido crecimiento de inmigrantes estadounidenses proponiendo, además, que se establecieran presidios para resguardar militarmente esa región.⁵⁷

Ante lo crítico de la situación, a propuesta del ministro Lucas Alamán, se decretó una ley mediante la cual se prohibía a todo extranjero ocuparse de la delimitación de terrenos en Texas (quedando a cargo de la Federación), así como la inmigración de nuevos estadounidenses y se suspendían los contratos que fueran opuestos a la ley. Pero era tal el estado de ingobernabilidad en Texas que prosiguió la colonización y la venta de terrenos a norteamericanos. Sirviendo más las nuevas leyes para dar pretextos al movimiento rebelde texano, lo que llevaría a la declaración de la independencia de Texas en 1836 y, aún cuando Santa Anna intentaría someterlos, las

⁵⁴ González Pedrero, *op. cit.*, p. 525.

⁵⁵ Siliceo, *op. cit.*, p. 45.

⁵⁶ El terreno se regalaba, se concedía la exención de impuestos y la libre importación de artículos para la nueva colonia.

⁵⁷ González Pedrero, *op. cit.*, pp. 549-550. Vázquez, *op. cit.*, pp. 804-806.

condiciones eran muy desfavorables complicándose por el apoyo que el gobierno estadounidense prestaba extraoficialmente a los independentistas.⁵⁸

De manera similar, a pesar de los esfuerzos nacionales, para la década de los cuarentas, California se fue poblando de estadounidenses madurando, a la vez, el ideal expansionista norteamericano, desarrollando en 1845 John L. Sullivan su idea del “*Destino Manifiesto*”, mismo año que Texas se incorpora a los Estados Unidos.⁵⁹ Ante las negativas a las ofertas de compra del gobierno estadounidense de territorio nacional se buscó que los texanos motivaran una guerra lo que tampoco resultó. Impaciente, a principios de 1846, el presidente Polk ordenó ocupar el territorio entre el río Nueces y el Bravo, con lo que se produjeron enfrentamientos lo que fue el pretexto para la declaración de guerra por parte de los norteamericanos. Las confrontaciones internas, los intereses particulares y la desorganización no permitieron ofrecer una resistencia apropiada, colocando los estadounidenses su bandera en Palacio Nacional el 16 de septiembre de 1847, acordándose al siguiente año la cesión de Nuevo México y Alta California a cambio de una indemnización.⁶⁰

Los casos anteriores ilustran el fracaso del intento de colonizar las inmensas tierras del norte del país al mismo tiempo que nos hablan del éxito en esta materia de los estadounidenses. De manera general, como sostendrá posteriormente el ministro de fomento Manuel Siliceo, durante la primera mitad del siglo XIX, a pesar de los intentos y facilidades, no se había realizado en el país nada...

*“que merezca el nombre de colonización; pues no puede llamarse tal la inmensa venta que de terrenos baldíos hicieron los Estados, sin conseguir la ventaja de aumentar su población y su agricultura, supuesto que una y otra han tenido muy pocas creces en algunos Estados, y en los demás se encuentran por lo menos estacionarias”.*⁶¹

4.3. INFRAESTRUCTURA Y TÉCNICAS ATRASADAS

Reparación de los caminos

Al intentar dar sus primeros pasos de manera independiente México se encontraba convulsionado por constantes conflictos internos encontrándose además los caminos en una situación precaria lo que limitaba la comunicación y el comercio del país. Los pocos caminos para carros realizados durante la Nueva España se encontraban destruidos, la ruta considerada como la más importante del país, la de México a Veracruz por Jalapa, aunque en algunos tramos podía transitarse en carruaje en otros se reducía a estrechas veredas. El ambiente turbulento también se reflejaba en los caminos en los que abundaron los bandidos lo que colaboraba a su mayor

⁵⁸ *Ibid*, pp. 806-808. González Pedrero, *op. cit.*, pp. 561, 564 y 577.

⁵⁹ La visión expansionista del gobierno estadounidense se aprecia ya en 1842 cuando la flota liderada por Jones tomó el puerto de Monterrey, Alta California, pensando que habían comenzado las hostilidades entre los dos países.

⁶⁰ Vázquez, *op. cit.*, pp. 810-818.

⁶¹ Siliceo, *op. cit.*, p. 45.

abandono. De manera general, con lo más que se contaba era con los llamados caminos de herradura aptos solamente para la arriería, los cuales solían ser de difícil recorrido incluso para los arrieros en algunas partes.⁶²

Aún cuando se tenía el anhelo de que las vías de comunicación serían uno de los pilares que sustentarían el desarrollo nacional, sus pésimas condiciones perdurarán por un largo tiempo.⁶³ No había ninguna política estatal para el fomento de los caminos, se suponía que una dependencia del Ministerio de Relaciones Exteriores e Interiores era la encargada del sistema de caminos pero cuando la Secretaría se ocupaba del tema solo era para resaltar su preocupante estado de deterioro así para 1829 dice “*nada se ha adelantado en la apertura de nuevos caminos*” y en la de 1831 “*...en cuanto a obras públicas, tales como caminos, puentes, etc, no se ha hecho adelanto alguno notable*”⁶⁴ Aún cuando en 1842 se establece la Dirección General de Caminos y se crea el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Puentes y Calzadas (de corte civil) los mismos no logran prosperar por lo que, en 1846, se hacen nuevas modificaciones creándose la Dirección General de Colonización e Industria, encargada entre otras cosas de la construcción y reparación de caminos, pero que tampoco tendrá un impacto importante.⁶⁵

Ante la falta de reparaciones y apertura de nuevos caminos por parte del gobierno, las obras realizadas, cuando las había, eran dejadas en manos de grupos de particulares, surgiendo diversas juntas o direcciones encargadas de caminos regionales, aunque realizando principalmente reparaciones.⁶⁶ El ejemplo más destacado en este sentido es el de la empresa encabezada por Manuel Escandón⁶⁷ la cual en 1834 quedó encargada de reparar algunos de los caminos principales del país a cambio del derecho de cobro de peajes.⁶⁸ Un año antes Escandón había comprado la única línea de diligencias del país, la de México a Veracruz⁶⁹ por lo que él sería uno de los mayores beneficiarios del mejoramiento de los caminos. En otro convenio con el gobierno, también de 1834, la compañía de Escandón quedaba encargada del traslado de la correspondencia de México a Veracruz a cambio de \$20,000 anuales.⁷⁰ Escandón mejoró la infraestructura del sistema de diligencias e introdujo nuevas rutas de México a Puebla y a Toluca, ampliando el

⁶² Dentro la multitud de arrieros se encuentra el mismo Vicente Guerrero en la ruta de México a Acapulco. *Historia de los caminos de México*, tomo II, *op. cit.*, pp. 43, 55, 59 y 73.

⁶³ Para el caso de los caminos, Lucas Alamán tenía el ideal de que su mejoramiento “...daría nueva vida a nuestro comercio y agricultura, cuyos frutos por esta falta no son transportables” Citado en *Historia de los caminos de México*, tomo II, *op. cit.*, p. 67.

⁶⁴ *Ibid*, 103.

⁶⁵ León López, Enrique G. *La ingeniería en México*. Sep setentas. México, 1974, pp. 55-56.

⁶⁶ Por ejemplo, en 1828, el gobierno de Jalisco nombra como director de caminos al arquitecto José Mariano Domínguez. Katzman, *op. cit.*, p. 352. Álvarez, Manuel Francisco, 1906, *op. cit.*, p. 121 y 123-124.

⁶⁷ Margarita Urias ubica a Manuel Escandón dentro del grupo de comerciante-empresarios que fueron desplazando sus vínculos con España hacia los centros más desarrollados del capitalismo mundial, principalmente Inglaterra, para la consolidación de su importancia en el país solían apoyarse en sus relaciones políticas y en el caso de la familia Escandón fueron muy importantes también sus vínculos de parentesco. Urias, *op. cit.*, pp. 25-27.

⁶⁸ Encargándosele los caminos de México a Cuernavaca y a Querétaro, de esta última a Zacatecas y Guadalajara, de ésta a Villa de Lagos y de Perote a Veracruz, así como 20 de leguas de la salida de Puebla a Perote. Para lo cual se le cedieron a la empresa por 15 años los peajes de las garitas de Jalapa y Veracruz y el derecho de establecer otras dos.

⁶⁹ Anteriormente de capital norteamericano.

⁷⁰ Lo que no representaba para la empresa ningún costo como encargada del servicio de diligencias del puerto a la capital. *Historia de los caminos de México*, *op. cit.* pp. 73 y 75.

servicio hacia Guadalajara en 1838.⁷¹ Riguzzi sostiene que este sistema de diligencias será la única innovación en el transporte hasta la introducción de los ferrocarriles.⁷²

Aún cuando desde esta época se buscará la introducción de ferrocarriles al mismo momento de intentarlo, tanto políticos, empresarios y constructores, se darán cuenta de lo impreparados que se encontraban para tan magna labor, dificultada aún más por un contexto tan conflictivo. En el caso de la construcción de la ruta a la que se le concedía la mayor importancia, como lo era la de México a Veracruz, la primera concesión se otorgó desde 1837 pero, primero caducó el permiso y el concesionario murió, antes de que pudieran iniciarse los trabajos. La falta de capital de los empresarios nacionales que incursionaban en las concesiones del gobierno para la construcción del tendido de vías era un hecho generalizado. Por su parte, los problemas técnicos no eran menos complejos, pues lo abrupto de la geografía del país representaba un gran reto para la construcción de las vías férreas.⁷³

Muchas de las concesiones otorgadas, como en el caso de la colonización, sirvieron más para especulación pues las mismas eran revendidas o solamente se obtenían beneficios de las facilidades otorgadas por el gobierno, por ejemplo, de las loterías que les eran permitidas organizar para la construcción de los ferrocarriles.⁷⁴

Paralización de las obras hidráulicas

En cuanto a las obras hidráulicas, algunas fueron destruidas por los movimientos armados y otras dejaron de conservarse durante gran parte del siglo. Aún cuando en el periodo se creó una Comisión de Aguas, en la que trabajó el arquitecto e ingeniero militar José María Echandia entre 1839 y 1840, los trabajos emprendidos fueron muy escasos e insignificantes.⁷⁵

La difícil situación política no sólo paralizó los trabajos del desagüe del Valle de México sino que se descuidaron las obras ya existentes pero afortunadamente el clima fue benigno, no presentándose en esa época grandes precipitaciones que desbordaran las aguas.⁷⁶ Aún cuando a principios de los treinta, en el corto gobierno de Anastasio Bustamante, se reactivaron los trabajos⁷⁷ y que poco después Lucas Alamán logró que el Congreso destinara recursos para las obras, sin embargo, los conflictos internos no permitieron prácticamente ningún adelanto.⁷⁸ De hecho, el único proyecto integral desarrollado en la época sería obra del ingeniero M. L. Smith, teniente del ejército que ocupó la capital en 1848, por encargo de la Asamblea Municipal, pero el

⁷¹ Urías, *op. cit.*, pp. 36-36.

⁷² Riguzzi, *op. cit.*, p. 44.

⁷³ Lo cual se haría patente desde la complicada ruta México-Veracruz. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, pp. 129 y 134.

⁷⁴ Riguzzi, *op. cit.*, pp. 56 y 63.

⁷⁵ Katzman, *op. cit.*, p. 354.

⁷⁶ Como comenta Francisco de Garay “...el cielo fue piadoso con esta pobre sociedad. Los lagos abandonados, los diques agrietados, parecían comprender la situación, y no abusaron; se conservaron dentro de sus límites”. Citado en Perló Cohen, *op. cit.*, p. 49.

⁷⁷ Siendo dirigidos por el Coronel José Rincón.

⁷⁸ *Ibid.*, pp. 49-50.

mismo no se llevaría a cabo. Ante las inundaciones de ese mismo año colaboraba ya en las obras para reducir estos males el ingeniero civil Francisco de Garay recién llegado de Europa.⁷⁹

En cuanto a las obras portuarias los trabajos tampoco eran demasiado importantes y, de igual forma como sucedía en otras áreas, grupos de intereses solían vincularse con estas obras destacando nuevamente el caso de Manuel Escandón, quien tenía gran importancia en el comercio de Veracruz participando también como fiador de las aduanas en las cuales tenía importantes contactos. Junto con otros comerciantes y empresarios firmaron un contrato con el gobierno para construir los muelles, almacenes y oficinas para la aduana del puerto comenzando los trabajos en 1843 siendo concluidos en 1847. Para fines de esa década Escandón ya había extendido sus intereses y contactos hacia el Pacífico, en los puertos de San Blas y Mazatlán.⁸⁰

Materiales y métodos tradicionales

El aletargamiento de la construcción también repercutía en sus procedimientos por lo que la mayoría de los materiales seguían siendo los tradicionales. Recurriendo a la utilización de mampostería y madera sobre todo en las construcciones importantes mientras que el adobe era generalmente ocupado en edificaciones más humildes, aún cuando también se recurrió a él en algunas iglesias. El tabique se ocupaba ya desde la Nueva España pero solamente era utilizado como recubrimiento más que como material estructural. Mientras que los aglomerantes utilizados eran la cal y el barro, así como la llamada mezcla terciada, a la cual, además de contener cal y arena, se le agregaba barro o tierra proveniente del mismo lugar de la construcción, por lo que resultaba más económica.⁸¹

Una situación similar se presentaba también en lo referente a los métodos y técnicas utilizados. El hecho de valorar la resistencia y estabilidad de las construcciones mediante su pesadez era una idea común, siendo los empujes horizontales (debidos a vientos y temblores, pero también transmitidos por bóvedas) generalmente contrarrestados mediante el ensanchamiento de muros o con pilastras.⁸² Pero en el caso del terreno débil del centro de la Ciudad de México el aumento de las dimensiones de los muros resultaba en una disminución de la estabilidad al aumentar el peso de las edificaciones y, con el mismo, los hundimientos. Lo que se podía observar en varios edificios novohispanos importantes como la Catedral, la Casa de Moneda y el Palacio de Minería, entre otros.⁸³

En cuanto al importante punto de los cimientos, ya desde la época prehispánica los pobladores del Valle de México habían tenido que lidiar con la poca resistencia de su suelo desarrollando

⁷⁹ Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 125.

⁸⁰ Urías, *op. cit.*, p. 44.

⁸¹ Téllez, *op. cit.*, pp. 72-73. Katzman, *op. cit.*, pp. 314-315.

⁸² De manera general, se solían reforzar las paredes con cadenas y pilastras de sillería o se dejaba empotrado un entramado de vigas horizontales y verticales. *Ibid*, p. 317.

⁸³ En este último Tolsá no tomó en cuenta las características del suelo y después el arquitecto francés Villard sobrecargó aún más el edificio. Comentario de Antonio del Castillo acerca de la situación material del Palacio de Minería. *La libertad*. 22 de febrero de 1884. p. 2. Díaz y de Ovando, tomo III, *op. cit.*, pp. 3264-3266.

cimentaciones mediante estacas o pilotes y a base de emparrillados, ambos de madera,⁸⁴ los cuales fueron retomados en las construcciones novohispanas. Con la instauración del Colegio de Minería estos procedimientos tuvieron un mayor apoyo teórico con la introducción de algunos autores europeos que los recomendaban, como Belidor⁸⁵ por lo que seguirán siendo ocupados. Pero el sistema de cimentación más recurrido en la época, en las pocas construcciones que se llevaron a cabo, era el realizado mediante mampostería con mezcla terciada, por ser más práctico y económico.⁸⁶

⁸⁴ León, *op. cit.*, p. 33; Tamayo, 1972, *op. cit.*, pp. 187-192; y Bracamontes, *op. cit.*, pp. 169-170.

⁸⁵ Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 97. Desde la creación del Colegio de Minería Elhuyar propone comprar varios libros, entre ellos algunos de Belidor. Ayala, *op. cit.*, pp. 26-27.

⁸⁶ Téllez, *op. cit.*, pp. 72-73.

V. LA ÉPOCA DE LAS REFORMAS

5.1. REESTRUCTURACIÓN GUBERNAMENTAL

Nuevas dependencias encargadas del desarrollo material

A pesar de los intentos anteriores, será hasta mediados de siglo cuando los ideales modernizadores se reflejen en una reorganización administrativa enfocada a impulsar la economía nacional y superar las enormes carencias materiales buscando desarrollar su infraestructura así como su integración mediante comunicaciones adecuadas. Por lo que se comienza a proponer la creación de una dependencia gubernamental encargada específicamente de alentar el desarrollo material del país. Así, en 1851, junto con su propuesta de renovación del Colegio de Minería, Antonio del Castillo plantea al Congreso la desaparición de la Junta de Fomento y Administrativa de Minería creando en su lugar el más amplio Consejo de Minería y Obras Públicas, el cual, como su nombre lo indica, se encargaría no sólo de las cuestiones mineras sino también de colaborar en la planificación de las vías de comunicación, caminos, proyectos de navegación, establecimiento de puentes, control de las acequias del Valle de México... *“en fin, todo lo que sea posible añadir de obras públicas capaces de mejorar nuestra condición social”*.¹

Al manifestar su apoyo al proyecto de del Castillo el diario *El Siglo XIX* llevaba la propuesta de reestructuración administrativa más lejos dejando ver otra inquietud que ya estaba presente, pues decían los editores que en dicho proyecto...

*“se percibe la esperanza de una institución nueva sobre la cual, según sabemos, ecsiste ya también otro proyecto en el cuerpo legislativo: hablamos de la creación de un nuevo ministerio, cuya cartera debe comprender todos los negocios relativos á agricultura, minería, industria, instrucción y obras públicas.”*²

Proponiendo que este ministerio que nombran como de *“mejoras materiales”* sería el complemento de las reformas propuestas por del Castillo para el Colegio de Minería, resaltando la urgencia de su creación para el *“progreso y prosperidad”* del país.³ Así como habían apoyado sus reformas académicas, la comisión especial del Congreso también respaldó en su esencia las ideas de Antonio del Castillo de la creación de un Consejo de Minería y Obras Públicas pero, como ya se dijo, las reformas propuestas por del Castillo no lograron ser aprobadas en el Congreso en un principio y posteriormente éste es disuelto, recuperando los conservadores el poder y colocando, una vez más, a Santa Anna en la presidencia en 1853.⁴

¹ Proyecto presentado por Antonio del Castillo al Congreso General. Cámara de diputados. En *El Siglo XIX*. Miércoles 26 de marzo de 1851.

² Comentario de *El Siglo XIX* apoyando el proyecto presentado por del Castillo. *El Siglo XIX*. Domingo 30 de marzo de 1851.

³ *Idem*.

⁴ Ver *supra* Necesidad y propuestas para la creación de la carrera de ingeniería civil.

Pero a pesar del giro conservador del nuevo gobierno la idea de crear un ministerio encargado del adelanto material del país será retomada más allá de las divisiones ideológicas y de los conflictos políticos, pues tanto liberales como conservadores coincidían en que dicha secretaría sería detonante del desarrollo nacional.⁵ Uno de los primeros actos de gobierno de Santa Anna será designar a los distintos secretarios, siendo el principal Lucas Alamán en el ministerio de relaciones quien, como ya vimos, deseaba una política de desarrollo económico e industrial pero que respetara los privilegios de que gozaban tradicionalmente ciertos grupos.⁶ Acorde con esta idea días después se crea el Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio siendo designado como su primer secretario Joaquín Velázquez de León.⁷

La coincidencia en la necesidad de un Ministerio de Fomento permite que el mismo continúe a pesar de los conflictos por los cuales todavía tendrá que atravesar el país, siendo retomado tanto por conservadores como por los liberales. Así, después del derrocamiento de Santa Anna, Ignacio Comonfort como presidente provisional incluye al Ministerio de Fomento dentro del *Estatuto Orgánico provisional de la República*, el cual será ratificado también con la *Constitución de 1857*. Con el retorno de los conservadores al poder la secretaría continúa, aún cuando al salir triunfadores los liberales en la guerra de los tres años funden el Ministerio de Fomento con el de Justicia en 1861, posteriormente, con la intervención francesa y la salida forzada del gobierno de Juárez hacia el norte del país, el interés gubernamental por los trabajos materiales prosigue, creándose por medio del *Estatuto provisional del Imperio Mexicano* de 1865 nueve departamentos ministeriales, siendo uno de ellos el de fomento. Nuevamente, con el retorno de Juárez a la capital es retomado el Ministerio de Fomento⁸ mismo que permanecerá por largo tiempo.⁹

También en el gobierno de la Ciudad de México se realiza una reestructuración administrativa en los aspectos ligados a los trabajos materiales que se requerían, de manera concreta, con la idea de lo que se estaba comenzando a entender como “*obras públicas*” por lo que en mayo de 1856 se crea la Comisión de Obras Públicas la cual se encargaría de las labores hasta entonces desempeñadas por la Obrería Mayor de la ciudad: empedrados, aguas, ríos, acequias, canales, paseos, calzadas entre otras obras. Esta Comisión será retomada por los conservadores y el Segundo Imperio pero nombrándola como Dirección de Obras Públicas.¹⁰

⁵ En palabras de Manuel Siliceo: “La creación de un Ministerio que exclusivamente se dedicase á la promoción, fomento y ejecución de obras que positivamente y de una manera muy directa conducen á la prosperidad, era una exigencia para la República Mexicana, reconocida por todos sus habitantes y por todos los gobiernos, cualesquiera que fuesen su sistema y su política.” *Op. cit.*, p. 5.

⁶ Ver *supra* Ausencia de una política de desarrollo nacional

⁷ AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos circulares y leyes, caja 1, exp. 5. Luz Fernanda Azuela sostiene que “la reorganización del aparato estatal fue obra de Alamán... de manera que la creación del nuevo ministerio de Fomento *tradujo* de alguna manera los proyectos del brillante político.” *op. cit.*, p. 99. Connolly, Priscilla, pp. 60-61.

⁸ Siendo designado el ingeniero geógrafo Francisco Díaz Covarrubias como oficial mayor y nuevamente Blas Balcárcel como ministro de fomento quien ya lo había sido en 1861 poco antes de fundirse con la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública.

⁹ *Diccionario Porrúa*, 1986, *op. cit.*, pp. 1223-1224.

¹⁰ González de Cosío, Francisco. *Historia de las obras públicas en México*, tomo IV. SCT. México, 1999, p. 206.

Surgimiento de una política de desarrollo nacional

El Ministerio de Fomento tendrá a su cargo diversas cuestiones, desde la formación de una estadística nacional, la colonización, el impulso al comercio y de la industria, la expedición de patentes y privilegios, las vías de comunicación, las obras del desagüe del Valle de México así como “*las obras de utilidad pública y ornato*”.¹¹ Buscando el gobierno incidir positivamente de manera general en el desarrollo material del país con el surgimiento de este ministerio se amplía la intervención federal en las diversas cuestiones bajo su competencia por lo que Priscilla Connolly sostiene que con el Ministerio de Fomento surge por primera vez un instrumento administrativo que permitirá al Estado desempeñar un papel activo en la promoción económica y en la construcción de los medios materiales para su desarrollo.¹²

Junto con el surgimiento de una mayor injerencia en el fomento material del país el gobierno se ve en la necesidad de establecer una política determinada en estas cuestiones, lo que va acompañado de la delimitación de sus competencias y de la conceptualización de los trabajos que pretende impulsar. Al mismo tiempo, que se crea el Ministerio de Fomento también se establecen ciertas áreas en las que las autoridades judiciales no serían ya directamente competentes, generando lo que se ha llamado el contencioso administrativo. De esta forma, los particulares no podían acudir, en principio, ante jueces ordinarios para asuntos relacionados con las obras públicas, contratos entre particulares y autoridades, actos administrativos en materia de policía, comercio e industria, entre otros.¹³

Pero más importante sería la generalización y delimitación del concepto de “*obra pública*”, el cual encontramos ya desde la propuesta de Antonio del Castillo de crear un Consejo de Minería y Obras Públicas pero que se establecerá poco después junto con la creación del Ministerio de Fomento como una de sus funciones. Así, el Ministerio de Fomento será el encargado de realizar todas las obras públicas en general incluso, en algunos casos, de aquellas que antes eran realizadas por los Ayuntamientos.¹⁴ Para poder delimitar y establecer sus atribuciones el gobierno tiene que establecer una definición explícita de las “*obras de utilidad pública*” la cual aparece en 1856, bajo el gobierno de Comonfort (para determinar cuando es procedente una expropiación), sosteniendo que son...

*“las que tienen por objeto proporcionar usos o goces de beneficio común, bien sean ejecutadas por las autoridades o por compañías particulares, autorizadas competentemente.”*¹⁵

¹¹ Siliceo, *op. cit.*, p. 5.

¹² Connolly, *op. cit.*, pp. 60-61.

¹³ Rodríguez, *op. cit.*, pp. 43-44.

¹⁴ En 1855 los ramos de empedrados, construcción y conservación de acueductos y cañerías, puentes, calzadas, paseos, desagüe, alineamiento de calles y demás obras públicas de la Ciudad de México que habían estado a cargo del Ayuntamiento de la capital pasan a ser responsabilidad del Ministerio de Fomento. AGN Fomento y obras públicas D.F. Decretos circulares y leyes, caja 1, exp.1. La competencia federal en la urbanización de las ciudades se limita a aquellas más importantes o que tienen puertos importantes e incluso en éstas no es generalizada.

¹⁵ Art. 66 del “Estatuto Orgánico Provisional de la República Mexicana.” Citado en Connolly, *op. cit.*, p. 61.

Un año después se expide el Reglamento Provisional para la Administración General de Caminos y Peajes en el que también se introduce la idea de “*interés público*” el cual debería ser defendido por el Ministerio de Fomento, a través de los directores de caminos buscando conciliar los intereses particulares y el público en general.¹⁶ Será solamente a partir de esta conceptualización de las obras públicas que se podrá establecer una política de planificación de las mismas.

A partir de este momento, a pesar de la permanencia de conflictos políticos y armados, cuando los gobiernos se logran consolidar algunas de sus acciones tendrán que ver con el impulso al desarrollo material del país en muchos casos a través del Ministerio de Fomento o la Dirección o Comisión de Obras Públicas de la Ciudad de México.

Junto con el desarrollo de la concepción de la obra pública se va definiendo una nueva idea del trabajo de corte más liberal lo que se refleja en la Constitución de 1857 la cual sostenía en su artículo 5º que: “*nadie puede ser obligado a prestar trabajos personales sin la justa retribución y sin su pleno consentimiento*” lo cual dejaba fuera de la ley el trabajo basado en el régimen penitenciario. Aún cuando la abolición de los trabajos forzados no fue inmediatamente llevada a cabo, no sólo por el regreso de los conservadores al poder y de la ocupación francesa, incluso posteriormente, aunque se dieron pasos importantes en ese sentido, tampoco lo fue totalmente.¹⁷ A pesar de lo anterior el trabajo asalariado iría cobrando importancia, la migración de las ciudades se incrementa (en parte debido a la expropiación de las comunidades indígenas) generando un mercado de mano de obra sumamente barato,¹⁸ lo que junto con la idea plasmada en la Constitución alentarían esta forma de trabajo.

Vinculación de los ingenieros con el gobierno

Para mediados de siglo, la formación en ingenierías no militares va adquiriendo una mayor importancia no solamente en el medio académico sino también en su papel profesional en general, siendo uno de sus roles importantes el desempeñado dentro del gobierno, aún cuando en el mismo siguen participando militares, empezamos a encontrar un mayor número de burócratas civiles. Desde esta época el gobierno aprecia la conveniencia de contar con individuos capacitados para organizar y administrar el país, por lo que varios egresados de ingeniería y carreras afines tendrán la opción de laborar dentro de la burocracia estatal llegando a ocupar cargos importantes principalmente en el Ministerio de Fomento y en aquellas nuevas instituciones enfocadas al desarrollo material en el que sus conocimientos eran más apropiados.

Dentro del intento de que el Ministerio de Fomento coordinara las diversas actividades productivas del país se hacía patente la necesidad de contar con el personal adecuado para

¹⁶ *Historia de los caminos de México*, tomo II, pp. 103,105.

¹⁷ Las innovaciones de la Constitución no provocaron la terminación de las prácticas, el ejemplo más notable sería la leva la cual siguió realizándose a pesar de quedar prohibida con dicho texto. Cosío, *op. cit.*, pp. 40, 49-50.

¹⁸ Lo que se volverá más notorio durante el Porfiriato aunque de manera desigual en ciertas regiones por lo que en algunas zonas continuará el trabajo por deudas de los hacendados aunque algunas veces de manera innecesaria. Katz, *op. cit.*, pp. 218-219.

dirigirlas por lo que desde su creación se vinculó con el Colegio de Minería. Siendo nombrado primer secretario del ministerio en 1853 al profesor Joaquín Velázquez de León quien al poco tiempo será designado también director del Colegio.¹⁹ Dándose ya desde la dictadura santanista un primer esfuerzo por integrar la educación técnica y su impulso profesional pues para fines de 1854 se establece que el Colegio de Minería y las escuelas de minas, comercio y agricultura ya establecidas y las que se crearen para el fomento de estos ramos y los de la industria y artes dependerán del Ministerio de Fomento.²⁰ Lo que propiciará la incorporación de los egresados del Colegio de Minería a dicha secretaría y que lleguen a compartir ambas dependencias reiteradamente sus directivos.²¹

Por el lado de los liberales, el ingeniero Blas Balcárcel ocupará varias veces la dirección del Colegio de Minería coincidiendo en 1861 también en el Ministerio de Fomento, cuando se funde con el de Justicia. Con la intervención francesa el ingeniero del Colegio de Minería y militar, José Salazar Ilarregui, será nombrado ministro de Fomento durante la Junta Superior de Gobierno siendo ratificado al establecerse el Imperio, mientras que Joaquín Velázquez de León es designado nuevamente como director del Colegio de Minería pero al viajar éste a Europa²² Ilarregui queda, a la vez, como director interino de la escuela. En 1865, al establecerse el Ministerio de Instrucción Pública y Cultos del Imperio, la Escuela Imperial de Minas y la de San Carlos, entre otras, pasaron a depender del mismo.²³ Con el restablecimiento de la República, nuevamente Balcárcel ocupará tanto la dirección del Colegio de Minería como del Ministerio de Fomento hasta el fin del gobierno de Lerdo de Tejada en 1876.²⁴ De esta forma, se aprecia, a pesar de los cambios entre administraciones conservadoras y liberales, el intento continuo por vincular y coordinar la dirección del Colegio de Minería con la de la Secretaría de Fomento.

Dentro de las diversas labores realizadas por el gobierno de la Ciudad de México también comenzarían a tener una labor destacada los ingenieros y arquitectos. El ingeniero civil formado en España, Francisco Somera, será quien le de forma en 1857 a la recién creada Comisión de Obras Públicas que remplazaría a la Obrería Mayor de la ciudad, la cual estaba encargada solamente por un administrador que no era perito, poniéndola bajo la inspección de cuatro arquitectos de la ciudad²⁵ integrándose en 1859 Salazar Ilarregui.²⁶ Posteriormente, en 1862 en la ahora llamada Dirección de Obras Públicas se integrarían varios ingenieros arquitectos quedando como director uno de ellos: Francisco P. Vera.²⁷

¹⁹ Díaz y de Ovando, tomo II, *op. cit.*, pp. 1221-1222.

²⁰ Aún cuando Velázquez había renunciado en agosto a la dirección del Colegio, él como ministro impulsará la incorporación de éste a Fomento. Ramírez, Santiago, *op. cit.*, p. 384. Díaz y de Ovando, tomo II, pp. 1260-1261.

²¹ Aún cuando posteriormente el Colegio de Minería pasa a depender algunas veces del Ministerio de Justicia o Instrucción Pública.

²² Como parte de la comisión que ofrecería la Corona de México a Maximiliano viajando con él, Antonio Escandón y José María de Landa, hermano y cuñado de Manuel Escandón, quienes continuarían con sus negocios. Urías, *op. cit.*, p. 30.

²³ Díaz y de Ovando, tomo II, *op. cit.*, pp. 2341 y 2356.

²⁴ *Diccionario Porrúa*, 1986, pp.1226-1227.

²⁵ Los cuatro arquitectos de mérito de San Carlos: Manuel Gargollo y Parra, Manuel Delgado, Vicente Heredia y Manuel Rincón. Jiménez, *op. cit.*, p. 295.

²⁶ Tamayo Pérez, *op. cit.*, p. 221.

²⁷ Colaborando con él los ingenieros arquitectos Eleuterio Méndez y Felipe de J. Briseño. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 32 y 122-123.

Durante el Segundo Imperio Illaregui llegará a ser secretario de gobernación y un par de veces de fomento, de igual forma, Francisco Somera ocupará éste último ministerio por breve tiempo pero teniendo una participación relevante en el mismo.²⁸ En la región del país dominada por el Imperio se establecieron ingenieros generales quienes supervisarían “*todas las obras que se hacían por orden y cuenta del erario*” realizadas directamente por ingenieros residentes en los distintos departamentos.²⁹ Pero el deseo de contar con gran número de ingenieros residentes no estaba acorde con los recursos por lo que al poco tiempo no pudo mantenerse más todo ese personal teniendo Somera que practicar medidas para reducir los gastos.³⁰

Además de su importante papel en el Ministerio de Fomento y en las obras públicas de la Ciudad de México algunos otros egresados del Colegio de Minería llegaron a alcanzar otros puestos destacados dentro del gobierno, siendo algunos diputados, como Tomás Ramón del Moral, Antonio del Castillo o Blas Balcárcel, o ocupando algunas otras Secretarías de Estado como el ya mencionado Lucas Alamán quien se desempeñó como primer ministro de Relaciones e incluso otros laboran dentro del Ministerio de Guerra.³¹ Aún cuando también encontramos a algunos arquitectos e ingenieros arquitectos dentro de la burocracia su papel no será tan destacado mientras que, por su parte, aún cuando el número de ingenieros no militares se incrementa, los de origen castrense desarrollan una vida política importante.

Conceptualización de los ingenieros

Junto con el acercamiento al Ministerio de Fomento, encargado del progreso material en el que las cuestiones de ingeniería eran fundamentales, se comienza a dar una mayor valorización a los ingenieros. A pesar de que los ingenieros militares continúan teniendo un importante papel³² y de la falta de rapidez para formar profesionistas capaces de alentar el desarrollo nacional, poco a poco se irán destacando en diversas obras algunos ingenieros y arquitectos, tanto nacionales como extranjeros, lo que motivará una mayor aceptación de estas carreras y del concepto de ingeniero en general.

No sólo en el Colegio de Minería se va introduciendo el concepto de ingeniero, sino también en los diversos trabajos realizados por el gobierno, lo que se aprecia en los diversos gobiernos que se van sucediendo. Por ejemplo, en 1856 cuando desaparece la dirección de las obras de desagüe de Huehuetoca, queda encargado de la ejecución y vigilancia de dichas obras un ingeniero con el título de administrador, nombrado por el gobierno.³³ Con el incremento de las comisiones designadas por el gobierno durante la República Restaurada en especial en las de caminos, pero no solamente, se hace más patente la tendencia a llamar a los encargados de las diversas obras

²⁸ *Diccionario Porrúa*, 1986, pp.1225-1226.

²⁹ González de Cosío, Francisco. *Historia de las obras públicas en México*. Tomo I. SCT. México, 1999, p. 334.

³⁰ Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 32, 122-123.

³¹ Ramos Lara, 1996, *op., cit.* p. 63.

³² Aún cuando el ejército en general había perdido el prestigio alcanzado con la Independencia después de la guerra de 1847. Zoraida, *op., cit.*, p. 34.

³³ AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos circulares y leyes, caja 4, exp. 21.

ingenieros, sin mayores especificaciones, demostrando la aceptación y la necesidad de tales profesionistas.³⁴

Poco más de un año después de regresar el gobierno de Juárez a la capital, en octubre de 1868, se publica el Reglamento de Ingenieros de Caminos estableciendo que sólo podrían ser directores de caminos los ingenieros titulados quienes serían nombrados por el gobierno por medio de la Secretaría de Fomento.³⁵ Ya en el gobierno de Lerdo de Tejada, en 1873 se publica una disposición para que las obras en los edificios de Instrucción Pública sean hechas por los “ingenieros” que designe el mismo ministerio.³⁶

Estos nuevos “ingenieros” y arquitectos desligados de la milicia compartirán con los ingenieros militares algunas de las obras que comienzan lentamente a surgir, encontrándolos no sólo en las cuestiones burocráticas o propiamente constructivas sino también en otras labores relacionadas. A pesar de las incursiones de ingenieros civiles y militares en construcción en esta época la edificación esta mayormente dominada por arquitectos, como se verá enseguida, destacando algunos extranjeros e integrándose también los egresados como ingenieros arquitectos. Comenzando también la delimitación de las opciones constructivas que se encuentran capacitados para desempeñar, así en 1865 se establece que los ingenieros civiles y arquitectos titulados podrán encargarse de todo tipo de construcciones y proyectos mientras que los maestros de obra solamente están autorizados para dirigir obras llamadas de segunda y tercera clase. Los arquitectos eran tradicionalmente los encargados de los presupuestos y avalúos pero, ese mismo año, los ingenieros también quedan autorizados para su realización en fincas urbanas, mientras que solamente ingenieros, topógrafos o agrimensores serían los encargados de realizar levantamientos de fincas rústicas y mediciones de terrenos y aguas así como de valorizarlos.³⁷

Como en el periodo anterior, una opción laboral importante sigue siendo el dar clases en diversas escuelas, ahora no sólo en las superiores sino también en la preparatoria, situación general de egresados de San Carlos como del Colegio de Minería. Encontrando tanto ingenieros arquitectos, arquitectos solamente, ingenieros militares y al ingeniero civil Francisco de Garay. La posibilidad de que los egresados de una escuela impartan en otra se mantiene como el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez y el arquitecto Ventura Alcerreca que impartían en la Escuela de Ingeniería o el ingeniero arquitecto Manuel Francisco Álvarez quien llegó a ser director de la Escuela Nacional de Artes y Oficios. También aquellos que colaboraban en los trabajos cartográficos impartían clases como Francisco Díaz Covarrubias quien era profesor de astronomía en el Colegio de Minería y que incluso participa en el diseño de la reforma educativa de 1867.

³⁴ Así los encontramos también designados en varios diarios, por ejemplo, *El Monitor Republicano* del 25 de febrero y 2 de junio de 1868; así como *El siglo XIX* del 17 de abril y 31 de mayo de 1868.

³⁵ González de Cosío, tomo IV, *op. cit.*, p. 274-275.

³⁶ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 7361. Un poco después el ingeniero arquitecto Manuel Francisco Álvarez laboraba revisando los edificios a cargo de ese ministerio. Álvarez, Manuel Francisco. *Algunos datos sobre cimentación y piso de la cd. De México y nivel del lago de Texcoco a través de los siglos*. Talleres Tipográficos de José Balleca. México, 1919, p. 5.

³⁷ *El Diario del Imperio* del 11 de octubre. Tomo 11 Num. 235. Ramírez, Santiago, *op. cit.*, pp. 441 y 459. Aún cuando por otro lado también se solía defender la libertad de trabajo. *El monitor republicano*. 22 de marzo de 1868.

5.2. EDIFICACIÓN Y URBANIZACIÓN

Nuevo comienzo constructivo

Como ya se comentó, la actividad constructiva a principios de la era independiente era sumamente reducida siendo hasta la década de 1840 cuando se presente una pequeña mejoría, realizándose algunas obras importantes aunque todavía a cuentagotas. En el centro de la plaza de la capital se destruyó el mercado que ahí se encontraba llamado del Parián siendo sustituido por otro realizado en la Plaza del Volador entre 1841 y 1844, lo que marca el comienzo de la lenta renovación urbana de la Ciudad de México.³⁸ El nuevo mercado sería realizado por el español Lorenzo de la Hidalga egresado de la Academia de San Fernando quien sería el arquitecto más destacado de la época, realizando el imponente Teatro Santa Anna (1842-1844) el cual sería conocido posteriormente como Vergara y después denominado Nacional.³⁹ Debido al fuerte temblor de 1845 se tuvieron que hacer diversas reparaciones, entre ellas, la reposición de la imponente cúpula de Santa Teresa que había colapsado, la cual sería realizada también por de la Hidalga, siendo terminada hasta 1858.⁴⁰

A partir de la segunda mitad del siglo XIX el déficit habitacional de la Ciudad de México se incrementa, provocando la división de algunos predios en lotes menores para generar viviendas a gran número de personas de estratos medios y bajos del centro de la ciudad. En febrero de 1854 se expide un decreto en el que se amplían los límites de la ciudad lo que generaría el inicio de los negocios inmobiliarios⁴¹ pero sería con la desamortización de los bienes eclesiásticos que se generan mayores oportunidades constructivas para desarrollar algunas nuevas edificaciones pero principalmente de adaptación de los antiguos edificios a nuevos fines. De esta forma, se han documentado veintinueve conventos y colegios religiosos que cambiaron de uso a partir de 1861.⁴² Coincidiendo también con el fuerte terremoto de 19 de junio de 1858 el cual hizo necesarias reparaciones e incluso la demolición de algunos conventos y casas.⁴³

No sólo en las propiedades religiosas sino también en las públicas y privadas se dieron diversas adaptaciones, destacando la remodelación del Convento de Belén para Cárcel en 1863 de Lorenzo de la Hidalga,⁴⁴ la reconstrucción del Hospicio de pobres para maternidad y asilo (en Revillagigedo) entre 1865 y 1866 por el ingeniero civil Juan Manuel Bustillo quien también realizó algunas adaptaciones y reparaciones de fincas, la Escuela de Jurisprudencia fue remodelada por el ingeniero arquitecto Mariano Téllez Pizarro y el ingeniero civil Francisco de Garay, este último también se encargó de los trabajos en las haciendas de Coapa y San Antonio.⁴⁵

³⁸ Téllez, *op. cit.*, p. 35.

³⁹ El cual compara Manuel Francisco Álvarez con la Escala de Milán y el Teatro de Burdeos. *Op. cit.*, 1906. pp. 82-90.

⁴⁰ Téllez, *op. cit.*, p. 35.

⁴¹ Jiménez, *op. cit.*, pp. 7-8.

⁴² *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. Vol. III. Tomo II. UNAM. FCE. 1998, p. 129.

⁴³ Téllez, *op. cit.*, pp. 35-36.

⁴⁴ Al ser superada la capacidad de la Cárcel de la Acordada. Álvarez, Manuel Francisco. *Algunos datos sobre cimentación piso de la ciudad de México y nivel del lago de Texcoco a través de los siglos*. Talleres tipográficos de José Balleca. México, 1919. p. 47.

⁴⁵ Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 121 y 128.

El ingeniero arquitecto Manuel Francisco Álvarez realizó el proyecto para transformar el lado sur de Palacio Nacional para la Secretaría de Fomento,⁴⁶ así como la adaptación del exconvento de San Lorenzo para la Escuela de Artes y Oficios.⁴⁷

Aún cuando menores en número, se desarrollan también algunas obras nuevas de edificación. Como el Teatro Iturbide del empresario Francisco Arbeu realizado al parecer por el ingeniero Santiago Méndez⁴⁸ entre 1851 y 1856, posteriormente, en agosto de 1872 al destruir un incendio el recinto de la Cámara de Diputados ubicado en Palacio Nacional es rehabilitado el teatro para realizar sus sesiones en él.⁴⁹ Ya durante el Segundo Imperio Lorenzo de la Hidalga es designado director de las obras de Palacio Nacional siendo sustituido posteriormente por el arquitecto Ramón Rodríguez Arangoity, recién llegado de Europa, quien también se encargó de las obras de Chapultepec y del Castillo de Miramar.⁵⁰ Al terminar la Intervención francesa Arangoity se haría cargo de diversos trabajos particulares, en 1869 proyectó y dirigió la construcción del hotel Guillow, también diseñó y comenzó la catedral de Toluca (siendo sustituido después por el arquitecto Luis G. Anzorena), proyectó el Panteón General en 1871 y construyó varias casas particulares.⁵¹

A pesar de estos casos, de manera general, la construcción continuaría en niveles modestos por un par de décadas más⁵² lo que llevará incluso a confrontaciones para poder conseguir las obras. Como en el caso del concurso por el monumento a la Independencia, conflicto en que el bando de Griffon sostenía que *“Hidalga por su rica posición se hacia dueño de todas las obras y que á los demás arquitectos nada les quedaba por hacer”*.⁵³ Aún cuando se ha demostrado la calidad del trabajo de la Hidalga en contra de sus críticos,⁵⁴ es verdad que logra concentrar algunas de las obras más importantes, lo que no era bien visto por sus colegas, lo cual permite apreciar que las pocas oportunidades de trabajo eran muy disputadas. No siendo inusual la utilización de intrigas y de buenas relaciones para conseguir buenos contratos, por ejemplo, Manuel Francisco Álvarez comenta de Luis G. Anzorena que *“...sus buenas relaciones sociales le procuraron obras de importancia... y empleos públicos...”*⁵⁵

⁴⁶ Ésta secretaría tenía diversas secciones por lo que, al parecer, solo algunas de ellas son las que se instalaron en Palacio Nacional.

⁴⁷ Katzman, *op. cit.*, pp. 339 y 344.

⁴⁸ Valle-Arizpe, Artemio del. *La muy noble y leal Ciudad de México según los relatos de sus cronistas*. México. Ed. Lectorum, México, 2004, pp. 274-275. Aunque en el mismo libro también se dice que fue construido por el ingeniero José Téllez Girón, de quien Katzman dice que era conocido como arquitecto. Katzman, *op. cit.*, p. 379.

⁴⁹ Ubicado en las actuales calles de Donceles y Allende.

⁵⁰ Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 130.

⁵¹ Katzman, *op. cit.*, pp. 375-376.

⁵² *Ibid.* pp. 17 y 19.

⁵³ Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 89.

⁵⁴ Ver *infra* Primeras innovaciones en los métodos y técnicas constructivas.

⁵⁵ *Idem.* p. 120.

Renovación urbana e incipiente crecimiento de la Ciudad de México

Con la ampliación de los límites de la ciudad pero principalmente a partir de la desamortización de los bienes eclesiásticos y corporativos surgió un incipiente mercado inmobiliario siendo el primer desarrollador el ingeniero civil Francisco Somera proyectando en 1858 una colonia⁵⁶ especialmente para arquitectos e ingenieros por lo que la nombra Colonia de los Arquitectos.⁵⁷ Con lo que comienza, aunque en un principio lentamente, la expansión de la ciudad, encontrando para 1861 pequeñas variaciones en sus límites creándose seis manzanas entre Balderas y Bucareli así como nuevas casas en su periferia,⁵⁸ y para ese mismo año ya se había trazado la primera colonia Santa María la Ribera.

Desde estas primeras colonias se instaura un modelo inmobiliario que continuaría hasta el Porfiriato; por una parte, los desarrolladores ocuparon sus posiciones dentro del Ayuntamiento de la Ciudad de México (como ingeniero de éste Somera se encargaba del levantamiento de planos de los ejidos)⁵⁹ para sus negocios inmobiliarios, y por otra parte, la realización de las nuevas colonias será impulsada por el gobierno federal liberándolos de algunas contribuciones como el predial y cargos a la importación de materiales,⁶⁰ a la vez, que proporcionaba por su cuenta la introducción de servicios como agua, alumbrado y policía,⁶¹ apoyándose cuando fue posible en las facilidades que ofrecían las leyes de colonización aún cuando los nuevos fraccionamientos no estuvieran destinados a ese propósito.⁶²

Posteriormente, durante el Segundo Imperio, Maximiliano proyectará una calzada para unir en línea recta el Castillo de Chapultepec hasta la estatua de Carlos IV⁶³ encargando el trazo al ingeniero Miguel Iglesias y al director de las calzadas del centro Benito León Acosta. La construcción fue contratada con los hermanos Agea, quienes adelantaron notablemente los trabajos hasta la restauración de la República siendo continuados posteriormente por el Ministerio de Fomento. La nueva avenida pasaría, entre otros, por los terrenos de Francisco Somera por lo que se alentaron aún más los trabajos de urbanización de la zona⁶⁴ más cuando durante la Intervención Francesa Somera llegó a ser regidor del Ayuntamiento de la Ciudad donde coordinó trabajos en atarjeas y mantenimiento de las calles introduciendo el drenaje en su colonia a partir

⁵⁶ La denominación de “colonia” es producto de la política de colonización del territorio impulsada por el gobierno por lo que muchas veces serán aprovechadas las ventajas dadas con las leyes de colonización en los fraccionamientos aún cuando en la práctica no sean destinados para extranjeros. Jiménez, *op. cit.*, p. 9.

⁵⁷ Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 122.

⁵⁸ Katzman, *op. cit.*, pp. 33-34.

⁵⁹ Siendo a partir de la denuncia de que no se había pagado la renta del ejido de la Horca el cual había arrendado el ayuntamiento años atrás como Somera logra apropiarse de esos terrenos mediante una suma ínfima valiéndose de su cargo en el gobierno municipal, lo cual se da desde 1850, incluso antes de las leyes de Reforma. De igual forma, después de éstas ya en la década de 1860 José Yves Limantour padre denunciaba al menos 40 propiedades del clero en la ciudad logrando obtener varios de éstos inmuebles. Jiménez, *op. cit.*, p. 91.

⁶⁰ Decreto de 20 de febrero de 1861 de Juárez.

⁶¹ Morales, 1978, *op. cit.*, pp. 207-210, y 216-217. Cantú Chapa, Rubén. Tlatelolco. *La autoadministración en unidades habitacionales. Gestión urbana y planificación*. Plaza y Valdes. IPN. ESIA. México, 2001. p. 47.

⁶² Jiménez, *op. cit.*, pp. 9-10 y 13.

⁶³ Al poniente de la ciudad pasando la Alameda al cruce de las actuales calles de Juárez y Bucareli.

⁶⁴ Aún así los terrenos tuvieron que ser comprados por el gobierno para la creación de Reforma y de la glorieta a Colón. Morales, 1978, *op. cit.*, p. 213.

de un proyecto realizado por él mismo⁶⁵ así como logrando que el gobierno imperial aprobará un presupuesto para introducir el agua potable a partir de un proyecto realizado por el ingeniero civil Francisco de Garay con lo que se convierte en una de las primeras colonias en contar con servicios modernos por encima de colonias mucho mas pobladas.⁶⁶

En este caso, como en otras nuevas colonias, los predios elevarían enormemente su valor durante el Porfiriato, María Dolores Morales ha calculado que Somera aumento 111 veces la inversión que realizó para la adquisición de los terrenos para formar la Colonia de los Arquitectos en solamente 30 años en parte gracias a la introducción de servicios y vialidades por parte del gobierno. Aún cuando en un principio varios ingenieros y arquitectos adquirieron predios en el fraccionamiento⁶⁷ la mayoría de los propietarios adquieren los lotes para especular por su parte, aún cuando unos pocos ingenieros y arquitectos los compran para construir casas y venderlas como el arquitecto Emilio Dondé quien adquiere alrededor de veinte lotes y el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez quien construye varias viviendas.⁶⁸

Al mismo tiempo que surgían nuevas colonias, la expropiación de los bienes eclesiásticos así como el incremento de la migración a la Ciudad de México, principalmente en busca de trabajo,⁶⁹ provocaban la intensificación de la división de las casas para albergar a un mayor número de individuos, lo que se presenta tanto en las antiguas propiedades religiosas como en inmuebles privados, aumentando el promedio de viviendas por casa de 5.47 en 1848 a 6.72 en 1882. Al requerir los trabajadores migrantes un lugar para residir temporalmente muchos de los propietarios tendían a dividir sus casas para rentar pequeños cuartos lo que se da no sólo en la zona central sino también en la periferia de la ciudad. De esta forma, se genera una mayor polarización urbana entre aquellas nuevas colonias amplias y con todos los servicios que estaban surgiendo al poniente y el hacinamiento que se estaba dando para los migrantes en busca de trabajo en el centro y periferia de la ciudad.⁷⁰

Junto con la reutilización que se les daba a los antiguos edificios religiosos estaban ligados algunos de los primeros cambios notorios de la Ciudad pues varios fueron demolidos para abrir

⁶⁵ Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 117-118 y 122-123. Jiménez, *op. cit.*, p. 12.

⁶⁶ María Dolores Morales sostiene que los gastos de urbanización en la colonia de los Arquitectos por parte de Somera son nulos aún cuando es una de las primeras colonias en contar con servicios modernos. Lo que entre otras cosas muestra “cómo se establece una alianza entre el estado y el fraccionador para privilegiar ciertos espacios, a los cuales se les provee de una infraestructura adecuada.” Morales, 1978, *op. cit.*, pp. 207-210, 213 y 216-217.

⁶⁷ Sabiendo de los arquitectos Manuel M. Delgado, Manuel Rincón, Vicente Heredia, y Luis Anzorena, de los estudiantes de la Academia, Vera, Ocaranza, Velázquez, entre otros, así como por el ingeniero civil Juan Manuel Bustillo.

⁶⁸ Asociado con Romualdo Zamora. Morales, 1978, *op. cit.*, pp. 225-228.

⁶⁹ Aún cuando pudiera pensarse que lo anterior es otra causa aparte de las leyes de desamortización para el surgimiento de un mercado inmobiliario la diferencia se diluye si se piensa que éstas generaron el despojo de comunidades agrarias lo que provocó que un mayor número de sus integrantes tuviera que emigrar a las ciudades. Katz, *op. cit.*, p. 167.

⁷⁰ Morales, María Dolores y María Gayón Córdova. “Casas y viviendas de la Ciudad de México. Espejos de las transformaciones urbanas 1848-1882.” *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Vol. VII, núm. 146 (016), 1º de agosto de 2003. Universidad de Barcelona.

calles a través de ellos lo que repercutía en la estructura urbana general.⁷¹ Además de que el surgimiento de nuevas colonias y de planes de urbanización generaban un mayor interés en las calles de la ciudad,⁷² siendo comisionado por el gobierno el ingeniero civil Francisco de Garay en 1853 para la ampliación de varias calzadas, siendo la principal la que va de Salto del Agua a Bucareli, pasando por la calle que actualmente lleva su nombre. Para 1857 su colega Juan Manuel Bustillo laboraba reponiendo la calzada del Peñol a la salida de San Lázaro, hacia el camino a Puebla, cuyo trabajo es reconocido por el ministro de fomento Manuel Siliceo.⁷³ Y obviamente, durante el Segundo Imperio con la creación de la calzada llamada del Emperador. La demanda de estos trabajos le permitía al ingeniero arquitecto Manuel Francisco Álvarez laborar por esa época como contratista de pavimentos y atarjeas⁷⁴ aunque el primer registro de compañías encargadas de la construcción y reposición de empedrado que se conoce es de 1871.⁷⁵

Poco después de su llegada, Cavallari se dio cuenta de la necesidad de contar con un nivel de referencia para las obras de pavimentación y desagüe de la ciudad por lo que se ofreció a realizar durante su tiempo libre una nivelación comparada de la misma.⁷⁶ Pero no se avanzó demasiado en el proyecto hasta que en 1860, al tomar conciencia de la utilidad que tendría para el desagüe de la ciudad, el Ministerio de Fomento le encargó a Cavallari el trazo de un plano horizontal por toda la ciudad como si el agua llegara hasta esa altura. Realizando Cavallari entre 1860 y 1861 con la ayuda de algunos de sus alumnos⁷⁷ la primera nivelación comparada de la ciudad tomando como referencia la tangente horizontal del calendario azteca que se encontraba en la torre occidental de la Catedral el cual era uno de los puntos más altos de la ciudad y que consideraba también uno de los más sólidos ya que se apoyaba en los antiguos edificios prehispánicos. A partir de ese nivel se colocaron en las esquinas de las calles azulejos cuya división de color, blanco y azul, representaba la línea de nivel. La poca altura de los azulejos no les ofrecía mucha seguridad por lo que posteriormente se colocaron otros a un metro de altura sobre los primeros.⁷⁸

⁷¹ Por ejemplo, en 1861 el presidente Juárez disponía que "...se proceda a la prolongación de la calle de la Palma, derribando la parte necesaria del convento de las Capuchinas, y que igualmente se proceda a abrir el callejón de Dolores; por el convento de la Concepción de la plazuela de Villamil, y la del Arquillo de la Alcaicería, que ha de comunicarse a la calle de Vergara por la parte del convento de Santa Clara..." citado en González de Cosío, Francisco. *Historia de las obras públicas en México*. Tomo III. SCT. México, 1999, pp. 216-217. La calle del Arquillo de la Alcaicería se convertirá posteriormente en la de 5 mayo siendo ampliada hasta el Teatro Nacional en 1868 lo que le dará una gran vista, coincidiendo la nueva calle y su portada. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 96.

⁷² Como sucederá en el caso de los caminos, ver *Infra* Fomento de los caminos

⁷³ Siliceo, *op. cit.*, pp. 12 y 35.

⁷⁴ Álvarez, 1919, *op. cit.*, p. 3.

⁷⁵ Encontrando a Rubio y Compañía, José de Cervantes y Compañía, y Epifanio Padilla y compañía. Jiménez, *op. cit.*, p. 75.

⁷⁶ Escribiéndole una carta con su propuesta al director de San Carlos, Bernardo Couto (quien obviamente la aprueba) en la que dice que este trabajo serviría "...para comparar la diferencia de nivel de cada calle... de manera que cualquier variación que sufra el empedrado se referirá siempre a un punto fijo y constante para poder arreglar con conocimiento positivo la inclinación que se debe dar a cada calle... De este modo todos los trabajos que emprenda la ciudad no serán eventuales sino arreglados al dicho plano de comparación." Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 10428.

⁷⁷ Colaborando con él, los alumnos Eleuterio Méndez y Antonio Torres Torija, el arquitecto José María Rego y su hijo, Cristóbal Cavallari.

⁷⁸ Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 25-26.

A fines de la República Restaurada, por orden del ministro de fomento Blas Balcárcel se realizaría una nueva nivelación de la ciudad la cual sería continuada al llegar Díaz al poder por el nuevo ministro Vicente Riva Palacio quien contrató al ingeniero civil Francisco Jiménez y el ingeniero Benvenuto Gómez para la terminación de los trabajos. La nueva nivelación estaba referida a un plano imaginario diez metros por debajo del nivel de Cavallari con lo que se conseguía que todas las cotas fueran positivas. Ya que la primera y la segunda nivelación no coincidían debido, como ahora sabemos, a los hundimientos diferenciales de la ciudad, en aquellos tiempos se pensó que el levantamiento realizado por Cavallari y sus discípulos no había tenido la suficiente precisión.⁷⁹

Primeras innovaciones en los métodos y técnicas constructivas

Aún cuando seguían predominando los métodos constructivos tradicionales, poco a poco, se irán introduciendo algunos elementos de diseño y procedimientos nuevos, principalmente en el caso de la estabilidad y cimentación de edificios construidos en la Ciudad de México. Como ya se dijo, se solía valorar que una edificación más corpulenta, con columnas y muros gruesos, tendría una mayor resistencia y estabilidad pero en el caso del terreno débil de la capital el aumento de las dimensiones de sus elementos resultaba en una disminución de la estabilidad al aumentar el peso de las construcciones, incrementándose sus hundimientos, lo que se podía observar en varios edificios novohispanos importantes.⁸⁰

En la renovación de las concepciones constructivas tendrá un papel importante Lorenzo de la Hidalga de quien se critica su Teatro Nacional diciendo que los muros no tenían las dimensiones suficientes por lo que corría el riesgo de derrumbarse.⁸¹ Ante lo que de la Hidalga sostenía que el asentamiento está en razón directa del peso y que entre más débil sea un terreno más ligeros tendrán que ser los edificios que se construyan sobre él, pues mientras más pesados mayor será su hundimiento. Advertía también de los asentamientos diferenciales en edificios debido a que sus secciones tenían pesos diferentes, proponiendo que los edificios en México...

*“no deben ser pesados ó de paredes de excesivo grueso, sino ligeros, bien cimentados y entrelazadas sus crujiás en las distintas alturas de un modo sólido...”*⁸²

Al no contar con métodos que permitieran calcular los esfuerzos a los que estarían sometidos los elementos así como la resistencia de estos, se empezaron a introducir métodos gráficos que habían demostrado su eficacia a través de la experiencia como el desarrollado por Rondelet quien había estudiado las proporciones de gran cantidad de edificios en Francia e Italia, obteniendo la relación entre la altura y el ancho de un edificio con el grosor de sus muros, proporción que se

⁷⁹ *Idem.* p. 26. Téllez, *op. cit.*, p. 54.

⁸⁰ Katzman, *op. cit.*, p. 311.

⁸¹ Dentro del conflicto por el concurso del monumento de la independencia y el derecho a construirlo, el cual, sin embargo, no se llevaría a cabo sino mucho tiempo después.

⁸² Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 96.

podía obtener gráficamente. Este método sería retomado por de la Hidalga para defender la estabilidad de su Teatro.⁸³

En la importante cuestión de las cimentaciones, aún cuando continúan los sistemas tradicionales de mampostería, así como de pilotes y emparrillados de madera, se empiezan a introducir otros nuevos. También en este caso Lorenzo de la Hidalga tendrá una participación destacada pues aprovechó la construcción de su primer obra grande en México, la del nuevo Parián, para probar que cimientos eran más adecuados para el terreno del centro de la ciudad. Aún cuando la mayoría de la construcción estaba cimentada sobre encadenamientos de emparrillados de cedro utilizó para cada uno de los “*dos macizos que forman la entrada á la plaza*” un sistema diferente, uno sobre emparrillado y el otro sobre arena. Comprobando con el tiempo el mayor hundimiento del lado del emparrillado por lo que propone la utilización de plantillas de arena como el sistema conveniente para lugares donde el terreno sea “*débil y fangoso*” como los de la Ciudad de México.⁸⁴

En vista de este resultado, poco después, de la Hidalga al construir el Teatro Nacional lo cimentó sobre varias capas sucesivas de arena⁸⁵ proporcionándole una gran estabilidad por los cerca de sesenta años que se conservó,⁸⁶ a pesar de lo cual este sistema de cimentación prácticamente no fue retomado. Algún tiempo después, en 1858, el creador de la carrera de Ingeniero arquitecto introduciría un método propio denominado Cavallari en honor a su creador, que es una variación del de mezcla terciada, el cual consistía en un conglomerado de mezcla hidráulica y pedacería de ladrillo apisonada en capas, resultando más económico que la mampostería⁸⁷ y que por su sencillez resultaba más conveniente⁸⁸ por lo que sería retomado frecuentemente por los constructores posteriormente.⁸⁹

Es de destacar estas aportaciones pues en otras ocasiones los arquitectos europeos solían prestar poca importancia a los cimientos y a los riesgos por terremotos, al no estar acostumbrados a lidiar con ellos, por lo que usualmente resentían la debilidad del suelo de la Ciudad de México.⁹⁰ Siendo estos los primeros pasos para encontrar nuevas soluciones a los problemas de edificación en la Ciudad de México, teniendo una particular importancia las aportaciones de Lorenzo de la Hidalga de quien Manuel Francisco Álvarez ha demostrado no sólo la validez de sus argumentos constructivos sobre las críticas de sus detractores sino también que se encontraba al nivel de los últimos conocimientos de su tiempo lo que le permitió la gran estabilidad de su imponente teatro Vergara.

⁸³ *Ibid*, pp. 93-94. Katzman, *op. cit.*, p. 311.

⁸⁴ De la Hidalga sostenía que dicho sistema provenía de la Guyana Holandesa y que se había aplicado con buenos resultados en terrenos aún “*más fangosos y débiles*” que los de la Ciudad de México. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 84-85 y 92.

⁸⁵ Serían cinco capas sucesivas de arena de siete pulgadas de espesor cada una, mojadas y apisonadas hasta quedar como un todo sólido y firme sobre el cual desplantó los cimientos de mampostería.

⁸⁶ Hasta su demolición en 1901 para realizar la prolongación de la calle de 5 de mayo. *Ibid*, pp. 92 y 96.

⁸⁷ Katzman, *op. cit.*, p. 313.

⁸⁸ Téllez, *op. cit.*, pp. 72-77.

⁸⁹ Álvarez, 1919, *op. cit.*, p. 164.

⁹⁰ No solamente en los casos novohispanos sino posteriormente, por ejemplo, en el caso del hundimiento de la estación del ferrocarril de Buenavista. Ver *infra* Introducción de estructuras metálicas.

De manera general, al no contar con métodos de cálculo se recurría a ensayar diversos métodos para ver cual resultaba ser el más conveniente como procedió para encontrar las cimentaciones adecuadas para los edificios de la Ciudad de México, así como retomó métodos gráficos comprobados mediante la experiencia, pero más importante, comenzó a introducir la idea de que la pesadez de los edificios era perjudicial en suelos con poca resistencia como los de la capital.⁹¹ En cuanto a la cuestión de los cimientos a pesar de los buenos resultados tanto del método de arena de Lorenzo de la Hidalga como del de Cavallari tendrían destinos muy distintos, ya que el primero no fue retomado mientras que el segundo con algunas leves variaciones sería muy recurrido posteriormente principalmente por su economía y rapidez.⁹²

Introducción de estructuras metálicas

De la mano de la renovación de la teoría y técnica constructiva se empiezan a introducir, aunque en un principio lentamente, algunos materiales nuevos buscando sustituir en los edificios diversos elementos de madera por otros materiales, más durables y menos combustibles. De esta forma, se comienza con elementos ornamentales cambiando barandales y rejas realizadas principalmente en madera por otros de fierro.⁹³ Esta práctica lentamente se fue generalizando a elementos estructurales pero sería en la construcción de puentes antes que en edificios, donde primero sean utilizados de esta forma los metales.

Desde la década de 1850 se presentan proyectos de puentes con estructura metálica siendo el primero que se conoce el del ingeniero civil Francisco de Garay para la reposición del Puente de Plan del Río en el camino a Veracruz en 1853 pero que posteriormente se decide realizarlo de mampostería con gran satisfacción del gobierno por la reducción de su costo.⁹⁴ Al no aceptarse la propuesta original de Garay el primer puente de fierro del país, aunque pequeño, será realizado un poco después (1854-1855) por otro ingeniero civil, Juan Manuel Bustillo, siendo el de la Calzada de la Piedad en la ciudad de México, quien, como Garay, también será elogiado por su economía.⁹⁵ Aún cuando en un principio los puentes de fierro resultaban más caros que los de mampostería, además de los problemas de transporte y técnicos que representaban, la Secretaría de Fomento alentaba algunas veces su realización consciente de su mayor costo pero también de que con el tiempo serían más competentes sus precios y técnicas.⁹⁶

De la introducción de estructuras metálicas en edificios el primer dato que se tiene es el del escenario del teatro Llave en Orizaba de 1865 con láminas y armazón de fierro y para 1870 las columnas del mercado Guerrero de fierro fundido. En un principio, lo más general, son

⁹¹ Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 92.

⁹² Álvarez, 1919, *op. cit.*, p. 164.

⁹³ Por ejemplo, en 1854 se cambian los barandales de los balcones del Colegio de Minería mientras que las rejas de ébano de catedral son sustituidas por las actuales de fierro en 1869. Katzman, *op. cit.*, p. 319.

⁹⁴ El proyecto de Garay fue seleccionado mediante concurso con un presupuesto mucho más reducido que el de los demás proyectos llevándose a cabo con gran aprobación del gobierno. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 124.

⁹⁵ Siliceo, *op. cit.*, p. 13.

⁹⁶ Katzman, *op. cit.*, p. 325.

construcciones con estructura metálica sencillas, principalmente quioscos, al mismo tiempo, junto con la introducción de estas estructuras también se desarrolla un mayor uso del vidrio. Aún cuando él mismo era utilizado en iglesias a lo largo del siglo XIX rara vez lo era en la arquitectura civil, en las cuales normalmente las ventanas eran cerradas por hojas de madera que se abrían durante el día. Pero gradualmente se va generalizando el uso del vidrio no sólo en ventanas sino formando parte integral de edificios realizados mediante estructuras de fierro. Esas influencias modernas serán retomadas por la Escuela de Bellas Artes donde desde el comienzo del último tercio del siglo encontramos proyectos utilizando ambos materiales, poco después el arquitecto Rodríguez Arangoity realizará dos importantes proyectos para exposiciones donde predominan las estructuras de fierro y los grandes ventanales.⁹⁷

También los nuevos materiales poco a poco se van introduciendo en los sistemas de cimentación sustituyendo nuevamente la madera en los emparrillados por rieles de fierro, siendo el primer caso el realizado por el maestro de obras alemán J. Muller en 1872 en la estación del Ferrocarril Central Mexicano de Buenavista aún cuando no con muy buenos resultados pues la misma se empezó a hundir durante su construcción por lo que tuvo que ser desarmada y vuelta a hacer.⁹⁸ Incluso en la pavimentación de la Ciudad de México se presentan algunas novedades pues, aún cuando la mayoría de las calles y calzadas importantes estaban empedradas, la nueva calzada del Emperador (Reforma) se empezaba a construir con el nuevo sistema llamado de Mac-Adam, de cascajo de río, el cual se comenzaría a introducir posteriormente en otras calzadas importantes.⁹⁹

Junto con la renovación técnica y la introducción de nuevos materiales desde esta época se comienza a plantear cierta inquietud por determinar las propiedades no solamente físicas de los diversos materiales constructivos sino en específico sus cualidades mecánicas. De esta forma, durante el Segundo Imperio se establece que el Consejo Superior de Caminos y Puentes estaba encargado, entre otras cosas, de obtener las cualidades físicas, lugares de extracción y “resistencia” de los diversos materiales de construcción indicando que “*Las pruebas del caso podían hacerse en los laboratorios de los establecimientos de educación*”¹⁰⁰ pero en los mismos no se contaba con los aparatos necesarios para obtener la resistencia mecánica de los materiales por lo que se realizan únicamente análisis fisicoquímicos los cuales representan el primer intento por clasificar los diversos materiales constructivos del país. Destaca en este sentido, el estudio del ingeniero civil Juan Manuel Bustillo de diferentes materiales y conglomerados para recubrimientos a partir de experimentos que había realizado con un análisis de sus propiedades físicas y químicas.¹⁰¹

⁹⁷ *Idem*, pp. 274- 275.

⁹⁸ *Ibid*, pp. 312-313. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, pp. 140 y 142.

⁹⁹ Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 117-118.

¹⁰⁰ González de Cosío, tomo I, *op. cit.*, p. 334.

¹⁰¹ Katzman, *op. cit.*, p. 330.

5.3. AVANCES EN LA INTEGRACIÓN Y RECONOCIMIENTO DEL TERRITORIO NACIONAL

Fomento de los caminos

Al mismo tiempo que comenzaban a manifestarse las inquietudes por la creación de una nueva secretaría enfocada al “*desarrollo material*” también se empezaba a plantear la necesidad de mejorar las comunicaciones del país. Ya desde la propuesta de Antonio del Castillo se plantea el beneficio para el comercio mediante óptimos caminos pues tenía la idea de que en el Consejo de Minería y Obras Públicas discutiera...

*“la posibilidad de abrir vías de comunicación rápidas que den salida á los productos de agricultura, no ya para el extranjero, (lo cual sin embargo es muy posible y se ha hecho en tiempo del gobierno colonial con la azúcar y harina), si no de un Estado para otro abriendo así mercado a esas producciones, por la baja de precio de transporte inherente a los buenos caminos; me parece asunto digno de ocupar á hombres con la instrucción indispensable para el objeto, como son los individuos que propongo formen el consejo.”*¹⁰²

Como hemos visto, esta propuesta de Antonio del Castillo no se llevó a cabo pero algunas de sus ideas generales dan pie a reformas posteriores como la creación del Ministerio de Fomento en 1853; ligado con éste, y con el surgimiento de una planeación nacional en las cuestiones de industria y comercio, se comienza a buscar impulsar estos sectores mediante el mejoramiento de los caminos nacionales, los cuales se encontraban en pésimas condiciones, por lo que al mismo tiempo que surgía una planificación de la obra pública también se buscaba implementar una política de desarrollo caminero. Así, apenas comenzando a organizarse el Ministerio de Fomento se creó, dependiente del mismo, la Administración General de Caminos y Peajes mediante la cual el gobierno central asumía la responsabilidad sobre la organización de los caminos y peajes sometiendo a las diversas juntas que estaban encargados de algunos caminos a seguir sus lineamientos y desapareciendo las que no funcionaban. Realizando ahora el gobierno directamente algunas de las obras más importantes como la de México a Veracruz, México a San Blas y Tehuacan a Puebla, contando para ello con más de veinte ingenieros para dirigir las obras y otros tantos para reconocimiento de los caminos proyectados.¹⁰³

Luis E. Bracamontes ha llamado la atención en la importancia que se le otorga en esta época a los caminos lo que se refleja en el *Estatuto Orgánico Provisional de la República Mexicana* de 1856 y en el *Manifiesto del Gobierno* de Comonfort,¹⁰⁴ así como en la expedición del *Reglamento Provisional para la Administración General de Caminos y Peajes* en 1857.¹⁰⁵ Por está época

¹⁰² Díaz y de Ovando, tomo II, *op. cit.*, pp. 1757-1758. Lo que nos habla también de una idea de modelo de desarrollo no subordinado al exterior.

¹⁰³ Siliceo, *op. cit.*, p. 5. En 1857 ocho carreteras estaban bajo control gubernamental trabajando por tramos en grupos de máximo quince personas entre directores y funcionarios cobradores en las garitas. *Historia de los caminos de México*, tomo II, pp. 109.

¹⁰⁴ Bracamontes, *op. cit.*, p. 174.

¹⁰⁵ *Historia de los caminos de México*, tomo II, pp. 103,105.

trabajaban como directores de caminos algunos ingenieros como Francisco Martínez Chavero¹⁰⁶ y el ingeniero civil Juan Manuel Bustillo.¹⁰⁷ Para 1857, gracias a la reorganización que se estaba dando en la administración de los caminos para ese mismo año el ministro de fomento Manuel Siliceo podía decir que:

*“Algunos de nuestros caminos carreteros guardan hoy un estado bastante regular, y aun se puede decir que perfecto, si se compara con el en que se encontraban ántes de que se estableciera el Ministerio de Fomento...”*¹⁰⁸

Aún cuando su calificación es obviamente exagerada, pues el impacto de las políticas en los caminos no será tan rápido ni efectivo como se deseaba, y aún se verá frustrado por los conflictos internos y externos, si hace ver una diferencia notoria con el periodo anterior pues, por primera vez, se empieza a definir una política de desarrollo carretero.¹⁰⁹

Posteriormente, durante el Segundo Imperio junto con la Dirección de Obras Públicas de la capital se crea la Dirección de Puentes y Calzadas la cual sería renombrada posteriormente como Dirección General de Caminos y puentes,¹¹⁰ formando, poco después, un Consejo Superior de Caminos y Puentes compuesto por el Director general de caminos y puentes,¹¹¹ tres ingenieros civiles, el Jefe de la Sección científica del Ministerio de Fomento, el jefe de la Sección de Ingenieros del mismo, y el Director de las Aguas del Valle de México (en ese momento el ingeniero civil Francisco de Garay). Incorporándose por esa época el ingeniero arquitecto Manuel Francisco Álvarez como director del camino de México a Río Frío.¹¹²

A pesar de las reestructuraciones y reglamentaciones en materia de caminos anteriores será solamente con la paz recobrada con la restauración de la República que se pueda emprender realmente la gran obra de la construcción de los caminos nacionales de manera, hasta cierto punto, satisfactoria. Si en 1865 solamente seis carreteras podían denominarse como troncales o principales, al instalarse el gobierno de Juárez en 1867 se ordenó, no solamente la reparación de las mismas, sino también la construcción de otras nuevas para lo cual se destinó una importante partida. Contando para 1869 con trece rutas nuevas y para 1873 con otras seis más continuando los trabajos a lo largo del gobierno de Lerdo de Tejada.¹¹³

Para la década de 1870 se contaban con 8,700 kilómetros de caminos federales, de los cuales 4,226 eran para carros y 4,474 de herradura aún cuando incluso los principales caminos no eran uniformes presentando tramos intransitables para carros, condición que se agravaba durante la

¹⁰⁶ Ingeniero militar que había estudiado también en el Colegio de Minería nombrado director del camino de México a Monte Alto en 1857. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 123-124.

¹⁰⁷ Quien fue director del camino de México a Toluca y Cuernavaca. *Idem*, p. 121.

¹⁰⁸ Siliceo, *op. cit.*, p. 6.

¹⁰⁹ *Historia de los caminos de México*, tomo II, pp. 85-87 y 103.

¹¹⁰ En esta última se incluían, aparte de los caminos comunes, los ferrocarriles y ríos o canales navegables. González de Cosío, *op. cit.*, tomo I. pp. 333-334.

¹¹¹ Puesto ocupado en un principio por el ingeniero arquitecto Francisco P. Vera y posteriormente por el ingeniero Santiago Méndez.

¹¹² Álvarez, 1919, *op. cit.*, p. 3.

¹¹³ *Historia de los caminos de México*, tomo II, pp. 139, 149 y 151.

temporada de lluvias. A pesar de los avances Riguzzi plantea que la mayoría de la inversión en caminos se aplicó más en gastos nominales y a seguridad de los caminos que a su mejoramiento¹¹⁴ por lo que sus condiciones no eran las óptimas, muchas veces siendo rápidamente dañados por el tránsito de carros o carretas lo que no permitía su utilización de manera generalizada lo cual era contrastado con los Estados Unidos donde el uso de estos medios de transporte era muy difundido.¹¹⁵

Ya desde la reestructuración de la administración de los caminos a mediados de siglo, pero principalmente con el impulso para la apertura de nuevas rutas con la República Restaurada, encontramos en estas labores algunos egresados del Colegio de Minería más allá de los ingenieros militares que también seguían desempeñándose en las mismas. Poco más de un año después de regresar el gobierno de Juárez a la capital, en octubre de 1868, se publica el Reglamento de Ingenieros de Caminos estableciendo que sólo podrían ser directores de caminos los ingenieros titulados quienes serían nombrados por el gobierno por medio de la Secretaría de Fomento.¹¹⁶ Para este momento ya habían egresado un número importante de ingenieros arquitectos por lo que varios de ellos se incorporarán en la construcción de caminos. Desde que en 1868 Francisco Martínez Chavero¹¹⁷ fue designado jefe de la Sección de Caminos en el Ministerio de Fomento introdujo como encargados de los caminos, así como de las comisiones científicas para abrir nuevos, a varios egresados de la Academia de San Carlos.¹¹⁸ De igual forma, también colaboraron en estas labores un número importante de egresados del Colegio de Minería aunque solamente ensayadores, geógrafos y agrimensores o topógrafos,¹¹⁹ comenzando a ser desplazados los ingenieros militares.

Primera línea ferroviaria

Aún cuando desde 1837 se otorgó la primera concesión para la línea ferroviaria principal del país, la de México a Veracruz, no se había logrado adelantar en su construcción. Después de regresar de Europa el ingeniero Civil Francisco de Garay propuso un proyecto para esa ruta más acorde a los recursos con los que se contaba pues era mediante tracción animal pero el mismo nunca se intentó,¹²⁰ el cual representaba una opción ante la mala situación de los caminos los cuales eran dañados rápidamente con el tráfico de carretas.¹²¹ Continuando con el proyecto para máquinas de vapor, se logró inaugurar en 1850, después de muchas vicisitudes, el primer tramo sumamente modesto de Veracruz a El Molino de tan sólo 13.6 kilómetros.¹²² Debido a los malos

¹¹⁴ Siguiendo la postura de Coatsworth.

¹¹⁵ Riguzzi, *op. cit.*, pp. 41-45.

¹¹⁶ González de Cosío, *op. cit.*, tomo IV, p. 274-275.

¹¹⁷ Chavero estudió tanto en el Colegio de Minería, en el Militar y en San Carlos. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 123-124.

¹¹⁸ Encontrando a los ingenieros arquitectos Manuel Sánchez Facio y a Ricardo Orozco como directores de caminos así como a sus colegas Cayetano Camiña, Carlos Moreno y Luis G. Vicario (quien era también ingeniero militar) dentro de diversas comisiones científicas. *El siglo XIX*, 15 de julio de 1868.

¹¹⁹ Entre los agrimensores encontramos a José Galán, José María Romero, Ignacio Garfías y Jacobo Blanco, este último también era ensayador así como Manuel M. Canseco. *El siglo XIX*, 15 de julio de 1868.

¹²⁰ Su proyecto era por la ruta de Jalapa, su ciudad natal. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 124-125.

¹²¹ Riguzzi, *op. cit.*, p. 41.

¹²² *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia. Op. cit.*, p. 60.

manejos en la concesión, el gobierno se hace cargo de la construcción en 1852 pasando al surgir el Ministerio de Fomento a depender del mismo, encargándose directamente de su construcción mediante la dirección del ingeniero Santiago Méndez quien adelantó 12.5 kilómetros hasta 1855.¹²³

Durante esta época, a pesar del gran número de concesiones otorgadas la mayoría no tenían resultados prácticos, lo que continuaría aún con la creación del Ministerio de Fomento el cual dio diversas concesiones para la construcción de ferrocarriles, teniendo noticia de seis hasta 1855. Posteriormente, durante el breve lapso de relativa paz durante el gobierno de Comonfort, entre 1856 y 1857, se darán otras siete siendo casi igual el número de las concedidas a extranjeros y a mexicanos, obteniendo los nacionales una más,¹²⁴ pero todavía en 1857 el ministro Siliceo informaba que de todas solamente cuatro continuaban con posibilidades de concretarse. Los altos costos y el entorno conflictivo no alentaba la inversión, por su parte, el gobierno no podía ofrecer el financiamiento necesario y, por lo tanto, tampoco realizar las líneas por sí mismo, aunque ofrecía muchas facilidades y privilegios a las concesiones, incluso garantizando en algunas casos una ganancia del 6% anual.¹²⁵

Aunque no se tenía la capacidad financiera ni técnica para realizar las rutas más importantes se comenzaron a abrir otras más cortas siendo la primera la de la Ciudad de México a la Villa de Guadalupe,¹²⁶ concesionada a Antonio Escandón,¹²⁷ inaugurada en 1857, mismo año en que se abre también la línea a Tacubaya (en la cual también había invertido Escandón) siendo ambos de tracción animal, sistema que aunque no sería utilizado en largos trayectos si sería muy recurrido en ferrocarriles urbanos.¹²⁸ En febrero de 1866 se inaugura el trayecto de Tacubaya a Mixcoac en el camino de fierro de México a Chalco,¹²⁹ y para 1870 se autoriza la construcción del ferrocarril de la Ciudad de México a Toluca mediante una compañía formada por Mariano Riva Palacio en representación del Estado de México.¹³⁰

Dentro de las concesiones otorgadas por Comonfort en 1856 destaca la de la Ciudad de México a Veracruz a los Escandón, quienes tenían experiencia en esa ruta por sus diligencias y su labor de reparación de los caminos,¹³¹ optando por la vía Orizaba en lugar de la ruta por Jalapa.¹³² En 1861 con Juárez como presidente provisional se modificó la concesión haciéndola aún más conveniente para el empresario. Durante el Segundo Imperio la concesión fue vendida a la Compañía Imperial Mexicana con sede en Londres pero cuyo principal accionista era Antonio

¹²³ Siliceo, *op. cit.*, p. 43.

¹²⁴ AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 4, exp. 9, 19, 27, 34 y 35, y caja 5. exp. 5.

¹²⁵ Siliceo, *op. cit.*, pp. 20-23.

¹²⁶ Que era parte del Ferrocarril de México a Veracruz, aunque es significativo que se le haya dado prioridad a esa ruta, que en un principio funcionaba sólo los domingos y el doce de cada mes. Riguzzi, *op. cit.*, p. 53.

¹²⁷ Quien representaba los intereses de su hermano Manuel que había salido del país al ser derrocado Santa Anna.

¹²⁸ Katzman, *op. cit.*, p. 129.

¹²⁹ Ramírez, *op. cit.*, p. 466.

¹³⁰ AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 7, exp. 21.

¹³¹ Ver *supra* Reparación de los caminos.

¹³² Lo que ha sido cuestionado posteriormente pues, al parecer, la decisión se debió a los intereses que los Escandón tenían en Orizaba. Gresham Chapman, John. *La construcción del Ferrocarril Mexicano. 1837-1880*. SepSetentas, México, 1975, pp. 69-70.

Escandón.¹³³ A pesar de que la transacción se realizó bajo el amparo del Segundo Imperio, al restaurarse la República el gobierno de Juárez puso por encima la urgencia de la conclusión del ferrocarril reconociendo muchos de los privilegios de la empresa. Ante lo cual en el Congreso surgió la discusión de como debería ser el proceso de la introducción de ferrocarriles y las condiciones de las concesiones pero ante la falta de acuerdos¹³⁴ los trabajos continúan como venían siendo realizados por la firma inglesa.¹³⁵

Será hasta 1873 cuando esta importante vía sea concluida, siendo inaugurada por el ahora presidente Lerdo de Tejada al viajar de la Ciudad de México a Veracruz. El reconocimiento del ferrocarril fue realizado por una comisión compuesta del ingeniero militar Francisco Chavero, y por los ingenieros arquitectos Joaquín Gallo y Mariano Téllez Pizarro. El trazo fue a grandes rasgos el realizado por el ingeniero militar norteamericano Andrew Talcott, dirigiendo las obras los ingenieros Buchanan y Foot, figurando como ingeniero constructor Thomas Branniff.¹³⁶ Aún cuando las obras estuvieron dirigidas por ingenieros ingleses y norteamericanos también colaboraron ingenieros mexicanos como José Bezares, el ingeniero topógrafo Francisco Bulnes, así como el recién egresado de ingeniería civil Francisco González de Cosío,¹³⁷ éstos dos últimos formados en la Escuela de Ingenieros, así como los ingenieros arquitectos Manuel Couto, Manuel Francisco Álvarez y Antonio Anza.¹³⁸

El logro de dicha conexión abriría el camino para nuevas rutas con lo que se empiezan a dar los primeros pasos por crear una red ferrocarrilera nacional. En 1873 se subvenciona la construcción del ferrocarril que pretendía enlazar el de México a Veracruz con Pachuca, así como se autoriza la construcción del ferrocarril y telégrafo de Puebla a Izucar de Matamoros.¹³⁹ Un poco después, en 1875, se autoriza el ferrocarril de Guaymas hasta la frontera norte de Sonora, así como el enlace entre el trayecto de la Zamorana a Medellín con Veracruz,¹⁴⁰ que sería dirigido por el ingeniero Santiago Méndez.¹⁴¹ Dentro del tendido de las vías férreas se requerían diversas obras de ingeniería, tan sólo en el ferrocarril de México a Veracruz y del ramal de Apizaco a Puebla habían 55 puentes de fierro, 93 puentes de madera, 10 viaductos y 358 alcantarillas.¹⁴² Pero no conocemos quienes fueron los encargados de cada obra aún cuando es probable que colaboraran mexicanos quienes ya estaban realizando otros puentes, incluso de fierro.

¹³³ *Ibid*, pp. 99-112.

¹³⁴ Cosío Villegas, *op. cit.*, p. 128. Dichas discusiones que pueden parecer alejadas de sus atribuciones ya que trataban de fijar los tipos de apoyos que recibirían las empresas, el financiamiento, la conveniencia de la vía ancha o angosta, entre otras, miradas posteriormente ante los costos de la introducción de los ferrocarriles y de los contratiempos que produjo la utilización de distintos anchos de vía pueden parecer más sensatos, cuestiones que se tratarán de corregir hasta finales de siglo.

¹³⁵ Morales, 1978, *op. cit.*, pp. 51-52.

¹³⁶ Norteamericano hijo de inmigrantes irlandeses quien era ingeniero empírico aprendiendo acerca de la construcción ferroviaria en obras en Chile y en Perú.

¹³⁷ Baz, *op. cit.*, p. 17.

¹³⁸ Este último se recibió al separarse ambas carreras por separado en las respectivas escuelas. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 119. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia. Op. cit* p. 134.

¹³⁹ AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 7, exp. 34 y 40.

¹⁴⁰ AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 8.

¹⁴¹ Bonilla, *op. cit.*, p. 39.

¹⁴² González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 119.

Hasta antes de la conclusión del ferrocarril México-Veracruz, de manera general, se habían otorgado 42 concesiones para la construcción y explotación de ferrocarriles de las cuales solamente tres tuvieron algún efecto y dos se realizaron.¹⁴³ Durante los diez años de República Restaurada se dieron 33 concesiones, 12 para mexicanos, 16 para estadounidenses y cinco para otros extranjeros. Cinco concesionarios mexicanos lograron construir por lo menos un kilómetro¹⁴⁴ así como el español Zangronis y obviamente la compañía inglesa de Veracruz, fracasando los diversos intentos de enlazar la ciudad de México con la frontera norte, la mayoría concesionados a estadounidenses.¹⁴⁵ En 1876 la red ferroviaria contaba solamente con 666 kilómetros correspondiendo 424 al Ferrocarril Mexicano de la capital a Veracruz y los demás comunicaban esta ruta con líneas locales de tracción animal¹⁴⁶ para el siguiente año se aumentó a 700 kilómetros aun cuando la etapa de mayor tendido de vías estaba aún por comenzar.¹⁴⁷

De manera general, se puede decir que en este periodo, aún cuando muchos de los ingenieros empleados eran extranjeros, sobre todo en los puestos de dirección, el gran número de ingenieros requeridos permitía que también algunos mexicanos laboraran en las obras. Incluso durante el Imperio el Ministerio de Fomento reportaba que solamente en el trayecto de México a Veracruz estaban empleados 69 “ingenieros”, 4 en el de México a Chalco y uno en el de Veracruz a Medellín, trabajando en total 77 en 1865 en las diferentes líneas.¹⁴⁸ Aún cuando, por ejemplo, Eleuterio Méndez era el ingeniero en jefe del ferrocarril de Chalco generalmente los mexicanos eran contratados por el gobierno para realizar la inspección de las vías, aquí encontramos un buen número de ingenieros arquitectos (aunque no tantos como en caminos).¹⁴⁹ Destacando también el ingeniero arquitecto Mariano Téllez Pizarro quien es el primer mexicano que construya un ferrocarril, el de Tehuacan a la Esperanza, con fondos del gobierno para ver su costo real.¹⁵⁰

También encontramos a algunos de los alumnos de la Escuela de Ingeniería haciendo sus prácticas en el ferrocarril como había dispuesto Juárez en 1867, estando a punto de graduarse en 1872 algunos de los que las habían realizado en el ferrocarril de Veracruz.¹⁵¹ Mientras que a principios de 1874 varios alumnos habían salido a estudiar nuestros ferrocarriles y posteriormente tres de ellos irían a practicar en los ferrocarriles norteamericanos.¹⁵² Incluso desde 1865 habían realizado una memoria del ferrocarril de México a Chalco los alumnos de San Carlos Ignacio Dosamantes y Ricardo Orozco.¹⁵³

¹⁴³ *Idem*, pp. 113-114.

¹⁴⁴ En los ferrocarriles de Tacubaya, Chalco, Mérida, Medellín y Toluca.

¹⁴⁵ *Ibid*, p. 134.

¹⁴⁶ Connolly, *op. cit.*, p. 81.

¹⁴⁷ *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos. Op. cit.*, vol. III, tomo II, p. 248.

¹⁴⁸ Aún cuando el título de ingenieros seguramente incluía a profesionistas diversos. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 124-126.

¹⁴⁹ Entre ellos a Ignacio Dosamantes, Joaquín Gallo, José Ramón Ibarrola, Mariano B. Soto, el mismo Eleuterio Méndez, así como al arquitecto Juan Agea quien fue encargado de estudiar el trazo de ferrocarril de Querétaro a Guanajuato. Katzman, *op. cit.*, Anexo biográfico.

¹⁵⁰ Álvarez, 1918, *op. cit.*, pp. 53-55.

¹⁵¹ AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Calificaciones y exámenes, caja 24, exp. 2.

¹⁵² Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2601.

¹⁵³ Bajo la dirección de Santiago y Eleuterio Méndez. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 6526.

Realización de una cartografía nacional

A pesar de que continúan los conflictos políticos y armados, para mediados de siglo, a los trabajos de cartografía y estadística se les comienza a dar un enfoque más civil, al ser transformada la Comisión de Estadística Militar en Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística en 1850, en la que se incorporarían un mayor número de profesionales civiles. Esta situación se ratifica en 1853, al surgir el Ministerio de Fomento pues la Sociedad pasa a depender de esta secretaría,¹⁵⁴ y aún cuando siguen laborando en la misma varios ingenieros militares poco a poco irán perdiendo la importancia que habían tenido en las primeras décadas del México independiente.

Para esa época también se estaban dando pasos importantes para realizar trabajos geográficos nacionales más ambiciosos y completos por lo que, después de múltiples contratiempos, por fin la recién formada Sociedad pudo concluir la primera carta general del país comenzada por la Comisión de Estadística Militar, la cual, a pesar de los múltiples esfuerzos, no llega a ser publicada.¹⁵⁵

Al pasar a depender la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística del Ministerio de Fomento no sólo adquirió una relativa estabilidad económica sino que fue esta secretaría quien gestionó la recopilación de diversos materiales que se encontraban dispersos en el país lo que permitiría la realización de trabajos más ambiciosos. Así, Antonio García Cubas¹⁵⁶ pudo aprovechar los materiales adquiridos por este ministerio para realizar el primer *Atlas geográfico e histórico de la República Mexicana...* a partir de los mejores materiales, aunque imperfectos, con los que se contaba, siendo publicado en 1856.¹⁵⁷ Poco después, el ingeniero militar y geógrafo Francisco Jiménez, el ingeniero de minas Próspero Goyzueta y el Capitán de ingenieros Francisco Chavero junto con el Oficial Mayor de Fomento Manuel Orozco y Berra comenzaron una carta general con una gran escala, la cual no pasó del dibujo al fundirse el Ministerio de Fomento con el de Justicia en 1861 pero que fue utilizada nuevamente por García Cubas para formar su *Carta General de la República Mexicana* aparecida en 1863.¹⁵⁸

Se puede apreciar la importancia de estos trabajos geográficos y cartográficos si se comparan con los trabajos aislados con los que se contaba anteriormente. Dándose no sólo los primeros intentos por recopilar la diversa información disponible sino que se comenzó a introducir una

¹⁵⁴ Azuela, *op. cit.*, p. 99.

¹⁵⁵ A pesar de una infructuosa peregrinación por Norteamérica y Europa, y aún cuando al regresar al país el Ministerio de Fomento otorgó los fondos para su publicación los mismos “*se perdieron sin provecho*”. Los hermanos Agea realizaron una copia de la Carta que quedó en la colección de la Sociedad mientras que Joaquín Velázquez de León mandó dibujar otra a Antonio García Cubas que permaneció en el Ministerio de Fomento. Orozco y Berra, *op. cit.*, p. 423.

¹⁵⁶ García Cubas había estudiado en San Carlos aunque no lo encontramos graduado como arquitecto o maestro de obras, al parecer, será hasta 1865 cuando obtenga el título de ingeniero topógrafo en el Colegio de Minería. Laboró de manera destacada en el Ministerio de Fomento como dibujante topógrafo.

¹⁵⁷ El cual, salvo algunas correcciones, es un trabajo de compilación, lo que no lo demerita, al contrario, pues es el primero del país, habiendo sido imposible hasta ese momento.

¹⁵⁸ *Ibid*, pp. 423-424 y 427-428.

metodología y especificaciones comunes en los diversos levantamientos, tratando de mejorar su precisión para que posteriormente fuera posible su integración en trabajos más generales.¹⁵⁹

Con el paso a la segunda mitad del siglo los levantamientos se multiplican, en 1856 en el centro del país se formó una Comisión del Valle de México buscando dar cuenta de los diversos aspectos del mismo, con diversas comisiones especiales destacando la cuestión de su desagüe.¹⁶⁰ Siendo fruto de la misma el plano topográfico del Distrito Federal de 1857 dirigido por el ingeniero geógrafo Francisco Díaz Covarrubias,¹⁶¹ quien también realiza varias medidas para la triangulación del Valle de México.¹⁶²

Por su parte, el Ministerio de Fomento encarga al ingeniero José Salazar Ilarregui dirigir el levantamiento del *Plano topográfico y perfil de los acueductos que surten de aguas a la ciudad de México* impreso en 1860,¹⁶³ así como a Francisco Díaz Covarrubias la *Carta Hidrográfica del Valle* publicada en 1862.¹⁶⁴ Poco después, con la Intervención Francesa, al ser nombrado Ministro de Fomento, Ilarregui, busca organizar dos comisiones, una, para levantar los planos topográficos de los distritos mineros de Guanajuato y, otra, para los cercanos a Pachuca y Real del Monte, pero solamente esta última se consolidó.¹⁶⁵ Durante el Segundo Imperio también se trabajaba en el levantamiento de los planos de las calles principales de la ciudad en la cual deberían cooperar los alumnos de San Carlos.¹⁶⁶

En 1859 Díaz Covarrubias realizaba la determinación más precisa que se había obtenido hasta ese momento de la posición geográfica de la ciudad de México.¹⁶⁷ Mientras que en 1866 el ingeniero militar y geógrafo Francisco Jiménez realiza la primera determinación de la longitud por medio del telégrafo que se haya realizado en México, entre la capital y Cuernavaca.¹⁶⁸ Para fines de 1864 Antonio del Castillo propone al oficial mayor de fomento, Orozco y Berra, la formación de cartas geológicas de distintos distritos minerales quien lo recomienda para su aprobación a Maximiliano mismo que da su autorización a principios de 1865.¹⁶⁹ Por esa época, el ministerio

¹⁵⁹ *Idem*, p. 423.

¹⁶⁰ Quedando al frente de las diversas comisiones: Manuel Orozco y Berra de geografía antigua y estadística, Francisco Díaz Covarrubias de astronomía y geodesia, como topógrafos Manuel Fernández Leal, Miguel Iglesias, Francisco de P. Herrera, Ramón Almaraz, José Antonio de la Peña y Mariano Santa María. Debido a los cambios políticos al retomar los conservadores el poder la Comisión queda reducida en 1858 a su parte topográfica suspendiendo totalmente sus actividades al siguiente año aunque los trabajos continúan.

¹⁶¹ Siendo el primero impreso por la Academia de San Carlos en 1862 pero publicado hasta 1864.

¹⁶² Donde colaboraron los ingenieros Manuel Fernández Leal, Miguel Iglesias y Francisco Herrera. *Ibidem*, pp. 386-389.

¹⁶³ Laborando en el mismo, los ingenieros José Bezares, Jesús Pérez y Juan Martín.

¹⁶⁴ En la que trabajaron los ingenieros Miguel Iglesias, Ramón Almaraz, Mariano Santa María y José Antonio de la Peña.

¹⁶⁵ Siendo dirigidos sus trabajos por Ramón Almaraz y laborando como ingenieros topógrafos Juan de F. Martín, Javier Yañez, José María Romero, José Serrano, Rafael Barberi y Antonio García Cubas. *Ibid*, pp. 392, 394 y 396.

¹⁶⁶ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 6428.

¹⁶⁷ Orozco y Berra, *op. cit.*, pp. 387-388.

¹⁶⁸ Los trabajos fueron autorizados en un principio por el entonces Ministro de Fomento Luis Robles pero la conclusión del trabajo pudo ser realizada gracias al apoyo de su sucesor Francisco Somera. *Idem*, pp. 399-401.

¹⁶⁹ Ramírez, *op. cit.*, p. 450-451

de Fomento encargaba al ingeniero topógrafo Manuel Orozco y Berra el levantamiento del *Plano de la ciudad de México* el cual es publicado en 1867.¹⁷⁰

Como se puede apreciar, a pesar de que siguen laborando en estos trabajos diversos ingenieros militares los mismos van disminuyendo en importancia y en número incorporándose egresados tanto de San Carlos como del Colegio de Minería pero generalmente no ingenieros arquitectos ni de los primeros egresados de ingeniería civil sino generalmente topógrafos o agrimensores o incluso ingenieros de minas.¹⁷¹ Tampoco encontramos aquí a los ingenieros civiles formados en el extranjero más que al Ministerio de Fomento Francisco Somera quien autoriza la continuación de los trabajos de determinación la longitud de Cuernavaca por medio del telégrafo.

Política de colonización frustrada

Como ya se ha dicho, en materia de colonización no se había avanzado prácticamente nada desde la consumación de la independencia por lo que al surgir el Ministerio de Fomento una de las funciones de las que debería encargarse era el de buscar hacer efectiva la colonización en el país, tan deseada tanto por los gobiernos liberales como conservadores, comenzando la secretaría por hacer una revisión de los títulos expedidos por los gobiernos estatales aunque con muy pocos resultados efectivos.¹⁷² Al mismo tiempo, se expidió una nueva ley, en febrero de 1854, que ofrecía no sólo terrenos para inmigrantes europeos sino que también financiaba su traslado, nombrando Santa Anna al español Rafael Rafael como agente general de colonización entregándosele \$50,000 mismos que se adjudicó sin realizar labor alguna.¹⁷³

El Ministerio de Fomento también intentó impulsar un adecuado conocimiento de los terrenos baldíos en los que se establecerían los nuevos colonos, por lo que buscará contratar personas aptas para su delimitación. Pero alegando la falta de recursos necesarios para pagar las cuantiosas sumas que se requerían (a pesar del ejemplo anterior), así como la escasez de agrimensores e ingenieros en la mayoría de los departamentos (lo cual tampoco era totalmente limitante como se aprecia en los trabajos cartográficos realizados) el gobierno optó por delegar en compañías privadas estos trabajos, las cuales solían ser las principales beneficiadas, ya que los contratos les otorgaban una tercera parte de los terrenos baldíos deslindados.¹⁷⁴

¹⁷⁰ Realizaron los levantamientos los ingenieros de minas Manuel Espinosa y Jesús P. Manzano (este último también ensayador y agrimensor), el ingeniero arquitecto Manuel Francisco Álvarez, el topógrafo Rafael Barberi y el agrimensor José Serrano e Ignacio P. Gallardo. Orozco y Berra, *op. cit.*, p. 417.

¹⁷¹ Por ejemplo, los ingenieros de minas Juan N. Cuatáparo y Santiago Romero trabajaron en la carta geográfica del distrito de Zumpango cuyas memorias se publicaron en 1875. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 3009.

¹⁷² Aún cuando en noviembre 1853 se expidió una ley que declaraba nulas todas las concesiones de terrenos hechas por los Estados al siguiente año buscando no despojar a propietarios legítimos se decreta que sean anuladas solamente aquellas que no hayan sido debidamente aprobadas por el gobierno y cuyo fin no haya sido la colonización. Por lo que de diferentes estados llegaron gran número de títulos acreditando sus propiedades por lo que a nadie se despojó de sus propiedades ni tuvieron que pagar fuertes sumas por la revalidación de sus títulos, a excepción de algunos habitantes de Chiapas quienes desembolsaron \$ 24,000 de indemnizaciones. Lo cual resulta paradójico cuando el mismo Siliceo sostiene que la colonización había sido prácticamente nula. Siliceo, *op. cit.* 45.

¹⁷³ *Ibid*, pp. 45-47.

¹⁷⁴ *Idem*, pp. 46-48.

En 1856 se decreta la famosa “*Ley Lerdo*”¹⁷⁵ la cual se había expedido en el anhelo de dinamizar las propiedades que no eran adecuadamente aprovechadas buscando romper con las estructuras corporativas dando la tierra en su lugar a pequeños propietarios que se esperaba llegaran del extranjero. Pero la ley de desamortización (como en el caso de la política de colonización) generó resultados contrarios a los esperados ya que la tierra fue subastada al mejor postor sirviendo para su acaparamiento por parte de terratenientes y compañías con la capacidad económica para adquirir la mayor parte de ella en detrimento de las comunidades indígenas y de los pequeños propietarios.¹⁷⁶

De esta forma, se multiplicaron las compañías deslindadoras y colonizadoras, realizándose los deslindes de los terrenos baldíos del Istmo de Tehuantepec, Sonora, Sinaloa, Baja California, Chihuahua e Isla del Carmen participando en algunos casos compañías extranjeras como la de Jeker Torre así como empresarios importantes nacionales como Fernando y Manuel Escandón, otorgándosele este último, dentro de los privilegios acordados en la concesión de 1861 del ferrocarril a Veracruz, la mitad de los terrenos baldíos deslindados en Tehuantepec y en Sonora.¹⁷⁷ Anteriormente, el gobierno mandaría establecer diversas colonias entre Veracruz y Jalapa, en Progreso en Yucatán, las cuales tuvieron pobres resultados, quedando pendiente otros proyectos debido a la Guerra de los Tres Años.¹⁷⁸ Nuevamente en 1861 se establecen facilidades para la colonización extranjera liberándolos del pago de contribuciones por cinco años, de derechos de importación de lo que requirieran para sus asentamientos y otorgando facilidades para la división de fincas “*rústicas*” y urbanas.¹⁷⁹

Aún cuando, durante la guerra contra los conservadores y en el Segundo Imperio, los liberales tenían la necesidad de los ingresos de la venta de las tierras de la Iglesia para financiarla, tras la victoria, se presentaba la opción de establecer medidas de distribución de tierras para crear una base de agricultores mexicanos pero dicha política nunca fue considerada seriamente por el gobierno por lo que los terrenos que no fueron acaparadas por terratenientes se conservaron esperando la oleada de inmigrantes extranjeros que nunca llegaron.¹⁸⁰

5.4. REINICIO DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS

Primeros pasos en la realización del desagüe del Valle de México

Aún cuando las obras del desagüe del Valle de México serían una de las competencias encomendadas al nuevo Ministerio de Fomento, en un principio, sólo se realizaron desazolves y se abrieron algunos canales menores, fungiendo como director de los trabajos el arquitecto de la

¹⁷⁵ *Ley de Desamortización de Fincas Rústicas y Urbanas propiedad de las Corporaciones Civiles y Religiosas* del 25 de junio de 1856.

¹⁷⁶ Katz, *op. cit.*, pp. 160-161; Díaz, *op. cit.*, p. 833 y González, Luis, *op. cit.*, p. 920.

¹⁷⁷ Siliceo, *op. cit.*, pp. 46-48. Urías, *op. cit.*, pp. 29-30 y 50-52.

¹⁷⁸ González de Cosío, *op. cit.*, pp. 57-60.

¹⁷⁹ Jiménez, *op. cit.*, pp. 9-10.

¹⁸⁰ Katz, *op. cit.*, p. 167. Los inmigrantes que llegaron durante la República Restaurada se asentaron en las ciudades dedicándose principalmente al comercio. González, Luis, *op. cit.*, p. 920.

ciudad Manuel Gargollo y Parra. Siendo hasta el gobierno de Comonfort, motivado en parte por las fuertes precipitaciones e inundaciones parciales de 1855, que se empezaron a tomar medidas importantes, creando a principios de 1856 una junta de 30 notables para atender la cuestión,¹⁸¹ la cual dividió las obras secundarias para defender a la ciudad de una inundación en tres secciones encomendando cada una a un ingeniero civil, de los pocos con los que se contaba formados en el extranjero, estando al frente de la del sur Francisco de Garay, de la central Francisco Somera y de la del norte Juan Manuel Bustillo.¹⁸²

La junta del desagüe no se conformó solamente con obras que amortiguaran los problemas del momento sino que, buscando obtener una solución general, convocó a “*peritos nacionales y extranjeros*” a un concurso para las obras hidráulicas que se debían de realizar en el Valle de México¹⁸³ con un premio de \$12,000. Presentándose siete proyectos¹⁸⁴ siendo seleccionado de manera unánime el realizado por Francisco de Garay, el cual cumplía con todos los requerimientos estipulados en la convocatoria.¹⁸⁵

El proyecto de Garay consistía en un canal trapezoidal de poco más de 50 kilómetros de la garita de San Lazaro al norte, el cual recogería las aguas de los ríos que a él llegaran, seguido de un túnel de casi 9 kilómetros, que llegaba a la barranca de Ametlac uniéndose las aguas adelante al río de Tequixquiac. También se proponían tres canales secundarios, uno del sur (de Chalco y Xochimilco a la ciudad), uno de oriente comunicando el lago de Chalco con el de Zumpango, y otro de occidente enlazando el lago de Xochimilco con el tajo de Nochistongo, este último podría conectarse con el sistema de desagüe interno de la ciudad desembocando en el colector de San Lazaro desasolvando al mismo tiempo las atarjeas. La propuesta no sólo pretendía resolver las inundaciones de la ciudad sino que se ocupaba del riego y de la navegación del Valle de México mediante canales, los cuales sumarían más de 300 kilómetros de longitud, utilizando el lago de Zumpango como contenedor y distribuidor de las aguas para estas finalidades. El proyecto especificaba tanto las características de sus diferentes componentes como sus respectivos costos.¹⁸⁶

A pesar de contar con un proyecto integral para el desagüe del Valle, los problemas internos así como la escasez de recursos, no permitieron un avance importante en las obras. En 1865, ya durante el Segundo Imperio, se presentaron intensas precipitaciones que desbordaron el río Cuauhtitlán siendo alto el riesgo de otra gran inundación por lo se convocó nuevamente a un

¹⁸¹ AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 4, exp. 13. La cual tendría amplias facultades y sustituiría a la antigua dirección del desagüe. Estaría formada de treinta propietarios del valle de México y presidida por el ministerio de fomento, en ese momento, Manuel Siliceo.

¹⁸² Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 125.

¹⁸³ Los proyectos deberían buscar cuatro puntos principales: que la capital y las poblaciones vecinas quedaran libres de inundaciones, que se facilitara el desagüe de las cañerías de la ciudad, desarrollar el mayor número posibles de canales navegables y aprovechar la mayor cantidad de agua posible para riego. *Ibid*, p. 126.

¹⁸⁴ Presentando propuestas Gargollo y Parra, Santiago Bentley, José María Lopez Monroy, J. A. Poumarède, John Bowring y Garay, así como concursando también el proyecto realizado anteriormente por Smith.

¹⁸⁵ Orozco y Berra, *op. cit.*, pp. 408-411. Garay, Adrián. *Juicio sobre las obras del desagüe del Valle de México*. Imprenta Mundial, México, 1930, p. 9.

¹⁸⁶ *Ibid*, pp. 9-10 y 25-27.

concurso siendo seleccionado una vez mas el proyecto de Garay.¹⁸⁷ Al no querer el gobierno adquirir la responsabilidad respecto de la probable inundación Garay es nombrado director de todos los trabajos relacionados con el desagüe en el Valle y para proteger la ciudad de una inundación, quien acepta dicho cargo pero sin considerarse funcionario del Imperio,¹⁸⁸ las medidas implementadas salvaron, al parecer, a la ciudad de una mayor inundación ese año.¹⁸⁹

No obstante su nombramiento, Garay solo pudo dirigir trabajos parciales pues al año siguiente, al entrar Joaquín de Mier y Terán como ministro de fomento, se decidió, por economía, seguir el proyecto del teniente M. L. Smith de 1848 ya que proponía una sección del canal más pequeña que la de Garay, nombrando al ingeniero Miguel Iglesias para realizar los estudios y modificaciones a dicho proyecto con la ayuda del ingeniero topógrafo Aurelio Almazan, del ingeniero de minas y agrimensor Jesús P. Manzano y del ingeniero arquitecto Manuel Francisco Álvarez. Iglesias presentó su informe el 3 de julio de 1866 cambiando la ruta del túnel para desembocar en la barranca de Acatlan en vez de la de Ametlac y aún cuando ni siquiera se tenía un proyecto totalmente terminado parte inmediatamente a Europa para conseguir la maquinaria necesaria¹⁹⁰ lo que llevaría a que el gobierno intervencionista dudará de la conveniencia del proyecto, aún cuando se continuó con el de Iglesias.¹⁹¹

A pesar de la falta de avances en la obra del desagüe general se realizaron algunos trabajos complementarios importantes, como la construcción alrededor de la ciudad de un dique para contener las mayores crecientes, realizado bajo la dirección del ingeniero civil Francisco Somera con la colaboración de los ingenieros arquitectos Ricardo Orozco y Manuel Francisco Álvarez y el ingeniero Carlos Villada entre 1866 y 1867.¹⁹²

La importancia del desagüe del Valle así como la coincidencia de su necesidad colocó las obras incluso por encima de los conflictos políticos por lo que en 1867, siendo clara la victoria de los republicanos, Porfirio Díaz contesta a la petición de Iglesias, Almazán y Manzano para protegerlas y continuarlas diciendo: “*Pocas glorias podría desear en mi transitoria posición como la de dar impulso a esos trabajos*”¹⁹³

¹⁸⁷ El jurado estaba presidido por el Coronel de Ingenieros del ejército francés Doutrelaine y compuesto por el coronel J. M. Durán, el capitán de ingenieros Mahieu, el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez y los ingenieros civiles Somera y Bustillo.

¹⁸⁸ En comunicación al gobierno dice: “...al admitir el nombramiento de Director de Inspector de las Aguas del Valle, cumple á mi deber de caballero el decir que lo hago reservándome toda mi independencia particular, y en la inteligencia de que al admitir la Comisión que se me encarga, no se me considerará en ningún tiempo funcionario ó empleado público...y por esa razón sirvo gustoso y sin remuneración alguna...” Por otra parte, del premio del concurso llegó a recibir en varias partidas hasta once mil pesos. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 126-127.

¹⁸⁹ Garay, *op. cit.*, pp. 12-13. La importancia de sus trabajos en el salvamento de la ciudad de las inundaciones quizás deba ser matizado ya que esta fuente, del hijo de Francisco de Garay, es la única que lo menciona.

¹⁹⁰ La cual no llegaría sino hasta 1868. Orozco y Berra, *op. cit.*, pp. 412-416.

¹⁹¹ En noviembre de ese mismo año el gobierno ordenaba seguir el trazo de Garay y entregar al mismo su premio a pesar de lo cual se continuaron los trabajos por la otra ruta. Garay, *op. cit.*, pp. 14-15.

¹⁹² Orozco y Berra dice que el mismo se puede llamar “colosal”, con un perímetro de 20.429 km. Una altura entre 0.75 y 1.5 m y un espesor de 7 m. *op. cit.*, p. 416.

¹⁹³ Justificándose por los múltiples gastos del ejército dispone que la Jefatura de la Hacienda del Distrito Federal les suministre \$1,500 mensuales. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 245-246.

Al regresar los liberales al poder el nuevo ministro de fomento, el ingeniero Balcárcel convence a Juárez de la urgencia de dotar las obras del desagüe del Valle de un presupuesto propio y permanente por lo que a fines de 1867 se decreta un aumento de impuestos para financiar las obras.¹⁹⁴ Disponiendo también que sean levantados por ingenieros los planos de los lagos del Valle para determinar la superficie de los terrenos que resulten al desecarse los mismos.¹⁹⁵ El ingeniero de minas y agrimensor Jesús P. Manzano es nombrado director del desagüe de la parte norte mientras que del sur lo es otro ingeniero de minas, Tito Rosas, quien se encarga de la construcción de la compuerta del dique de Culhuacán para facilitar la navegación por el canal de Chalco.¹⁹⁶

En 1868 el Ministerio de Fomento solicita a la dirección del desagüe buscar la manera de disminuir los costos del proyecto siendo hasta 1871 cuando el ingeniero de minas Tito Rosas responde, siguiendo los cálculos de su colega Espinosa, reduciendo la sección del canal y del túnel, el cual desembocaría en Ametlac. Para que revisase el proyecto el Ministerio nombró una comisión formada por los ingenieros Francisco de Garay y Santiago Méndez, así como por el ingeniero arquitecto Ángel Anguiano, la cual consideró inconveniente la ruta elegida e insuficiente el gasto que desalojaría.¹⁹⁷

Los desacuerdos acerca del proyecto conveniente así como la limitación de los recursos paralizarían nuevamente las obras durante el resto de la República Restaurada.¹⁹⁸ De manera general, a pesar de los diversos estudios y proyectos así como de las diferentes administraciones que se habían ocupado del desagüe no se logró avanzar de manera importante en la obra principal del desagüe pero se realizaron diversos proyectos integrales, siendo de resaltar el de Garay, así como algunos trabajos secundarios importantes.

Otras obras hidráulicas

A pesar del crecimiento demográfico de la ciudad de México y del comienzo de su expansión territorial sus servicios urbanos seguían siendo los tradicionales, no solamente no se había podido avanzar de manera importante en el desagüe del Valle sino tampoco en el saneamiento de la ciudad así como en el abastecimiento de agua potable. El drenaje interno de la ciudad se realizaba mediante el insalubre sistema de atarjeas de toda la vida las cuales no tenían pendientes adecuadas por lo que se estancaban y cuando lograban sacar las aguas negras las conducían al lago de Texcoco donde, al no tener otra salida, se acumulaban pues solo por evaporación eran eliminadas lo que provocaba mal olor e insalubridad en la parte oriente de la ciudad.¹⁹⁹

¹⁹⁴ Perló, *op. cit.*, p. 57.

¹⁹⁵ AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 6, exp. 5.

¹⁹⁶ *El siglo XIX*, 15 de julio de 1868. Ramírez, *op. cit.*, p. 486.

¹⁹⁷ Garay, *op. cit.*, pp. 15-16.

¹⁹⁸ Incluso el ingeniero geógrafo Francisco Díaz Covarrubias presentó un irrealista proyecto para dragar el lago de Texcoco y concentrar ahí las aguas, cuya impracticabilidad fue demostrada por Francisco de Garay. *Ibid*, pp. 16-17.

¹⁹⁹ Mansilla Menéndez, Elizabeth. *Aspectos económicos y política de desarrollo de las obras públicas en la ciudad de México durante el Porfiriato: El caso de la obra hidráulica*. Tesis de licenciatura en Economía. Acatlan. UNAM. México. 1990, pp. 106-109 y 112. Perló, *op. cit.*, p. 191.

El sistema de abastecimiento de agua era insuficiente y de mala calidad, la mayor parte se cubría con fuentes superficiales, siendo las principales fuentes las de Chapultepec, llamada agua gorda, las del Desierto de los Leones y Santa Fe de agua delgada, junto con la del río Hondo a las cuales se unían diversos manantiales, pero al no ser suficientes desde mediados de siglo se empezaron a perforar pozos artesianos los cuales eran ya en 1857, 144, de los cuales solamente 24 eran públicos.²⁰⁰ Aunque el entubamiento de agua se había comenzado desde 1852 con la sustitución de los primeros arcos del acueducto de la Tlaxpana los altos costos y las múltiples dificultades para importar la tubería de Inglaterra retrasaron su funcionamiento hasta bien entrado el Porfiriato.²⁰¹

Para esta época se comienzan a realizar algunas otras obras hidráulicas mas o menos importantes a nivel local. En 1852 Lorenzo de la Hidalga realiza el reforzamiento de la presa de San Renovato, Guanajuato cuando estuvo a punto de romperse.²⁰² Por su parte, el ingeniero Santiago Méndez trabajaba en 1856 en la introducción del agua potable en el puerto de Veracruz mediante el río Jamapa.²⁰³ Varios ingenieros-arquitectos realizaron algunos otros trabajos hidráulicos, como Manuel Sánchez Facio en Morelos y Ricardo Orozco quien dirigió el desagüe de la laguna de Cuyutlan, Colima.²⁰⁴ El mismo Cavallari realizó una presa en el rancho Tepetitlán, Hidalgo.²⁰⁵ Por su parte, el ingeniero Francisco de Garay se encargó del desagüe de la laguna de Lerma,²⁰⁶ otro ingeniero civil (así como minero), éste del Colegio de Minería, Juan Cecilio Barquera, fue comisionado para estudiar el desagüe de la Vega de Metztlán en 1866.²⁰⁷ En 1860 se forma la Compañía del Canal de México a Chalco cuyos directivos serán algunos de los empresarios más importantes del periodo.²⁰⁸ Posteriormente, en 1875, se decía que el Ejecutivo estaba por formar una comisión de ingenieros que se encargue de realizar el proyecto de desagüe y limpia de la ciudad de México.²⁰⁹

²⁰⁰ Perló sostiene que desde la década de 1870 ya se estaba cerca del millar pero parecer menos cercano a la realidad. *Ibid.* pp. 64 y 191.

²⁰¹ Mansilla, *op. cit.*, pp. 106-109 y 112. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III Tomo II, p. 123.

²⁰² Tamayo, 1972, *op. cit.*, p. 196. León, *op. cit.*, p. 77.

²⁰³ Siliceo, *op. cit.*, p. 13.

²⁰⁴ Álvarez, 1918, *op. cit.*, pp. 53-54.

²⁰⁵ Katzman, *op. cit.*, p. 347.

²⁰⁶ Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 128.

²⁰⁷ Ramírez, *op. cit.*, p. 470.

²⁰⁸ Como Manuel y Antonio Escandón. AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos circulares y leyes, caja 6, exp. 1.

²⁰⁹ AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 8.

VI. DESARROLLO CONSTRUCTIVO PORFIRIANO

6.1. IMPORTANCIA Y CARACTERIZACIÓN DE LOS INGENIEROS

Participación de los ingenieros en el gobierno

Al imponerse el régimen como una de sus finalidades esenciales, la modernización del país recurre a los ingenieros, colocándolos en los ministerios donde era más necesaria su competencia técnica: en Fomento y posteriormente también en la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas. Desde la primera vez que llega Porfirio Díaz al poder designa como ministro de fomento a Vicente Riva Palacio quien incorpora a un número importante de egresados de la Escuela de Ingenieros así como arquitectos e ingenieros arquitectos de la Escuela de Bellas Artes. Encontrando al arquitecto Vicente Manero como jefe de la 1ª sección de Colonización y terrenos baldíos,¹ al agrimensor Ignacio Garfias y al ingeniero civil Estanislao Velasco como jefe y primer oficial, respectivamente, de la tercera sección. El arquitecto Ventura Alcérreca es designado como director de calzadas, mientras que el ingeniero militar y geógrafo Francisco Jiménez y el ingeniero arquitecto Ángel Anguiano son nombrados como inspectores de caminos. Al mismo tiempo Riva Palacio impulsa la creación de tres observatorios nombrando al mismo Francisco Jiménez al frente del Astronómico Central² así como a Ángel Anguiano del Astronómico Nacional de Chapultepec, mientras que el ensayador Mariano Bárcena dirigirá el Observatorio Meteorológico Magnético Central³.

También es reintegrado Francisco de Garay como director de las obras del desagüe del Valle de México en donde se incorporan el ingeniero civil Mateo Plowes, el ingeniero arquitecto José Iglesias, el ingeniero de minas Luis Espinosa y Eduardo Sagredo, laborando en los trabajos complementarios otros dos ingenieros civiles: Ignacio Ceballos y Luis Salazar.⁴ Poco después, se incorpora al Ministerio de Fomento el ingeniero topógrafo Manuel Fernández Leal como Oficial Mayor, es decir, como segundo al mando (al mismo tiempo que es nombrado director de la Escuela de Ingenieros). Por presiones políticas en mayo de 1879 Vicente Riva Palacio renuncia al Ministerio y al no designarse sustituto queda Leal al frente del mismo. Al dejar Díaz la presidencia pasa por breve tiempo a la Secretaría de Fomento siendo sustituido en 1881 por uno de sus leales militares, Carlos Pacheco, pero permaneciendo Fernández Leal como Oficial Mayor e incorporándose el ingeniero topógrafo Rómulo Ugalde.⁵

En parte provocada por la renuncia de Pacheco a la Secretaría de Fomento y el fallecimiento del ministro de Hacienda, Manuel Dublán, en 1891 se realizan importantes modificaciones dentro del gabinete. Entre otras cosas, se crea la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas

¹ Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 115-116.

² Tamayo Pérez, *op. cit.*, p. 231.

³ Sánchez Estrada, María Alejandra y Ramos Lara. *La astronomía y su utilidad para la Secretaría de Fomento*. Ponencia presentada en el Congreso El legado astronómico de nuestros ancestros. Instituto de Astronomía, UNAM, 2009. *Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos*. Miércoles 19 de septiembre de 1877.

⁴ *Ibid.*

⁵ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2711 y 3033.

asumiendo las funciones que en materia de obras tenía anteriormente Fomento⁶ llevándose consigo la mayoría de los recursos (\$4,399,345) que se destinaban antes a este ministerio el cual se queda solamente con \$672,106 lo que indica la utilización que desde antes de la separación se le daba a su presupuesto.⁷ Para dirigir la nueva secretaría es designado Manuel González Cosío⁸ mientras que en Fomento, en sustitución de Pacheco, es nombrado Manuel Fernández Leal.

Fernández Leal permanecerá como Ministro de Fomento hasta 1900 cuando es sustituido por el ingeniero civil Leandro Fernández mientras que el primero pasa a ocupar la dirección de la ENI que hasta ese momento desempeñaba el segundo. A principios de 1903 Leandro Fernández deja la Secretaría de Fomento para ubicarse como ministro de Comunicaciones, quedando a cargo de aquella, Manuel González Cosío. En 1905 pasa a dirigir el Ministerio de Fomento el ingeniero topógrafo de la ENI Blas Escontría de origen potosino, quien a la vez será remplazado por el ingeniero yucateco Olegario Molina Solís en 1907.⁹ Al estar por desmoronarse el régimen es colocado el ingeniero civil Manuel Marroquín y Rivera para dirigir Fomento mientras que como Ministro de Comunicaciones es designado el ingeniero topógrafo y ensayador Norberto Domínguez.¹⁰

Para algunas de las obras públicas más importantes se crearon organismos que, aunque debían seguir los lineamientos de la presidencia tenían cierta autonomía lo que les permitía agilizar las cuestiones prácticas de los trabajos sin tener que pasar por todo el aparato burocrático lo que también les permitió desplazar a otras dependencias involucradas, principalmente la Secretaría de Fomento o de Comunicaciones, en la toma de decisiones importantes. Siendo la primera la Junta Directiva del Desagüe del Valle en la que colaboraron los ingenieros Francisco Somera, Manuel María Contreras y Fiacro Quijano, el modelo será aplicada también para el saneamiento y aprovisionamiento de agua de la ciudad de México participando en el primer caso nuevamente Contreras, Santiago Méndez y Leandro Fernández, este último también colabora en la última junto con Guillermo Beltrán y Puga.¹¹

La importancia creciente de los ingenieros se aprecia no sólo en las dependencias federales y en las anteriores comisiones sino también a nivel de la burocracia de la ciudad de México. Desde el primer gobierno de Díaz el ingeniero arquitecto Antonio Torres Torija pasó a desempeñarse como Director de Obras Públicas del D.F. donde laboraría a todo lo largo del Porfiriato¹² colaborando con él su colega Manuel Francisco Álvarez,¹³ así como Manuel María Contreras

⁶ A la nueva secretaría se le encargarían las cuestiones relativas a correos, vías marítimas de comunicación o vapores, unión postal universal, telégrafos, ferrocarriles, obras en los puertos, faros, monumentos públicos y obras de utilidad y ornato, carreteras, calzadas, puertos, ríos, puentes, lagos y canales, consejería y obras en los palacios nacional y de Chapultepec y del desagüe del Valle de México.

⁷ *Estadísticas sociales del Porfiriato 1877-1910. op. cit.*, pp. 37-38. También el pago de las subvenciones entregadas a las compañías ferrocarrileras pasa a ser asumido por la Secretaría de Hacienda. Connolly, *op. cit.*, pp. 61 y 80.

⁸ Militar liberal que desde 1886 se desempeñaba como presidente del Ayuntamiento de la ciudad de México.

⁹ Bazant, *op. cit.*, p. 245.

¹⁰ Guerra, *op. cit.*, tomo I, pp. 65-66. González, Luis, *op. cit.*, pp. 1001-1002.

¹¹ Perló, *op. cit.*, pp. 92-93 y 245-247.

¹² *Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos*. 10 de abril de 1877. Katzman, *op. cit.*, p. 381.

¹³ Álvarez, 1918, *op. cit.*, p. 53. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 7903. Katzman, *op. cit.*, pp.

quien fue regidor de Obras Públicas para 1885¹⁴ estando como subdirector el ingeniero civil Roberto Gayol.¹⁵ Entre 1891 y 1892 Contreras será designado presidente del Ayuntamiento donde por cuatro años se desempeñará como regidor Manuel Francisco Álvarez,¹⁶ el ingeniero civil Isidro Díaz Lombardo también será regidor de la ciudad en 1900 siendo nombrado al año siguiente director del catastro.¹⁷ Encontrando también arquitectos, como Nicolás Mariscal quien será regidor del Ayuntamiento en 1901,¹⁸ por su parte, el ingeniero civil Miguel Ángel de Quevedo ocupa puestos en el mismo, siendo concejal al siguiente año. El ingeniero civil Roberto Gayol será Director General de Obras Públicas de 1903 a 1904 siendo sustituido por el ingeniero de minas Luis Espinosa ocupando posteriormente ese cargo el ingeniero geógrafo y topógrafo Guillermo Beltrán y Puga hasta el término del Porfiriato quien sería también jefe de la Sección de Aguas Potables del ayuntamiento sustituyendo al ingeniero topógrafo, hidromensor y de minas Andrés Aldasoro.¹⁹

Aún cuando los ingenieros suelen incorporarse en labores prácticas, llegan a alcanzar puestos importantes dentro de la burocracia, no solamente en áreas ligadas a su formación sino en otras dependencias. Al hacer el seguimiento estadístico de la clase política porfiriana François-Xavier Guerra resalta que tiene un alto nivel cultural sobre todo para la segunda mitad del periodo, concluyendo que la élite política es también, en gran medida, una élite cultural. En la que la mayoría ha realizado estudios superiores, destacando tres carreras principales, los licenciados en Derecho que representan alrededor del 57%, los médicos con un 15% y los ingenieros con un 10%. Aún cuando hemos visto que varios miembros del Colegio de Minería (antes de ser transformado en Escuela de Ingenieros) destacaron en cargos públicos, Guerra presenta como una novedad la importancia de ingenieros (así como de los médicos). Si se toma en cuenta que los anteriores funcionarios vinculados con el Colegio de Minería se concebían más como parte del gremio minero, aunque ya llevaran el prefijo de ingenieros, o a la milicia los ingenieros militares, no formando un grupo propio como ingenieros, se puede considerar que tiene razón.²⁰

Por lo que Guerra presenta a los ingenieros como “*un grupo relativamente nuevo y emergente, una consecuencia de una civilización cada vez más técnica*” que llegan a involucrarse en diversas labores de gobierno más allá de Fomento y Obras Públicas. Incluso algunos de los más integrados a la elite política alternaran varios cargos diferentes, de manera general, encontramos 41 ingenieros en el gobierno de Díaz, siendo la mayoría de ellos diputados (19) entre ellos Roberto Gayol, Francisco Bulnes, Blas Escontría y Olegario Molina Solis; seguidos de los gobernadores (14 y 2 interinos) como Leandro Fernández y los dos anteriores; 9 senadores como Eduardo Garay²¹ y, por último, 6 como secretarios de estado entre ellos Manuel Fernández Leal, Leandro Fernández, Blas Escontría y Olegario Molina así como, al estar por desmoronarse el régimen, Manuel Marroquín y Rivera y Norberto Domínguez.²²

¹⁴ Mansilla, *op. cit.*, p. 152.

¹⁵ http://www.organizacionessociales.segob.gob.mx/UAOS-Rev5/revista7_tema8.pdf

¹⁶ Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 38.

¹⁷ Perló, *op. cit.*, p. 246.

¹⁸ Katzman, *op. cit.*, pp. 339, 367 y 381.

¹⁹ Jiménez, *op. cit.*, pp. 20-21 y 266.

²⁰ Guerra, *op. cit.*, tomo I, p. 65.

²¹ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2677-2678.

²² Guerra, *op. cit.*, tomo I, pp. 65-66. González, Luis, *op. cit.*, pp. 1001-1002.

Consolidación de un grupo hegemónico nacional

Si bien unos pocos ingenieros se enfocan más a las cuestiones políticas o económicas como Blas Escontría y Olegario Molina, quienes se consolidan como políticos y empresarios en sus estados de origen, la mayoría de los ingenieros, aún cuando pueden llegar a ocupar cargos importantes en el gobierno, no dejan de lado su desempeño profesional como ingenieros ni las cuestiones educativas relacionadas. Entre estos últimos encontramos casos destacables como Roberto Gayol, Manuel Fernández Leal, Leandro Fernández, Eduardo Garay y Manuel Marroquín y Rivera, pudiendo generalizar para estos últimos lo que de Leandro Fernández sostiene Xavier-Guerra:

“Él mismo es más bien un profesor conocido de la ciudad de México que ocupó puestos como el de director de la Moneda o del Observatorio astronómico y construyó el palacio de Comunicaciones.²³ más un técnico que un político.”²⁴

Lo que es representativo de la caracterización de estos ingenieros pues a pesar de los altos puestos que llegan a alcanzar en el gobierno se mantienen hasta cierto punto alejados de los debates políticos e ideológicos de la época por lo que no se caracterizan por sus posturas pro o antireeleccionistas, liberales o positivistas y por lo mismo no llegan a consolidarse como un grupo político particular.²⁵

Aún cuando en la Escuela de Ingenieros tienen a algunos profesores que se vincularán con los “científicos”, como Joaquín Casasús y Francisco Bulnes²⁶, como sostiene Guerra, los científicos no contarán con la incorporación de nuevos integrantes salidos de los colegios.²⁷ Por lo que se puede considerar a este grupo de ingenieros como independiente de los liberales puros y de los positivistas principalmente a partir de sus evidentes vínculos propios pero principalmente por su formación como ingenieros muy diferente de la educación en derecho de la mayoría de aquellos más involucrados en las polémicas políticas de una forma más explícita, siendo la profesión compartida lo que nos permite agruparlos más que una pertenencia política.

De esta forma, a pesar de la importancia creciente que van adquiriendo los ingenieros tanto en el gobierno como en el campo laboral, como veremos más adelante, no lograran consolidarse como grupo político ni a nivel federal ni de la Ciudad de México. En el caso de las juntas especiales para solucionar los problemas hidráulicos de la ciudad, aún cuando los ingenieros tendrán una participación importante, la batuta en las decisiones importantes será llevada por el licenciado José Yves Limantour, sobre todo en el caso más importante, el del desagüe del Valle y principalmente a partir de su nombramiento al frente del Ministerio de Hacienda, la cual era clave para el buen desarrollo de las obras, ya que era el encargado de aprobar y asignar el presupuesto

²³ Aunque no lo construyó directamente fue construido bajo su administración.

²⁴ Guerra, *op. cit.*, tomo I, pp. 65-66.

²⁵ A pesar de sus altos cargos ocupados François-Xavier Guerra no caracteriza políticamente a Gayol, Fernández Leal, ni a Leandro Fernández. *Ibid*, tomo II, Corpus Biográfico.

²⁶ Topógrafo egresado de la ENI quien será múltiples veces diputado así como profesor de Meteorología e Hidrografía por un largo tiempo en la escuela y quien tendrá una mayor injerencia en las cuestiones políticas.

²⁷ *Idem*, tomo I, p. 101.

desplazando en cierta medida a la Secretaría de Fomento y a la de Comunicaciones y Obras Públicas.²⁸ Aún cuando la participación en estas obras impulsó la importancia y el prestigio de los ingenieros, de manera general, benefició a todos sus participantes, sirviendo también para consolidar a aquellos más enfocados a la política y a los negocios financieros justamente en un momento en el que estaba surgiendo el sistema bancario nacional en el que también serán accionistas.²⁹

Algo similar sucede a partir de la década de 1890 al nivel del gobierno de la Ciudad de México ya que a pesar de que los ingenieros logran integrarse en su ayuntamiento, ocupando Manuel María Contreras su presidencia entre 1891 y 1892 así como el médico Manuel Domínguez al año siguiente, no serán ninguno de estos dos grupos profesionales los que se consoliden en la administración del ayuntamiento sino aquellos que Rodríguez Kuri denomina como los “*financieros*” los cuales se caracterizarán no sólo por su destacado papel en la estructura de gobierno sino también por sus vínculos con los intereses financieros y empresariales de la época actuando como intermediarios de los capitales extranjeros junto con los cuales invertían en diversos negocios inmobiliarios, bancarios, transportes, entre otros.³⁰

Debido al enfoque político e ideológico que algunas veces se le ha dado al grupo denominado de los “*científicos*” nos parece más conveniente nombrarlos como políticos-financieros,³¹ aún cuando comparten a grandes rasgos a sus integrantes. Buscando caracterizarlos más que por cuestiones políticas o ideológicas por su pertenencia a los altos niveles de gobierno y sus vínculos con el capital internacional lo que les permitirá realizar importantes negocios, muchas veces no totalmente transparentes. Aún así, lograron enlazar el crecimiento económico nacional, basado en la inversión y el comercio exterior, con sus propios intereses por lo que Velázquez Ramírez y Carlos San Juan han explicado el éxito de este grupo a partir de su vínculo con los intereses del gobierno ya que “*supieron combinar satisfactoriamente la solución de los problemas económicos del Estado con la promoción intensa de sus intereses particulares*”.³²

Limantour permanecerá como ministro de Hacienda desde 1893 hasta el fin del Porfiriato mientras que la consolidación de su grupo en el gobierno del D.F. y en el ayuntamiento de la Ciudad de México se consolidará al iniciar el siglo XX al ser nombrado Guillermo de Landa y Escandón presidente del ayuntamiento de 1900 a 1902 para luego pasar a desempeñarse como gobernador del D.F. por el resto del Porfiriato mientras que el ayuntamiento era dirigido en el

²⁸ Aún cuando el general Pedro Rincón Gallardo fue nombrado presidente de la Junta, el principal negociador después de Díaz era Limantour. Perló, *op. cit.*, pp. 169-170 y 246-247.

²⁹ Perló sostiene que la participación en la Junta del Desagüe... “significó para todos sus integrantes un espacio de oportunidades para hacer negocios, escalar posiciones dentro del sistema político y ganar influencia dentro del círculo de poder del presidente”. *Op. cit.*, pp. 243 y 302.

³⁰ Aún cuando Perló sostiene que el presidente del Ayuntamiento entre 1894 y 1897, Sebastián Camacho, era ingeniero, es la única fuente que lo caracteriza así, ya que no se tiene noticia de que se graduara de la Escuela de Ingenieros o de que laborara como tal, aunque si es comúnmente adscrito al grupo de los científicos, llegando a ser el segundo accionista mexicano más importante en la fundación del Banco Nacional. Perló, *op. cit.*, p. 190. Rodríguez, *op. cit.*, pp. 61, 64-67 y 70.

³¹ O si se quiere burócratas-financieros.

³² Juan Victoria, *op. cit.*, pp. 277-279.

mismo lapso por Fernando Pimentel y Fagoaga.³³ Aún cuando en 1903 las facultades del ayuntamiento de la ciudad son reducidas pasando a depender del gobierno federal a la vez que se crea un Consejo Superior de Gobierno del D. F. integrado por el gobernador del mismo, el presidente del Consejo de Superior de Salubridad y el director general de Obras Públicas quienes deberían rendir cuentas al secretario de gobernación.³⁴

Este grupo adquirió gran importancia como intermediario entre los inversores extranjeros utilizando su influencia política para garantizar los buenos resultados de las empresas en las que se asociaban por lo que Katz plantea que:

“Cualquier gran compañía que deseara hacer negocios en México aprendía rápidamente que contar con estos hombres como abogados o, mejor aún, como miembros de su Consejo de Directores era la mejor manera de asegurarse el éxito y de sobreponerse a cualquier tipo de obstáculo económico o político que se interpusiera para su penetración de la economía mexicana”³⁵

De esta manera, logran consolidarse como una fracción hegemónica sustentada no solamente en el poder político o militar sino principalmente económico alcanzando, por primera vez, un nivel nacional a diferencia de la élite económica de la primera mitad del siglo XIX que había sido esencialmente local o regional.³⁶ En cuanto a los ingenieros, aún cuando son desplazados por los financieros no son de ninguna manera grupos antagónicos, aunque la dinámica propia de estos negocios está dada por el grupo financiero y sus intereses, los ingenieros colaboran en los proyectos desarrollados por estos.

Campo de trabajo profesional de los ingenieros

Connolly ha resaltado el carácter de profesión liberal tanto de la ingeniería como de la arquitectura que proviene desde la fundación de los centros que las impartirían: el Colegio de Minería y la Academia de San Carlos.³⁷ Lo que los lleva a buscar desempeñarse profesionalmente generalmente de manera individual con una formación enciclopédica, es decir, incursionando en gran variedad de obras. Por lo que muchos de los ingenieros civiles, así como los arquitectos, al egresar suelen anunciarse en los periódicos de manera particular sin especificar ninguna especialidad, por ejemplo, en 1881 el diario *El Siglo* daba noticia de un nuevo ingeniero civil de la siguiente forma: “*El Sr. D. Francisco P. Álvarez, ensayador y apartador de metales, que acaba de ser aprobado por unanimidad en la Escuela Nacional de Ingenieros de esta capital, ofrece al público los servicios de su profesión...*”³⁸ y al año siguiente *La voz* publicaba “*Nuevo ingeniero.*

³³ Rodríguez, *op. cit.*, pp. 61-62.

³⁴ Jiménez, *op. cit.*, pp. 18-19.

³⁵ Katz, *op. cit.*, p. 221.

³⁶ *Ibid*, p. 220. Juan Victoria, *op. cit.*, pp. 282-285.

³⁷ Connolly, *op. cit.*, p. 183.

³⁸ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2661.

Guillermo Heredia, ingeniero arquitecto recibido en la ENBA de la capital tiene la honra de ofrecer sus servicios de su profesión en la 1ª calle de San Ramón [uruguay]".³⁹

Aún así, no es inusual que se presentaran fricciones entre las distintas carreras para delimitar el campo de trabajo de cada uno, de igual forma, se estipulan los honorarios que deberán cobrar por trabajos específicos. Así, a los dos años de haber tomado posesión como director de la Escuela de Ingenieros, Antonio del Castillo, en 1879, se quejaba de que se admitieran los estudios de la Escuela Militar, de Agricultura, de Artes y Oficios y de la Academia de Bellas Artes como análogos a los de los ingenieros. Argumentando que, como en el caso de los estudios topográficos de Agricultores y Militares no pueden ser comparados con los realizados por los ingenieros topógrafos que están más especializados, de igual forma, sucedía con el curso de caminos y puentes que se daba en el Colegio Militar así como en el de mecánica analítica y aplicada que se daba en varias escuelas. Por lo que del Castillo solicitaba que la Escuela Especial de Ingenieros fuera la única facultada para expedir títulos de ingeniero.⁴⁰

Aún cuando se mantiene el precepto liberal de la libertad de trabajo, empiezan a presentarse algunas fricciones entre los distintos grupos profesionales de constructores por delimitar el marco laboral de cada uno. De esta forma, para fin de siglo el ayuntamiento de la Ciudad de México se vió envuelto en la cuestión acerca del ejercicio de la arquitectura por parte de los ingenieros, pues según la reglamentación de 1867 para realizarlo "*podían solicitar licencia arquitectos y maestros de obras*". Con el argumento de que si los maestros de obra eran aptos, ellos con más razón, los ingenieros civiles fueron admitidos oficialmente en 1897 pero después también se inconformaron los ingenieros industriales y los militares "*...quienes empezando por el hijo de don Porfirio Díaz tenían contratos importantes en el gobierno para realizar obras arquitectónicas*". Por lo que se optó por dar entrada a todos los ingenieros con estudios en matemáticas, construcción y dibujo arquitectónico.⁴¹ Siguiendo con esta política, en 1903, se autoriza para dirigir construcciones lo mismo a los arquitectos que a los ingenieros de minas, militares, civiles e industriales, con el único requisito de que se anuncien especificando la especie y procedencia del título que posee.⁴²

Dentro de estas polémicas también se involucró la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México, por lo que en 1902, en sus Anales se discutía acerca de la libertad para ejercer la ingeniería y la arquitectura mientras que en 1904 sobre los requisitos legales para ejercer esas profesiones en la Unión Norteamericana y el año siguiente el ingeniero arquitecto Mariano Téllez Pizarro y el arquitecto Antonio Rivas Mercado presentaban un proyecto de arancel para el cobro de los honorarios de trabajos arquitectónicos.⁴³ Aún cuando conforme avanza el Porfiriato van surgiendo diversas compañías o asociaciones de constructores permanece el proyectista particular así como el director de obras que incluso algunas veces podía ser el mismo.

A pesar de que se cuenta con un número de ingenieros nacionales importante, los mismos tienen que seguir compitiendo con diversos constructores e ingenieros extranjeros de países más

³⁹ *Ibid*, p. 2690.

⁴⁰ *Idem*, pp. 2644-2646. CESU. AHUNAM ENI. Asuntos Escolares. Correspondencia, caja 27, exp. 4.

⁴¹ Katzman, *op. cit.*, p. 66.

⁴² Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 9843.

⁴³ *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*.

desarrollados en esas cuestiones: alemanes, estadounidenses, franceses e italianos que llegaban al país atraídos por el desarrollo de las obras materiales que se estaba dando. Arribando desde 1872 el maestro de obras alemán Muller y en 1885 el ingeniero civil Luis Bacmeister, quien se asoció con Hugo Donner hasta 1910, ambos también procedentes de Alemania. Para 1898 llegan a México los ingenieros civiles Oscar y Lewis Lamm creadores de la Colonia Roma. Por esa época también vendrían los arquitectos italianos Adamo Boari, Silvio Contri y poco después el ingeniero Enrico Deserti así como su colega francés Juan D. Fleury.⁴⁴

Para 1909 de los inmigrantes que llegaban al país un pequeño porcentaje tenían estudios profesionales (5.77% del total, 7.80 % considerando solamente a los hombres) pero de éstos la gran mayoría eran ingenieros (61%) seguidos de un 15.95% de médicos y el resto de otras “profesiones liberales”. Representando los ingenieros el 3.52% de los inmigrantes totales (4.77% si se toman sólo los hombres). Siendo superior su número al de todos aquellos que reportaban dedicarse a la minería o al resto de las demás industrias de éstos últimos el 12% se desempeñaban como albañiles lo que era alrededor de 0.5% del total de migrantes.⁴⁵

Al mismo tiempo arribaban aquellos que Jiménez Muñoz ha denominado como “*portafolieros*” asimilando el concepto con los *carpet baggers* norteamericanos quienes se apoderaron mediante procedimientos nada limpios de grandes extensiones de terreno de aquel país. Planteando que uno de los primeros en llegar a México es Thomas Braniff quien realizará la conclusión del ferrocarril México-Veracruz pero que permanece en el país participando en diversos negocios. Para fines del siglo XIX llegaron más portafolieros como representantes de firmas extranjeras o que individualmente se vincularon a diversos negocios, particularmente al inmobiliario, como los ya mencionados hermanos Lamm.⁴⁶

Cartografía y colonización

Dentro de las labores realizadas por ingenieros dentro del gobierno se encuentran las enfocadas a los trabajos cartográficos y geográficos. Con la llegada de Díaz al poder se establecen diversas instituciones con el fin de realizar el reconocimiento territorial y la construcción de la cartografía del país. Creándose el Observatorio Astronómico Nacional de Chapultepec quedando al frente del mismo el ingeniero arquitecto Ángel Anguiano, el Observatorio Astronómico Central bajo la dirección del ingeniero geógrafo y militar Francisco Jiménez,⁴⁷ y el Observatorio Meteorológico Magnético Central a cargo del ensayador Mariano Bárcena colaborando con él, los arquitectos Miguel Pérez y José Collazo así como al arquitecto e ingeniero civil Vicente Reyes.⁴⁸ El ingeniero topógrafo Manuel Orozco y Berra es reincorporado en el Ministerio de Fomento pero ahora como Director en la recién creada Sección de Cartografía, en donde también se designó a Agustín Díaz como ingeniero auxiliar. De la Sección de Cartografía rápidamente se creó una Comisión Geográfico Exploradora con el objetivo de construir un Atlas general del país,

⁴⁴ Katzman, *op. cit.*, Anexo de los arquitectos e ingenieros que ejercieron entre 1790-1920.

⁴⁵ *Estadísticas sociales del Porfiriato. 1877-1910.* p. 185.

⁴⁶ Jiménez, *op. cit.*, pp. 70-72.

⁴⁷ Tamayo Pérez, *op. cit.*, p. 231.

⁴⁸ *Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos.* Miércoles 19 de septiembre de 1877.

incluyendo cartas hidrográficas, de poblaciones y militares, participando en su confección obviamente Orozco y Berra, y se nombró como su director a Agustín Díaz iniciando la Comisión sus labores formalmente en mayo de 1878.⁴⁹

Azuela plantea que el nombramiento de Agustín Díaz al frente de la Comisión Geográfico Exploradora representa la integración de los intereses y visión del Ministerio de Guerra en los proyectos cartográficos del Ministerio de Fomento trabajando ambos de manera conjunta, estando constituida en su mayoría por ingenieros militares. Para marzo de 1879 la exploración naturalista de la Comisión Geográfica se sostenía en los hombros del ensayador Fernando Ferrari Pérez egresado de la escuela de ingeniería. Ya con mayor holgura económica se inauguró formalmente la Sección de Historia Natural de la comisión en 1882.⁵⁰

También la Asociación de Ingenieros y Arquitectos participa en las cuestiones geográficas y topográficas encontrando en sus Anales de manera frecuente algunos textos relacionados como la aplicación de la fotografía para los levantamientos topográficos y sobre la importancia de la cartografía oficial aparecidos en 1886, la discusión acerca de la compensación en triangulaciones entre el ingeniero topógrafo Francisco Garibay y el geógrafo Valentín Gama (1897), este último también propone diversos métodos para levantamientos y para el cierre de polígonos (1898), presenta la segunda parte de la compensación de los errores en 1900 y el levantamiento de la colonia Condesa para 1905. En 1896 se presentan los aranceles para el cobro de los trabajos de los ingenieros topógrafos, en 1898 el ingeniero Daniel Olmedo hace algunos comentarios al tratado de topografía de A. Pelletan, mientras que para 1904 se presenta un artículo sobre el valor de los terrenos en México.⁵¹

Por su parte, sería hasta 1888 cuando se apruebe la iniciativa para la creación del Instituto Geológico, largamente acariciado por Antonio del Castillo, aunque será hasta 1891 cuando se le de una partida específica dentro del Ministerio de Fomento, siendo designado como su director el mismo del Castillo.⁵²

Al llegar por primera vez Díaz a la presidencia buscando tener un mejor conocimiento territorial, principalmente para la colonización, el Ministerio de Fomento encargó a los gobiernos estatales la realización de un cuestionario en el que se les preguntaba acerca de sus recursos. Los contratos de deslinde y colonización eran suscritos por el gobierno por medio del Ministro de Fomento y el representante de la compañía colonizadora, encargándose en algunas veces el gobierno de la medición, distribución de lotes y del trazado de las nuevas poblaciones como en el caso de algunas colonias en Veracruz, Puebla y Morelos, contratadas en 1878.⁵³

Después, en 1883 durante el gobierno de Manuel González se creó la Ley sobre terrenos baldíos para deslindar, medir, fraccionar y valuarlos para lo cual se crearían diversas comisiones de ingenieros. En la nueva ley se les da múltiples beneficios a los colonizadores como exenciones

⁴⁹ Azuela, *op. cit.*, pp. 138, 140-141. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 58.

⁵⁰ Azuela, *op. cit.*, pp. 140 y 145.

⁵¹ *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México.*

⁵² Azuela, *op. cit.*, pp. 159-161.

⁵³ González de Cosío, *op. cit.*, tomo IV, pp. 76-80, 82 y 94-96.

a los derechos de importaciones de los materiales que ocuparan y del impuesto predial por diez años⁵⁴ además de que establece la delimitación de los terrenos públicos será delegada en compañías privadas a las que se les otorgará un tercio de los mismos, lo que hemos visto ya se venía realizando en la práctica.⁵⁵ Pero a la vez, también se establecen ciertos límites al acaparamiento de tierras, fijando una extensión máxima de 2500 hectáreas como propiedad individual así como la obligación de su efectiva colonización y cultivo.⁵⁶

Pero una vez más, a pesar de las múltiples facilidades ofrecidas los inmigrantes extranjeros no llegaban al país como en otras partes del continente. Aún así, algunas veces arribaban algunos grupos importantes de extranjeros, en 1882 llegaron alrededor de 2,100 italianos a los que se les ofrecen tierras y facilidades fundando con ellos las colonias de Manuel González en Huatusco, Carlos Pacheco en Puebla y Fernández Leal en Cholula, entre otras. Llegan algunos cientos de chinos a Sonora y Sinaloa así como poco más de 500 mormones a Chihuahua y menos de 200 socialistas utópicos a la colonia de Robert Owen en Topolobambo. En total, para el periodo de Manuel González habían llegado menos de doce mil en total, los cuales no tuvieron las repercusiones esperadas.⁵⁷ De manera general, no obstante los esfuerzos y esperanzas durante el Porfiriato la inmigración siguió siendo mínima y, a diferencia de lo que se planeaba, consistió principalmente de comerciantes de clase media y alta, inversionistas y técnicos.⁵⁸

Sirviendo la política de colonización y deslinde nuevamente mas para el acaparamiento de tierras. Además de las facilidades otorgadas a las compañías deslindadores las pocas limitantes impuestas nunca fueron respetadas en la práctica siendo definitivamente eliminada la extensión máxima y efectiva colonización con la ley de 1894 lo cual borraba cualquier obstáculo para la creación de inmensas propiedades.⁵⁹ Las facilidades otorgadas durante el Porfiriato para el acaparamiento de tierras llevaron a la adjudicación de 49 millones de hectáreas entre compañías y particulares, tanto nacionales como extranjeros, entre 1881 y 1906 lo que representa una quinta parte del territorio nacional. Los mayores movimientos de propiedad de la tierra se registran en los estados del norte del país, siendo menores los efectos de la acaparación en el centro del país donde ya estaba ocupada la mayoría de la tierra por haciendas o por comunidades, las cuales ya habían sido despojadas por la “*ley Lerdo*”, aunque los estados del sur y tropicales si se ven seriamente afectado, como Chiapas, Oaxaca, Tabasco, Veracruz Quintana Roo y Tamaulipas.⁶⁰

⁵⁴ Jiménez Muñoz, *op. cit.*, p. 11.

⁵⁵ Katz. P. 185.

⁵⁶ Bellingeri, Marco e Isabel Gil Sánchez. “Las estructuras agrarias bajo el Porfiriato” en Ciro Cardoso (coord.) *México en el siglo XIX, 1821-1910*. Nueva Imagen, México, 1992, p. 316.

⁵⁷ González, Luis, *op. cit.*, p. 941.

⁵⁸ Katz., p. 188.

⁵⁹ Juan Victoria, *op. cit.*, p. 293.

⁶⁰ Bellingeri, *op. cit.*, pp. 315-316 323-324.

6.2. AUJE Y RENOVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Crecimiento del sector constructivo

Como ya se comentó, a partir de la desamortización de los bienes del clero y de las comunidades indígenas se había comenzado a desarrollar el mercado inmobiliario el cual se incrementará con la expansión económica porfiriana. La estabilidad de la moneda mexicana alentó la inversión extranjera al mismo tiempo que se desarrollaba el sistema bancario a principios de la década de 1880⁶¹ mientras que la introducción del ferrocarril incrementó el intercambio comercial y propició la migración así como la expansión de varias ciudades, en las cuales se desarrolló la construcción.⁶² Llegando en el decenio de 1890 a lo que Rodríguez Kuri ha denominado el boom económico y demográfico.⁶³

De las estadísticas del Porfiriato, a partir del censo de 1895 y el de 1900 se observa un enorme crecimiento en el número total de edificios ascendiendo de 2,104,860 a 3,038,843, incremento que seguramente presenta diferencias en el levantamiento de los datos, pues en 1895 se estaban construyendo solamente 22, 932 casas, pero que refleja la labor constructiva durante el periodo. Para 1900 se estaban edificando 23,586 reportándose para 1910 3,143,652 edificios en general, aumento más realista si se compara con el de 1900. Para fines del Porfiriato la labor constructiva disminuirá estando realizando la obra de tan sólo 17,006 casas en 1910.⁶⁴

Por su parte, Israel Katzman ha documentado, a partir del número de obras conocidas, un gran auge en la construcción para el cambio de siglo, de 1896 a 1905. Ligándolo con el crecimiento económico de dicho periodo, pues 1896 es el primero año con superávit fiscal en el México independiente mientras que para 1905 comienza una crisis económica que frenará la construcción privada, aún cuando la obra gubernamental descenderá poco hasta 1910 apoyada en los todavía altos ingresos fiscales. Katzman sostiene que de los edificios importantes realizados entre 1810 y 1910 dos terceras partes fueron construidos en los últimos veinte años.⁶⁵ Lo que concuerda con lo expuesto por Connolly, quien, a partir de las inversiones del erario federal, señala que la construcción pública despegó desde fines del decenio de 1880 creciendo hasta 1908 donde alcanza su punto máximo para luego descender.⁶⁶

De esta manera, se puede decir que, aún cuando desde la consolidación del Porfiriato, después del periodo de Manuel González, empieza a crecer la labor constructiva será con los últimos años del siglo cuando el auge sea más marcado. Incrementándose de manera notable la edificación

⁶¹ Aún cuando la primera institución bancaria considerada nacional surge en 1864 siendo el Banco de Londres y México y Sudamérica, de capital principalmente francés e inglés, esta actividad se incrementará en 1882 al crearse el Banco Mercantil Agrícola e Hipotecario el cual se fundirá con el Banco Franco Egipcio para formar el Banco Nacional de México en 1884 de capital principalmente francés y norteamericano, el cual sería el encargado de otorgar respaldo financiero al gobierno a cambio de importantes privilegios. Jiménez, *op. cit.*, p. 67.

⁶² Katzman, *op. cit.*, p. 19.

⁶³ Rodríguez, *op. cit.*, p. 90.

⁶⁴ *Estadísticas sociales del Porfiriato. 1877-1910.* p. 13.

⁶⁵ Katzman, *op. cit.*, pp. 18-19.

⁶⁶ Connolly, *op. cit.*, pp. 79-80.

pública con la llegada del nuevo siglo concentrándose principalmente en la Ciudad de México⁶⁷ y aún cuando en 1905 a partir del deterioro de la economía así como en la recaída de 1907,⁶⁸ disminuye la construcción privada la realizada por el gobierno disminuirá poco hasta 1910.⁶⁹

Este auge constructivo, aunque focalizado, no se circunscribió solamente a la Ciudad de México siendo compartido por algunas otras ciudades importantes donde el gobierno de manera general construía escuelas y hospitales. Además de que los gobiernos locales realizaban sus propias obras aunque en menor escala lo que las hace más difícil de cuantificar. Por ejemplo, en las dos últimas décadas del siglo XIX en Puebla se construyeron tres panteones, varios hospitales y colegios además de obras de ornato como el quiosco para su plaza central, entre otras. Para 1888, también había una amplia labor constructiva en Guadalajara donde además de panteones, hospitales y colegios se creaba el nuevo mercado de San Juan y el Monte de Piedad. Para fines del Porfiriato, con la renovación del puerto de Veracruz se acelera el crecimiento demográfico que ya se venía dando y la ciudad comienza a expandirse realizándose importantes edificios principalmente en los terrenos ganados al mar como el de la Dirección de Faros, el de Correos y Telégrafos y el de Aduana Marítima contratados con Salvador Echegaray y Lattine, la estación sanitaria realizada por Pearson & Co., almacenes fiscales, la remodelación de la Jefatura de Hacienda, cárceles, el Teatro Dehesa, hospitales y colegios.⁷⁰

Para el caso de la Ciudad de México, su población se duplica de principios del Porfiriato, cuando rondaba los 200,000 habitantes, a 1910 cuando viven en ella 471,066 personas.⁷¹ De 1888 a 1910 se incrementa en un 95.37%, mucho mayor que la tasa de crecimiento de la población nacional que fue en el mismo periodo de 68.44%. Lo que necesariamente se reflejará en los niveles de construcción de vivienda y en los límites de la ciudad los cuales se agrandaran rápidamente pasando de 8.5 km² en 1858 a 40.5 en 1910 superando notoriamente el importante crecimiento de la población.⁷² Katzman sostiene que durante el porfiriato la Ciudad de México casi quintuplicará su dimensión por lo que para el paso del siglo XIX al XX experimentará no sólo una gran expansión sino que cambiará su estructura física y social.⁷³ El número de construcciones en la Ciudad de México pasó de 7,524 en 1882 a 9,608 en 1890, alcanzando las 15,042 en 1900 y llegando a 20,239 en 1910, o sea, que en éstos 28 años casi se triplicaron el número de construcciones en la ciudad.⁷⁴

La mayor disponibilidad y necesidad de mano de obra, el desplazamiento de los ingenieros militares por ingenieros civiles y/o arquitectos en la dirección de las obras constructivas, el comienzo de un impulso gubernamental y posteriormente la pacificación del país genera que este auge constructivo pueda basarse en mano de obra asalariada la cual contaba en 1895 con 49,594

⁶⁷ González de Cosío, *op. cit.*, tomo IV, p. 320.

⁶⁸ Provocada por una depresión cíclica estadounidense.

⁶⁹ Katz, *op. cit.*, pp. 19 y 228.

⁷⁰ Connolly, *op. cit.*, pp. 98 y 344-345. Katzman, *op. cit.*, pp. 353-354.

⁷¹ Perló, *op. cit.*, p. 61.

⁷² Mansilla, *op. cit.*, pp. 63-65 y 75.

⁷³ *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, p. 133.

⁷⁴ Rodríguez, *op. cit.*, p. 99.

trabajadores laborando en construcción, para 1900 eran 62,997 llegando a 74,703 para 1910.⁷⁵ Aún cuando para las edificaciones mayores se contrataban a ingenieros o arquitectos, tanto mexicanos como extranjeros generalmente las obras menores, como parques y vialidades no muy importantes, eran realizadas mediante la administración directa de los municipios sin recurrir a profesionistas así como en muchas otras se seguía recurriendo a la autoconstrucción o contratando a constructores empíricos para la realización de casas humildes.⁷⁶

Casos de edificación

Tanto la urbanización como el crecimiento del comercio fomentaron la creación de diversos mercados, si en 1877 solamente existían ocho, durante el Porfiriato incrementarían su número de manera notable. Entre 1881 y 1883 se construía el de las Flores en la Plaza de la Constitución, comenzado en 1880 sería hasta 1888 cuando se terminaba el de la Merced. Ya desde 1887 el constructor Francisco Blanco firmaba contratos con el Ayuntamiento para la construcción de tres mercados el de San Cosme, el de Loreto y el de San Juan o Iturbide, los dos primeros terminados al año siguiente y el último en 1889. Conforme se acercaba el cambio de siglo se comenzó a multiplicar la construcción de mercados, solamente en 1895 se concluyeron el de Santa Ana, el de San Lucas, el de la plazuela de Martínez de la Torre llamado del 2 de abril y el de la Paz en Tacubaya, en estos dos últimos, participaron en la construcción el ingeniero militar Ernesto Canseco y el ingeniero civil Mateo Plowes. Para 1900 se construía también el mercado Madero en Mixcoac y el mercado Siglo XXI en Azcapotzalco,⁷⁷ en 1903 se terminaba el de la Lagunilla, también realizado por Canseco, y en 1908 el de Morelos, en Tacuba.⁷⁸

En 1893 se construía el rastro de San Lucas contratado con Francisco Blanco, las obras fueron dirigidas por el ingeniero arquitecto Antonio Torres Torija siendo concluidas en 1895, sufriendo algunas transformaciones diez años después. A principios del nuevo siglo prácticamente se vuelve a construir el rastro de Peralvillo, aún cuando los trabajos comienzan desde 1902 es hasta fines de 1904 cuando el Distrito Federal, a través del director de Obras Públicas, ingeniero civil Roberto Gayol, firma un contrato con la empresa La Internacional para concluir la obra, siendo realizada por el ingeniero estadounidense Luis Brown comenzando a funcionar desde 1905 siendo ampliado dos años después.⁷⁹

Para 1880 la Cárcel de Belén se encontraba rebasada por el número de internos cuyas condiciones no eran las óptimas presentándose también problemas de inseguridad por lo que desde esa época se buscaba la construcción de una nueva cárcel para lo cual se proponía crear una lotería que la financiara. En un principio se pensó adaptar el convento de Tepetzotlán para tal fin pero posteriormente se solicitaron diversos proyectos para la construcción de un edificio

⁷⁵ *Estadísticas Económicas del Porfiriato. Fuerza de trabajo y actividad económica por sector*. COLMEX, México, 1960, p. 49.

⁷⁶ Connolly, *op. cit.*, p. 98.

⁷⁷ El primero construido por Cervantes Antonio, conocido como ingeniero y contratista, y el segundo por el arquitecto José Cerezo Galán. Katzman, *op. cit.*, pp. 343 y 347.

⁷⁸ González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 306, 314 y 343, y tomo IV, p. 311.

⁷⁹ González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 305-306 y 315, y tomo IV, p. 324.

especialmente diseñado siendo elegido, por una comisión especial, el presentado por el ingeniero arquitecto Antonio Torres Torija en 1882, mismo año en que comienzan los trabajos. El contratista de la nueva penitenciaría de Lecumberri fue Porfirio Díaz hijo siendo los directores de la obra primero los ingenieros militares Miguel Quintana y Carlos Salinas, y después el arquitecto e ingeniero civil Antonio M. Anza, siendo inaugurada en septiembre de 1900.⁸⁰ Ya un año antes se había inaugurado el palacio de justicia de Belén a la vez que continuaban las obras de adaptación del exconvento de la Enseñanza para que alojara de una mejor manera los tribunales de la ciudad que ya estaban instalados en él.⁸¹ También en otras ciudades se realizaban penitenciarias como la de San Luis Potosí terminada en parte en 1894 y totalmente hasta 1904.⁸²

Hacia 1894 se construía el Hospital del Ferrocarril Nacional Mexicano, dentro de la Estación Colonia.⁸³ En 1896 se comienza la construcción del Hospital General siendo proyectado por el ingeniero civil Roberto Gayol quien estuvo a cargo de la construcción hasta 1903 cuando es sustituido por el arquitecto Manuel Robleda Guerra quien la termina en 1904. Por esa época continuaban las obras del edificio destinado al Instituto Médico Nacional y las del Hospital Juárez, la primera dirigida por el arquitecto Carlos Herrera.⁸⁴ El mismo Gayol junto con otro ingeniero civil, Mateo Plowes, realizó el Hospicio de Niños en la calzada de Tlalpan entre 1900 y 1905. Aún cuando por encargo del Ministerio de Fomento por medio de su Oficial Mayor, Manuel Fernández Leal, desde 1884 ya se había realizado un primer proyecto de manicomio general para la ciudad de México, después de varios contratiempos y diversas propuestas para el cambio de siglo se había elegido el lugar, contando ya con los terrenos. Fue proyectado por Salvador Echeagaray (al parecer ingeniero militar) y contratada hasta 1908 con la Compañía Mexicana de Construcciones e Ingeniería de Porfirio Díaz hijo asociado con otros dos ingenieros militares: Ignacio de la Barra y Carlos Noriega, siendo inaugurado para las fiestas de 1910 el Manicomio General de Mixcoac mejor conocido como la Castañeda.⁸⁵

Además de las obras nuevas también se siguen realizando algunos trabajos de remodelación y adaptación de edificios. Para 1880 el antiguo Teatro Iturbide es modificado para instalar en él la Cámara de Diputados dirigiendo la obra los ingenieros arquitectos Mariano Téllez Pizarro y Manuel G. Calderón. El templo de San Agustín fue adaptado para Biblioteca Nacional y aún cuando desde 1882 se anunciaba la terminación de las obras, la misma será inaugurada hasta abril de 1884 continuando las obras un año más por lo menos. Entre 1890 y 1891 se ampliaba Palacio Nacional así como las Secretarías de Guerra y Hacienda. Para principios del siglo XX se terminaban algunas remodelaciones a edificios importantes como el Palacio de Justicia, de la calle de Cordobanes (inspeccionadas por el arquitecto Carlos Herrera) y la adaptación de la casa del marqués del Apartado para Secretaría de Justicia e Instrucción Pública realizada por el ingeniero de caminos Rafael García Sánchez Facio y Porfirio Díaz hijo concluida en 1902, mientras que el

⁸⁰ Connolly sostiene que en 1893 Pearson concursó sin éxito para la construcción de la penitenciaría de Lecumberri. Connolly, *op. cit.*, p. 338.

⁸¹ González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 298 y tomo IV, pp. 307 y 314.

⁸² Katzman, *op. cit.*, p. 379.

⁸³ Entre las calles de Sullivan y antigua calzada de la Teja, hoy Villalongín.

⁸⁴ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 9913.

⁸⁵ González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 306-307 y 314, tomo IV, p. 323. Katzman, *op. cit.*, pp. 352-354, 356 y 375. El hijo de Díaz cobraría de honorarios el 10% del costo de las obras. Jiménez, *op. cit.*, p. 251.

primero también construía el palacio de Cobián en Bucareli que se convertiría después Secretaría de Gobernación.⁸⁶ También el Palacio del Ayuntamiento de la ciudad era transformado desde 1880 siendo los directores de la obra el ingeniero arquitecto Antonio Torres Torija y el arquitecto Manuel Gorozpe quien diseñó la portada en 1907 concluyendo los trabajos hasta 1910. Entre 1905 y 1908 se construyó la sexta demarcación de la Inspección de Policía en Revillagigedo así como la Estación Central de Bomberos, interviniendo en ambas obras el arquitecto Federico Mariscal.⁸⁷

En una zona donde Limantour había especulado con los terrenos se construyeron importantes edificios la mayoría de ellos por iniciativa del gobierno por lo que el negocio estaba asegurado.⁸⁸ Entre 1905 y 1907 el ingeniero de caminos Isidro Díaz Lombardo realizó las oficinas de Ferrocarriles Nacionales en esa zona.⁸⁹ En ese último año también sería inaugurado el bello edificio de Correos proyectado por el arquitecto italiano Adamo Boari siendo dirigidas las obras por el ingeniero militar Gonzalo Garita,⁹⁰ quien también estaría a cargo de la construcción de la Secretaría de Comunicaciones que fuera diseñada por otro arquitecto italiano, Silvio Contri, siendo terminada hasta 1911.⁹¹ Desde 1904 en esa misma zona pero del lado de la Alameda se construía el Teatro Nacional también de Adamo Boari cuya conclusión se demoraría varias décadas siendo conocido después como Palacio de Bellas Artes.⁹²

En 1896 el gobierno acordó que los edificios que habían sido ocupados como garitas pasaran a ocuparse como escuelas por lo que se realizaron remodelaciones en varias de ellas, como las de San Lázaro, Peralvillo y la de Vallejo. Por esa época el ingeniero arquitecto Manuel Francisco Álvarez era el encargado por el Ministerio de Justicia e Instrucción Pública de revisar las condiciones de los edificios educativos.⁹³ Para el cambio de siglo quedaba terminada la Escuela de Sordomudos siendo realizada por el mismo Manuel Francisco Álvarez, a la vez, se iniciaba la construcción del Instituto Geológico en la Alameda de Santa María la Ribera dirigida por el arquitecto Carlos Herrera.⁹⁴ En 1908 se termina la construcción del Observatorio de Tacubaya instalándose los aparatos pertinentes y se iniciaba la construcción de la Escuela Normal siendo contratada con Porfirio Díaz hijo.⁹⁵ En 1910 quedaba erigido el Palacio de Cristal para Museo de Historia Natural en la calle del Chopo, estructura que había sido traída de Alemania y armada por el ingeniero Luis Bacmeister y el ingeniero militar Aurelio Ruelas.⁹⁶

En 1896 la Secretaría de Comunicaciones abrió un concurso internacional para la construcción del Palacio Legislativo, recibéndose alrededor de 50 proyectos, siendo nombrado ganador el ingeniero civil y arquitecto Adamo Boari, quien ya contaba con cierto prestigio internacional, aún así se prefirió encomendar el proyecto al arquitecto Emilio Dondé quien realizó un viaje de

⁸⁶ Katzman, *op. cit.*, p. 356.

⁸⁷ González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 299, 311 y 315, y tomo IV, pp. 309-310, 320 y 322.

⁸⁸ Ver *infra* Auge de los negocios inmobiliarios.

⁸⁹ En las calles 5 de Mayo y Bolívar.

⁹⁰ González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 313.

⁹¹ Katzman, *op. cit.*, pp. 348 y 351.

⁹² Connolly, *op. cit.*, p. 98.

⁹³ Álvarez, 1919, *op. cit.*, p. 4.

⁹⁴ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 9913.

⁹⁵ Katzman, *op. cit.*, p. 352.

⁹⁶ González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 307 y 313-314.

estudio por Europa para dicho fin, presentando su proyecto en 1902 pero posteriormente, al parecer por los enredos en los que se habían metido al no seguir el proyecto de quien había ganado el concurso, el gobierno decide contratar al ingeniero Emilio Bernard para que diseñará el edificio, lo que realiza entre 1903 y 1904 pero el mismo no es terminado pues después de la Revolución es convertido en monumento de la misma.⁹⁷ Para 1909 un nuevo incendio destruirá la sede de la Cámara de Diputados y al estar los trabajos del Palacio Legislativo muy atrasados se convocó a un concurso menos ambicioso, siendo seleccionado el proyecto del arquitecto Mauricio de M. Campos, el cual sería construido en el mismo lugar (Donceles y Allende), terminándolo rápidamente en 1910 aunque, por los problemas políticos, será inaugurado hasta el siguiente año, siendo ahí donde Porfirio Díaz entregue su renuncia.⁹⁸

Auge de los negocios inmobiliarios

Continuando con la polarización urbana, de manera general, la expansión y modernización de las ciudades se dió de forma desigual lo que para el caso de la ciudad de México ha sido resaltado por Mansilla Menéndez y para el de Veracruz por Connolly desarrollándose los nuevos asentamientos de las clases altas y bajas en secciones separadas de la ciudad y en condiciones muy diferentes.⁹⁹ En el caso de la Ciudad de México las nuevas colonias siguieron el patrón de zonificación de clases tradicional, así, al oriente se construyeron para las clases populares sin comunicación adecuada ni con los servicios mínimos como la colonia la Bolsa, Santa Julia y Romero Rubio, además de que se siguieron fraccionando lotes para albergar a más habitantes.¹⁰⁰ Mientras que por el lado contrario de la ciudad, al poniente y surponiente, la gente de altos recursos se trasladaba a nuevas colonias con todos los servicios, muchos más espaciosas y con mayores áreas verdes, por lo que a pesar de no tener una población muy grande es en esta zona donde se da la mayor expansión de la ciudad.¹⁰¹

Aún cuando en 1875 se habían expedido algunas medidas para controlar la formación de las colonias estableciendo la donación de áreas comunes y la obligación de los fraccionadores de pedir la aprobación del ayuntamiento así como de encargarse de la introducción del agua potable, estas normas no fueron generalmente seguidas. Por otra parte, desde 1823 las leyes mexicanas impedían a los extranjeros la adquisición de bienes raíces sin tener la residencia en el país¹⁰² pero a partir del gobierno de Manuel González esta situación cambiaría cuando Salvador Malo, quien

⁹⁷ *Idem*, tomo III, p. 126.

⁹⁸ Edificio que posteriormente se convertiría en la Asamblea Legislativa de la Ciudad de México. Katzman, *op. cit.*, pp. 342 y 345.

⁹⁹ Connolly, *op. cit.*, p. 349. Mansilla Menéndez, Elizabeth. *Aspectos económicos y política de desarrollo de las obras públicas en la ciudad de México durante el Porfiriato: El caso de la obra hidráulica*. Tesis de licenciatura en Economía. Acatlan. UNAM. México, 1990, p. 76.

¹⁰⁰ Aún cuando Manuel Francisco Álvarez plantea que al encargar el gobierno la construcción de diversos edificios en el oriente de la Ciudad de México al parecer buscaba incrementar el valor de los terrenos en esa zona, el tipo de edificios encargados no parece coincidir con su interpretación como ha demostrado el tiempo ya que los edificios levantados corresponden a la Penitenciaría, cuarteles de caballería, la Escuela de Tiro y el rastro de la ciudad. Álvarez, 1919, *op. cit.*, p. 48.

¹⁰¹ Mansilla, *op. cit.*, pp. 73 y 76.

¹⁰² Aunque posteriormente quedaron exentas de esta norma las compañías mineras y ferrocarrileras.

había obtenido la concesión para realizar la Colonia La Teja, vende la misma con todo y terrenos a The Mexico City Improvement Company en 1883 siendo ratificada la posesión de los bienes raíces por esta compañía norteamericana por el Ministerio de Fomento ese mismo año, con lo que empieza la importante intromisión de empresas con capital extranjero, principalmente norteamericano, en los negocios inmobiliarios de la ciudad.¹⁰³

La sectorización por clases de la ciudad, la creciente demanda de vivienda así como el surgimiento del crédito urbano mediante el establecimiento del sistema bancario en los ochentas propiciaron el incremento de los terrenos aumentando el valor de los inmuebles y dando un fuerte impulso a los negocios inmobiliarios que ya se venían desarrollando, los cuales fomentaron el crecimiento de la ciudad. El valor inmobiliario de la ciudad que en 1877 se estimaba en 66 millones se eleva a 118 millones para 1892 incrementándose 78.78%. Para realizar los nuevos fraccionamientos los terrenos baldíos o haciendas de la periferia de la ciudad eran adquiridos a precios muy baratos pero con el cambio de uso de suelo elevaban sus precios espectacularmente lo que fomentaba la especulación. Así el valor de los terrenos del Paseo de la Reforma pasó de \$1.5 el m² en 1872 a \$25 en 1903, o sea, se incrementaron 16 veces en treinta años, mientras que los de Santa María la Rivera, que en un principio se vendían en \$0.27 por m², alcanzaron los \$15 en 1902, es decir, tuvieron un incremento de 55 veces en 40 años.¹⁰⁴

El gran desarrollo inmobiliario que trajo consigo esta forma de crecimiento urbano llevó a realizar grandes negocios no siempre totalmente transparentes pues en ellos participaban algunos miembros del ayuntamiento y de la élite porfirista. El ayuntamiento era el encargado de autorizar las nuevas colonias y aunque no era inusual que se comenzaran de manera irregular constituía una ventaja decidir que colonias se autorizaban y cuales no. También solían ocupar su posición privilegiada para tener ventajas de información y de oportunidades para especular con los terrenos comprándolos a bajo costo para después revenderlos a altos precios cuando, ayudados por el Ayuntamiento, se urbanizaban.¹⁰⁵

Para 1880 se realiza la construcción de casas de campo en el Paseo de la Reforma,¹⁰⁶ ya estaba completamente establecida la Guerrero y se comenzaban a desarrollar nuevas colonias como la Teja, Tepito y la Violante en 1882, la Morelos en 1886, la del Rastro, Indianilla e Hidalgo en 1889, la San Rafael, Limantour y Candelaria Atlampa en 1891 y la Díaz de León y la Maza en 1894. En 1897 se fundó la colonia del Paseo y en 1899 aparecen la Peralvillo, Ampliación Guerrero, Ampliación Santa María y el Cuartelito, y en 1900 la Viga. Con el nuevo siglo la aparición de nuevas colonias se acelera, creándose tan solo entre 1900 y 1910 veintiocho colonias,¹⁰⁷ entre ellas la Roma, la Condesa¹⁰⁸ y la Bolsa en 1902, la Nueva del Paseo en 1903, la Cuauhtemoc en 1904, la Scheibe en 1905, la Juárez, la del Valle, la Teja, del Paseo, la Americana

¹⁰³ Jiménez, *op. cit.*, pp. 11 y 247.

¹⁰⁴ Mansilla, *op. cit.*, p. 76.

¹⁰⁵ Katzman, *op. cit.*, p. 40 y 364. Perló, *op. cit.*, p. 244.

¹⁰⁶ Katzman, *op. cit.*, p. 40.

¹⁰⁷ Lo que representa tres colonias por año. Jiménez, *op. cit.*, p. 21.

¹⁰⁸ En 1902 en vista de que no bastaba con la perforación de pozos para abastecer de agua potable a la Colonia Condesa Guillermo Beltrán y Puga realiza el proyecto de dotación para la misma. Quien se desempeñaba en esa época como jefe de la Sección de Aguas Potables del ayuntamiento. *Idem*, p. 254 y 266.

(o de Bucareli) y de la Viga en 1906, la Romero Rubio en 1907, la Escandón en 1909 y la del Chopo en 1910.¹⁰⁹ Mencionando Rodríguez Kuri la fundación de 33 colonias entre 1882 y 1910.¹¹⁰

En estos negocios inmobiliarios participaban aquellos encargados del gobierno de la ciudad como Guillermo de Landa y Escandón, y Fernando Pimentel y Fagoaga, así como Porfirio Díaz hijo y el Secretario de Hacienda Limantour, varios de los cuales también eran accionistas de los nuevos bancos como el Banco Nacional de México y el Banco Mercantil lo que les permitía utilizar estas como financiadoras de los nuevos fraccionamientos.¹¹¹ De igual forma, realizaban inversiones en otras áreas aunque no totalmente desligadas de las cuestiones urbanas y de los negocios inmobiliarios como en el desarrollo de tranvías. Aún cuando estos negocios eran generalmente realizados más por abogados que por ingenieros, los mismos, no eran totalmente ajenos pero sin ocupar, como sucedía en el gobierno, las posiciones principales en los negocios y en la toma de decisiones los cuales eran dirigidos por el grupo de financieros-burocratas.¹¹²

En 1897 se crea la primera Ley General de Instituciones de Crédito con la cual surgen varios bancos,¹¹³ principalmente de capital norteamericano y francés, aunque formaban parte de su consejo de administración miembros importantes del grupo de financieros nacionales. Estos bancos serían los primeros en vincularse de manera más importante al negocio inmobiliario y a las instituciones de crédito incorporándose posteriormente, cuando este negocio aseguraba importantes ganancias, los bancos más importantes. En los primeros seis años del siglo XX los negocios inmobiliarios se incrementaron, proyectándose y construyéndose varias colonias importantes, al mismo tiempo se estaban dando una serie de movimientos y fusiones de las compañías inmobiliarias, urbanizadoras y pavimentadoras así como de los bancos en el sentido de una mayor integración inmobiliaria junto con portafolios y capitalistas extranjeros. Coincidiendo también con el periodo cuando los funcionarios en el gobierno del D.F. y en el ayuntamiento de la Ciudad de México comenzaron a ser inamovibles.¹¹⁴

El proceso inicia en 1904 cuando el Banco Mutualista y de Ahorros es integrado al Banco Americano, dos años después, a partir de la fusión de la Compañía Mexicana de Cemento Portland, la Compañía General de Pavimentación,¹¹⁵ y Pimentel y Hermano se crea la Compañía

¹⁰⁹ Perló, *op. cit.*, pp. 190-191 y 259. Mansilla, *op. cit.*, p. 71.

¹¹⁰ Rodríguez, *op. cit.*, p. 95 y 99.

¹¹¹ Algunos otros miembros destacados de este grupo fueron Pablo Macedo, Pablo Escandón, Joaquín Casasús, y Sebastián Camacho.

¹¹² Por ejemplo, aún cuando el ingeniero civil Roberto Gayol realiza el proyecto de la Colonia la Viga (en el cual plantea la red de agua potable y alcantarillado) será el empresario español Iñigo Noriega quien este al frente de la empresa. Rodríguez, *op. cit.*, pp. 65-72. Jiménez, *op. cit.*, pp. 19, 64 y 97.

¹¹³ Como el Banco Central Mexicano (1898), el Banco Mutualista y de Ahorros (1899) y el Banco Americano que empezó a operar sin concesión en 1897.

¹¹⁴ *Ibid.*, pp. 68-69 y 80-81.

¹¹⁵ En la Asamblea de liquidación de esta compañía Fernando Pimentel y Fagoaga sostenía que "...durante la existencia de la compañía se había palpado que sus negocios se encontraban íntimamente relacionados con los de otras empresas que reúnen diversos elementos para fines análogos, lo cual indicaba la conveniencia tanto para la Compañía General de Pavimentación como para las demás empresas citadas, de fusionarse o aportar sus intereses a una nueva compañía que reuniendo así considerables elementos de dinero y crédito, desarrollara en toda su amplitud

Bancaria de Obras y Bienes Raíces, por último, en 1907 el Banco Americano cede todo su haber y deber a la compañía recién formada. En varias de estas empresas participaban como accionistas y miembros importantes del consejo de administración el presidente del Ayuntamiento y el gobernador del D.F. durante todo este periodo: Fernando Pimentel y Fagoaga y Guillermo de Landa y Escandón respectivamente, así como Leandro F. Payro encargado de la gerencia de obras, quien tenía una participación importante en casi todas las compañías pavimentadoras. Desde su nacimiento la nueva empresa contaría con varios fraccionamientos¹¹⁶ desarrollando otros importantes así como participando de manera importante en las obras de urbanización siendo la primera de su tipo no sólo en la Ciudad de México sino de todo el país.¹¹⁷

Tomando como ejemplo el caso más notorio de los diversos conflictos de intereses que solían presentarse, José Ives Limantour, quien además de secretario de Hacienda era socio de la Compañía Bancaria y de Bienes Raíces utilizaba la misma para desarrollar diversos fraccionamientos urbanos fundando incluso una colonia llamada Limantour. La utilización de información privilegiada para sus negocios se aprecia en el caso de la apertura de la calle de 5 de mayo desde Bolívar hasta la Alameda pues antes de que se hiciera publica la obra Limantour compró casi toda esa área vendiendo los terrenos después a altos precios para importantes edificios como el Teatro Nacional, las oficinas de ferrocarriles, Correos y el Palacio de Comunicaciones. Además de estos negocios Limantour también participaba en otras empresas como la Compañía Limitada de Ferrocarriles del D. F.¹¹⁸

Uno de los primeros intentos por intentar organizar la expansión urbana se da con el establecimiento de las Reglas para Admisión de Nuevas Colonias de 1903 en el que se establece que los fraccionadores deben contar con la aprobación del ayuntamiento realizando las obras de saneamiento y agua potable así como la pavimentación de las calles¹¹⁹ y destinar un 10 % para áreas verdes, las calles no deberían ser menores a 20 metros de ancho y debían ser cedidas gratuitamente. Pero en el informe sobre las colonias del D. F. de la Dirección General de Obras Públicas realizado por el ingeniero arquitecto Antonio Torres Torija en 1906 solo habían seis colonias que habían sido autorizadas por el ayuntamiento, mientras que 14 habían sido recibidas por los municipios foráneos aunque no contaban con todos los servicios y 6 colonias de plano no habían sido aceptadas.¹²⁰ Así, a pesar de que para fines del Porfiriato ya se contaba con un reglamento para la creación de colonias, el surgimiento de los fraccionamientos continuó siendo más conforme al interés de los empresarios inmobiliarios que de acuerdo a una planeación urbana, principalmente por la participación de las autoridades en esos mismo negocios y del inevitable conflicto de intereses “...ya que quienes debían aplicar ese reglamento como gobierno, lo violaban como particulares.”¹²¹

la esfera de negocios que parcialmente y en limitada escala ha tratado de desarrollar la Compañía General de Pavimentación.” Jiménez, *op. cit.*, p. 83.

¹¹⁶ Como la Condesa y la Nueva Colonia del Paseo que eran propiedad de las empresas que se funden en su creación

¹¹⁷ En 1909 la empresa cambia su nombre a Compañía Bancaria de Fomento y Bienes Raíces de México, para esa época ya se agrupan en esta empresa los bancos más importantes que operaban en el país destacando el Banco Central Mexicano, el Banco Nacional de México y el Banco de Londres y México. *Ibid*, pp. 74, 81-82 y 84-86.

¹¹⁸ Mansilla, *op. cit.*, pp. 77 y 79.

¹¹⁹ El ayuntamiento se comprometía a reembolsar todo o parte de las obras realizadas.

¹²⁰ Jiménez, *op. cit.*, pp. 22-23.

¹²¹ *Ibid*, p. 101.

Trabajos de urbanización y pavimentación

Acercas de la cuestión de la pavimentación, a principios del Porfiriato, aún cuando la mayor parte de las calles estaban empedradas, se comenzaba a experimentar con gran diversidad de materiales desde adoquines troncopiramidales, de basalto y de madera, hasta ladrillo, ladrillo vitrificado, concreto y, posteriormente, asfalto.¹²² La introducción de nuevos materiales para pavimentación y su diversidad generó diversos estudios, apareciendo en los *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos* varios artículos sobre los mismos: en 1886 se habla de una nueva clase de pavimentos, en 1889 se publican unas “*reflexiones*” sobre diversos sistemas de pavimentos del ingeniero civil Roberto Gayol y un estudio de los pavimentos de la ciudad de México realizado por el ingeniero arquitecto Mariano Téllez Pizarro, nuevamente en 1900 se trata sobre la cuestión de los pavimentos en la Ciudad de México.¹²³ Para 1889 la mayoría de las pavimentadoras solicitaban la eliminación del adoquinado de madera por su poca durabilidad.¹²⁴

En esa época ya había un número importante de compañías encargadas de estos trabajos siendo la principal la Compañía de Pavimentos de Adoquines de Asfalto Comprimido,¹²⁵ la cual realizaba por subcontrato muchas de las obras de las otras pavimentadoras principalmente la Empresa de Pavimentos de la Ciudad de México¹²⁶ además de que estaba vinculada con The Barber Asphalt Paving Company a la cual absorbería poco después.¹²⁷ La mayoría de estas empresas tenían relaciones con el grupo financiero y político de la Ciudad de México lo que facilitaba el otorgamiento de los contratos por parte del ayuntamiento.¹²⁸

A pesar de la gran variedad de materiales para la última década del siglo XIX las autoridades se inclinan por los adoquines de asfalto comprimido, otorgando en 1891 a la Compañía de Pavimentos de Adoquines de Asfalto la concesión para pavimentar 146 mil m² hasta 1900, construyéndose una fábrica de los mismos en la ciudad.¹²⁹ En 1899 el Ayuntamiento lanzó una convocatoria para la repavimentación de la ciudad realizándose dos contratos, uno con la Barber Asphalt Paving Co. y otro con The Neuchatel Asphalt Company Limited de 50 calles que deberían ocupar el sistema de lámina de asfalto. Para 1903 cuando el Ayuntamiento cesa en estas labores a ambas compañías había construido 55 calles la primera y 33 la segunda.¹³⁰ En los últimos años del Porfiriato se crea la compañía Samuel García Cuellar y hermano que manejó importantes contratos de pavimentación a partir de 1907 así como la del ingeniero Agustín de los Cobos. Para

¹²² El ingeniero civil Miguel Ángel de Quevedo como miembro del Ayuntamiento y regidor del ramo de obras públicas hizo construir las primeras calles asfaltadas de México. Katzman, *op. cit.*, pp. 43 y 373.

¹²³ *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos*.

¹²⁴ Jiménez, *op. cit.*, p. 75.

¹²⁵ Siendo parte de sus accionistas Leandro F. Payro y Pablo Macedo, este último hermano de Miguel Macedo quien fuera presidente del ayuntamiento entre 1898 y 1900.

¹²⁶ De la que era presidente David de Gheest amigo de Pablo Macedo por lo que Jiménez Muñoz plantea la posibilidad de que la empresa de Gheest fuera una empresa fantasma para ocultar el monopolio de la empresa de Macedo en los contratos con el ayuntamiento. Jiménez, *op. cit.*, p. 95.

¹²⁷ Otras pavimentadoras eran la Empresa de Asfalto Vulcanizado, Privilegio Sprigman, Privilegio Arzac, y la Neuchatel Asphalt Paving Company Limited.

¹²⁸ *Ibid*, pp. 75 y 100.

¹²⁹ Perló menciona que ya desde 1890 Pablo Macedo era contratista para la pavimentación de cien calles de la ciudad. Perló, *op. cit.*, p. 244.

¹³⁰ Mansilla, *op. cit.*, pp. 86-89.

1910 Díaz firmaría uno de sus últimos contratos con la Compañía Bancaria de Fomento y Bienes Raíces para pavimentar con lámina de asfalto sobre concreto 125 calles de la ciudad.¹³¹

En abril de 1899 se informaba que se había terminado “*el perfeccionamiento del piso en la calzada de la Reforma*” a la vez que se continuaba con los trabajos de la calzada de Circunvalación. Nuevamente para 1909 se decía que los dos primeros tramos de la Calzada de Reforma se habían cubierto con asfaltóleo mientras que en la de Tlalpan, terminada un año antes, se adoptaba por primera vez el riego con petróleo. Por esa época también se trabajaba en la rehabilitación de la avenida de la Viga y la de San Pedro de los Pinos a Mixcoac,¹³² aunque de manera general, en las calles de los suburbios de la ciudad se conservaba el sistema de empedrado de las calles. En cuanto a las banquetas, tradicionalmente las del centro de la ciudad eran realizadas con losas, las cuales, poco a poco, se habían ido cambiando por otras de concreto mientras que en la periferia la mayoría eran de tierra, aún cuando algunas eran empedradas e incluso algunas se rehabilitaron con las losas que se habían quitado de las calles céntricas.¹³³

Recién llegado al poder Porfirio Díaz se colocaba sobre el Paseo de la Reforma la estatua de Colón encargada años atrás por Antonio Escandón a un escultor francés. A la vez, el gobierno realizaba un concurso para la construcción de un monumento a Cuauhtemoc, el cual sería ganado por el ingeniero civil Francisco Jiménez y el escultor Miguel Noreña. Posteriormente se comenzaron a colocar a lo largo de la calzada las esculturas enviadas por los estados de dos de sus liberales destacados. Para 1900 el gobierno encargó al ingeniero arquitecto Antonio Rivas Mercado¹³⁴ el proyecto y la construcción de un monumento a la Independencia, tan largamente deseado, después de problemas de hundimientos de la estructura la misma fue desarmada, corrigiendo el problema y vuelta a levantar siendo inaugurada para 1910, así como la estatua de Humboldt.¹³⁵

Para ofrecer una solución adecuada al saneamiento de la ciudad, y ya que las dos nivelaciones anteriores no concordaban, el Ayuntamiento decide encargar otra al ingeniero civil Roberto Gayol (quien también tendría que diseñar el desagüe interno de la ciudad) la cual es terminada en 1892. Esta nivelación fue rectificada por el mismo Gayol junto con otros ingenieros al mismo tiempo que se realizaban los trabajos de saneamiento, entre 1897 y 1898. Este último año, el ingeniero de caminos Gabriel M. Oropeza presenta un artículo en la Sociedad Científica Antonio Alzate acerca de las diferentes nivelaciones de la Ciudad de México en la que recopilaba los diferentes datos obtenidas en ellas.¹³⁶

¹³¹ Jiménez, *op. cit.*, pp. 77 y 84-86.

¹³² González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 305 y 308, y tomo IV, p. 327.

¹³³ Téllez, *op. cit.*, p. 43

¹³⁴ Recibido en la Escuela de Bellas Artes de París.

¹³⁵ Sánchez Mejorada de Gil, Alicia. *La Columna de la Independencia*. Ed. Jilguero, México, 1990, pp. 59-60.

Connolly, *op. cit.*, p. 98. Perló, *op. cit.*, p. 250.

¹³⁶ Téllez, *op. cit.*, pp. 54-55.

6.3. NUEVOS MATERIALES Y TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS

Introducción de nuevos materiales

Durante el Porfiriato se fueron incorporando nuevos materiales provenientes del extranjero lo que afectaría los métodos constructivos tradicionales. En gran parte fomentado internamente por el anhelo de modernización y la intensa actividad constructiva llevó a apropiarse de la construcción mediante estructuras metálicas, del cemento y posteriormente del concreto armado lo que provocó la realización de edificios más apropiados a las actividades que se estaban desarrollando ya que permitían salvar claros mayores, ofreciendo espacios interiores más amplios para las industrias, almacenes y oficinas que estaban surgiendo, por lo que comenzaron a hacerse comunes claros de mayores proporciones y edificios con una “*esbeltez nunca antes vista*”.¹³⁷

A excepción de las iglesias, por lo general, todas las demás construcciones tenían vigas como sostén de la cubierta o techo hasta que se popularizó el fierro en el Porfiriato,¹³⁸ también los tradicionales cerramientos de puertas y ventanas realizados con dinteles de piedra o madera pasan en este periodo a realizarse en fierro. Siendo en la década de 1880 cuando se hace común el uso de viguetas o incluso de rieles de ferrocarril en los techos¹³⁹ utilizándose usualmente junto con láminas acanaladas, sistema que será muy recurrido hasta la Revolución.¹⁴⁰ De igual forma, ya para principios del siglo XX los refuerzos para muros para soportar empujes horizontales dejan de ser de madera y piedra para ser sustituidos, en un principio, por esqueletos metálicos y, posteriormente, con cadenas de concreto armado. Además de la utilización de láminas acanaladas se recurre a una gran diversidad de materiales para las cubiertas como tejas de fibrocemento, cartón asfaltado, láminas de cobre y de zinc, hojas de pizarra, entre otros.¹⁴¹

En el Porfiriato se siguen desarrollando estructuras metálicas no muy complejas, principalmente quioscos levantándose uno en la plaza mayor de la Ciudad de México en 1878 al que le seguirán otros en diversas ciudades como Querétaro, Puebla, Guadalajara, Aguascalientes y Córdoba.¹⁴² En 1884 el ingeniero arquitecto José Ramón Ibarrola diseñó para el pabellón de México en la Exposición Internacional de Nueva Orleans el Pabellón Morisco el cual luego vendrá a instalarse en la Alameda Central trasladándose en 1900 a Santa María la Rivera. Conforme se acercaba el cambio de siglo se fueron realizando diversos mercados, como los ya mencionados, muchos de los cuales eran de estructura metálica.¹⁴³

Poco a poco se irán proyectando edificios más ambiciosos, siendo a partir de la década de 1880 cuando se comiencen a generalizar las estructuras metálicas en la edificación. Ya para 1889 se realizaban los primeros edificios comerciales de varios pisos con estructura metálica: El Palacio

¹³⁷ *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, pp. 283-284. Katzman, *op. cit.*, p. 275.

¹³⁸ Por ejemplo, en 1906 se cambian las viguetas de madera del Colegio de Minería por otras de fierro.

¹³⁹ Katzman sostiene que el primero en introducir viguetas de fierro en los techos fue Eduardo Tamariz y Almendaro, quien había estudiado en la escuela de agricultura de San Jancito y después en la escuela de artes y oficio de París.

¹⁴⁰ *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*. pp. 140 y 142.

¹⁴¹ Katzman, *op. cit.*, pp. 276, 312-313, 317, 319, 325-327 y 379.

¹⁴² *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*. p. 142.

¹⁴³ Katzman, *op. cit.*, pp. 325-326.

de Hierro de los ingenieros-arquitectos Hidalga, el de la esquina Noreste de Madero y Palma por el ingeniero arquitecto Manuel Francisco Álvarez y el de la Droguería Universal en Isabel la Católica del también ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez quien al año siguiente comenzaría el de la Joyería la Esmeralda también con estructura de fierro. Con el nuevo siglo los edificios importantes con estructura metálica se generalizan siendo los más importantes durante su primera década el Teatro Nacional (Palacio de Bellas Artes)¹⁴⁴, el Palacio Legislativo, el de Correos, la Secretaría de Comunicaciones, la Mutua, la Mexicana y la Cámara de Diputados. En estas construcciones encontramos principalmente a ingenieros y arquitectos extranjeros así como algunos ingenieros militares como Gonzalo Garita y Alberto Robles Gil quien construiría también un tореo con estructura metálica en la Condesa.¹⁴⁵

La sustitución de la madera por el fierro también se da en los emparrillados de cimentación, no con muy buenos resultados en un principio, como ya se trató,¹⁴⁶ pero el nuevo material se introduce en otros edificios importantes posteriormente como El Palacio de Hierro en 1889, El Centro Mercantil (hoy Gran Hotel de la Ciudad de México) realizado entre 1896 y 1897 y la Casa Boker al año siguiente.¹⁴⁷

En lo que toca al cemento, éste se ocupó primero en recubrimientos que en concreto armado, siendo la primera vez de que se tiene referencia de la utilización de cemento Portland la de la banqueta anular que rodearía el zócalo del monumento de la Independencia en 1876 el cual no llega a realizarse. Para 1888, en las obras del túnel de Tequixquiac, contratadas con la Read & Campbell, se especifica que la bóveda sería pegada y aplanada con el mismo material, siendo la primera vez que se utilizó en una obra grande. Debido a sus ventajas en costo, fácil almacenamiento y distribución así como su versatilidad, en corto tiempo (para el cambio de siglo) el cemento tendría una gran demanda pero principalmente en aplanados, para fabricar mosaicos y granito artificiales, y se empezaba a introducir en cimentaciones.¹⁴⁸

Desde principios del siglo XX se comienza a tratar de promover la utilización del concreto armado asociándose la empresa que representaba a Hennebique¹⁴⁹ en México con el ingeniero naval Miguel Rebolledo¹⁵⁰, el coronel de ingenieros Fernando González y el brigadier Ángel Ortiz Monasterio pero, a pesar de sus esfuerzos para promover su empleo, en los primeros dos años no lograron ninguna obra importante. Siendo a partir de un contrato con el ingeniero arquitecto Manuel Sánchez Facio cuando realizaron el primer trabajo mediante dicho sistema, un modesto sótano de una pequeña casa comercial en la esquina de las calles de París y Artes en 1903. Al año siguiente el arquitecto Nicolás Mariscal con la colaboración de Miguel Rebolledo realiza los

¹⁴⁴ En el que se contrató para la cimentación y la obra metálica a la firma norteamericana Milliken Bros. Connolly, *op. cit.*, p. 98.

¹⁴⁵ Katzman, *op. cit.*, pp. 313, 325-326 y 375. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia.* pp. 140, 142-143.

¹⁴⁶ Ver supra Introducción de estructuras metálicas.

¹⁴⁷ *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, pp. 286 y 288. Katzman, *op. cit.*, p. 313.

¹⁴⁸ *Ibid*, pp. 143-144. Katzman, *op. cit.*, 1993. p. 327.

¹⁴⁹ En 1892 el ing. Françoise Hennebique había patentado el hormigón o concreto armado desarrollado en Francia. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, pp. 285-286.

¹⁵⁰ Quien había realizado su carrera de ingeniería naval en Francia donde conoció el uso del "cemento armado", *ibid*, p. 287.

cimientos de la Secretaría de Relaciones Exteriores así como la totalidad del edificio del Banco Agrícola mediante concreto armado.¹⁵¹

A partir de estos trabajos el concreto armado se empieza a utilizar en otras construcciones como para la construcción del Acueducto Xochimilco en 1905 que llevaba agua potable desde Nativitas y Santa Cruz hasta la ciudad de México, siendo la tubería de concreto armado con un diámetro de metro y medio. Para fines del Porfiriato el arquitecto Manuel Gorozpe proyecta la iglesia de la Sagrada Familia¹⁵² construida junto con Miguel Rebolledo cuya estructura sumamente ligera es completamente de concreto armado. Los asociados de los representantes del sistema de Hennebique en México, principalmente Miguel Rebolledo realizaron diversos escritos y conferencias para popularizar el concreto reforzado en México. También la Escuela Nacional de Ingenieros se interesará por este nuevo sistema estableciendo a propuesta del entonces alumno Modesto Rolland “*academias libres de concreto armado*”.¹⁵³

De manera general, conforme se acerca el fin de siglo la introducción de nuevos materiales va a ir haciendo que se les ponga una mayor atención, encontrando diversas discusiones y comentarios sobre sus ventajas comparativas. Como ya vimos se dan una gran variedad de materiales para pavimentación, para 1883 aparece correspondencia en la Escuela de Bellas Artes acerca de un nuevo material de construcción.¹⁵⁴ Publicándose también diversos estudios acerca de la cuestión de los materiales, en 1898 en los *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México* se presenta un procedimiento para aumentar la duración de la madera por el ingeniero civil José Covarrubias mientras que en 1903 el arquitecto Adrián Téllez Pizarro publica su obra *Materiales en la Construcción*.¹⁵⁵

Al parecer para 1889 en la Obrería Mayor de la Ciudad de México ya se contaba con maquinaria para determinar la resistencia de materiales de construcción, pues se menciona que la Escuela Nacional de Ingenieros había conseguido su consentimiento para ocuparlas, lo que llevaría a conocer sus propiedades mecánicas y poder analizar las construcciones mediante métodos analíticos que permitan calcular su resistencia. De esta forma, para 1905 Roberto Gayol presenta, también en los Anales de la AIAM un cuadro de resistencia de materiales de construcción formado bajo su dirección.¹⁵⁶ Aunque no se ha encontrado mayor información acerca de la determinación de la resistencia de los materiales y de la introducción de métodos analíticos para el cálculo de las construcciones.

Abastecimiento de materiales

Hasta finales del siglo XIX no se contaba con una industria metalúrgica apropiada pues se producía solamente hierro dulce y se refundía material, enfocándose principalmente en la

¹⁵¹ *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*. pp. 285-286. Katzman, *op. cit.*, pp. 329-330.

¹⁵² La cual se encuentra sobre la calle de Orizaba en la colonia Roma.

¹⁵³ Tamayo, 1958, *op. cit.*, p. 56.

¹⁵⁴ Denominado “Terra cotta lumber”. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 10960.

¹⁵⁵ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 9913.

¹⁵⁶ *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos*.

producción de utensilios.¹⁵⁷ La falta de una industria metalúrgica apropiada contribuyó a que la introducción del ferrocarril no produjera encadenamientos importantes en el sector industrial pues, aún cuando se contaba con yacimientos de hierro y carbón, su explotación no se había desarrollado. Incluso en esa época el ingeniero de minas Santiago Ramírez proponía que esos yacimientos podían abastecer toda la demanda ferroviaria ahorrándose la necesidad de subvencionarlos. La industria del hierro era sumamente básica por lo que no solamente la maquinaria sino también los rieles y diversidad de piezas tuvieron que ser importadas¹⁵⁸ lo que obligó a las empresas ferroviarias, en un principio, a tener grandes inventarios y, posteriormente, a realizar en sus talleres las reparaciones, fabricación y refundición de una gran gama de productos.¹⁵⁹

También en el caso de la industria de la construcción, el uso del fierro estructural se da varias décadas antes del desarrollo de una industria metalúrgica capaz de satisfacer dicha demanda por lo que la mayoría tendrá que ser traído del extranjero, importándose una gran cantidad de elementos metálicos para techos, puentes y estructuras.¹⁶⁰ Siendo ocupados techos de armadura metálica en mercados, la penitenciaría y otros edificios, como el rastro de San Lucas del D.F contratando a la Parity Jail Building Company en este último caso. También se construyeron edificios completos mediante estructuras metálicas importadas como diversos quioscos y el Museo del Chopo traído de Alemania y ensamblada por el ingeniero Luis Bacmeister y el ingeniero militar Aurelio Ruelas en 1910.¹⁶¹

Más allá de diversas ferrerías que se habían venido fundando, en 1900 se crea la Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey con altos hornos modernos de gran capacidad, iniciando sus trabajos en 1903 llegando a producir 72 mil toneladas para 1910,¹⁶² contando con un taller de laminación capaz de producir viguetas y rieles de acero así como otro para fabricar varillas. Por lo que en poco tiempo será líder en producción de fierro y acero, empezando a abastecer parte de la demanda nacional, en gran parte, gracias a la misma, la producción siderúrgica triplica su valor de 1904 a 1909.¹⁶³ Para 1906 el mercado Morelos en Celaya Guanajuato es construido ya con acero de la Fundidora Monterrey, así como posteriormente, con la creación de Ferrocarriles Nacionales por parte del gobierno, se le otorgan contratos para comenzar a fabricar rieles lo que será interrumpido por la Revolución.¹⁶⁴ A pesar del crecimiento de la industria metalúrgica nacional, la demanda será tan grande que se continuará adquiriendo en el exterior una gran parte. Las importaciones, tanto de vigas como de láminas de hierro se incrementarán a lo largo del Porfiriato alcanzando sus máximos alrededor de 1907 y 1908, llegando las primeras a más de 38, 500 toneladas y las segundas a 18, 873 toneladas. También será

¹⁵⁷ Riguzzi plantea que... “exceptuando algunos objetos (espuelas de montar y fierros de ganado, camas de hierro, útiles mineros en ciertas zonas) México consumía casi exclusivamente fierro importado.” Riguzzi, *op. cit.*, pp. 46-47.

¹⁵⁸ Por ejemplo, en el caso de la construcción del ferrocarril de México a Veracruz los rieles fueron importados de Estados Unidos e Inglaterra. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 124.

¹⁵⁹ Riguzzi, *op. cit.*, pp. 46-50.

¹⁶⁰ Katzman, *op. cit.*, p. 323.

¹⁶¹ Connolly, *op. cit.*, p. 99.

¹⁶² Katz. *op. cit.*, p. 185.

¹⁶³ Katzman, *op. cit.*, p. 323. Bargallo, Modesto. “La metalurgia en México. Bosquejo histórico.” En *Anales de la Sociedad Mexicana de historia de la Ciencia y de la Tecnología*. México, D.F. No. 3. 1972, p. 325.

¹⁶⁴ Riguzzi, *op. cit.*, pp. 49-50.

necesario conseguir en otros países las tuberías para las obras de saneamiento y abastecimiento de agua de diversas ciudades, alcanzando su importación más de 6 mil toneladas para 1909-1910.¹⁶⁵

Al contrario de lo que sucede con las estructuras metálicas al introducirse el concreto armado, a principios ya del siglo XX, para ese momento la industria nacional ya podía satisfacer en parte las necesidades de varillas, así cuando en 1904 el arquitecto Nicolás Mariscal y el ingeniero naval Miguel Rebolledo realizan la ampliación de la Secretaría de Relaciones Exteriores pueden recurrir ya a fierro realizado en México en las fábricas Las Delicias y Elcoro aunque todavía no corrugado.¹⁶⁶

Algo similar que con el fierro sucederá en el caso de los otros nuevos materiales que se estaban introduciendo. El uso del cemento durante el Porfiriato sería abastecido desde el exterior principalmente de procedencia inglesa pero para el cambio de siglo empiezan a surgir varias fábricas de cemento en el país: la Compañía Mexicana de Cal Hidráulica, Cemento y Materiales de Construcción (1898), la Compañía Mexicana de Cemento Portland (1900)¹⁶⁷ que explotaba los yacimientos del estado de Hidalgo y, por último, la Tolteca.¹⁶⁸ En 1906 la Compañía Mexicana se integra a la Compañía Bancaria de Obras y Bienes Raíces que dominará ese ramo por el resto del Porfiriato y aún cuando en 1909 se desincorpora la producción cementera de la compañía surgiendo la Compañía Manufacturera de Cemento Portland los socios principales seguirán perteneciendo al grupo financiero-político porfiriano.¹⁶⁹ A pesar de estas compañías el consumo de cemento en el país era tal, que se tenía que seguir importando una gran parte, así como de cal, de los cuales en conjunto se tuvo que adquirir en el exterior hasta 132,000 toneladas en 1907-1908.¹⁷⁰ También en el caso del vidrio aún cuando existían cuatro fábricas de vidrio plano en el país la mayor parte, gran parte de la cual se ocupaba en edificaciones, tenía que ser importado.¹⁷¹

El asfalto también en un principio tuvo que ser importado a través de The Barber Asphalt Paving Company que estaba relacionada con una pequeña productora norteamericana que vendía el asfalto natural proveniente de Islas Trinidad, posteriormente la Standard Oil instaló la primera planta de asfalto en el país mediante su subsidiaria La Huasteca Petroleum Company. Ya para cuando se constituye la Compañía Bancaria de Obras y Bienes Raíces rápidamente ve la necesidad de establecer una planta de asfalto propia, instalándola a un costado de la planta de luz de Nonoalco comenzando a funcionar casi inmediatamente. Esta planta servía para el abastecimiento de la Compañía pero también de aquellos que sobrevivieron a su monopolio en la ciudad como el ingeniero Agustín de los Cobos y los hermanos García Cuellar.¹⁷²

¹⁶⁵ *Estadísticas económicas del Porfiriato. op. cit.*, pp. 320-321, 324 y 331. Connolly, *op. cit.*, p. y 370.

¹⁶⁶ Katzman, *op. cit.*, p. 330.

¹⁶⁷ Antecesora de Cementos Cruz Azul.

¹⁶⁸ Estando nuevamente estas compañías vinculadas con el grupo financiero político del Porfiriato contando a la vez con capitales norteamericanos. Jiménez, *op. cit.*, pp. 77-78.

¹⁶⁹ *Ibid.*, p. 84-86. Aún cuando también llegó a ser su gerente el ingeniero Manuel Marroquín y Rivera. Castillo, Carlos Martín del (coord.), *La Construcción de un país: Historia de la Ingeniería Civil Mexicana*, CICM, IPN, México, 2007, p. 102.

¹⁷⁰ *Estadísticas económicas del Porfiriato. op. cit.*, p. 319 *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia. op. cit.*, pp. 143-144.

¹⁷¹ Katzman, *op. cit.*, pp. 327 y 332-333.

¹⁷² Jiménez, *op. cit.*, pp. 75-76 y 82.

Métodos y técnicas constructivas

Aún cuando Katzman señala que el ingeniero arquitecto Mariano Téllez Pizarro fue el primero en sostener que la Ciudad de México presentaba hundimientos y en advertir de sus riesgos, no menciona cuando sucedía esto.¹⁷³ Por su parte, el hijo de Mariano, el arquitecto Adrián Téllez Pizarro nos dice que ya desde 1885 el arquitecto e ingeniero topógrafo Manuel Rincón Miranda¹⁷⁴ hablaba del hundimiento de la ciudad por lo que parece ser que, por lo menos de los datos que se conocen, Rincón sería el primero en señalarlo.¹⁷⁵ Pero sería a partir de la cuarta nivelación de la ciudad realizada entre 1897 y 1898 y del estudio del ingeniero de caminos Gabriel M. Oropeza que comienza a ser claro que el suelo de la Ciudad de México no se comportaba de manera totalmente estática, ya que mediante la comparación de las distintas nivelaciones se llegaba a la conclusión de que el hundimiento en algunos puntos de la ciudad era mayor a tres centímetros por año.¹⁷⁶

En 1899 Adrián Téllez Pizarro presentó un estudio en la Sociedad Científica Antonio Alzate acerca de los cimientos de los edificios en la Ciudad de México en el que retoma la idea del hundimiento de la ciudad, como apéndice del mismo su padre, Mariano, sostenía que con la próxima terminación del desagüe el nivel de las aguas freáticas deberían bajar lo que provocaría que los hundimientos se incrementaran.¹⁷⁷ Aún cuando no se da una mayor explicación efectivamente para 1900 los hundimientos comienzan a acelerarse provocando daños a diversos edificios.¹⁷⁸ Los asentamientos debieron de ser notables pues para 1907 “*cundió la voz de alarma de que México se hundía*” presentándose en los años siguientes una polémica en la prensa nacional algunos a favor o en contra de la idea, unos más o menos fatalistas.¹⁷⁹

Al hacerse patente el problema de los hundimientos en la ciudad se comenzó a enfocar otro con el que estaba íntimamente ligado, el de las características particulares de su suelo. De manera general, se sostenía que la mayoría del terreno se había formado a partir de material arrastrado por

¹⁷³ Katzman, *op. cit.*, p. 313.

¹⁷⁴ Profesor de aritmética, álgebra y geometría de los ingenieros arquitectos de San Carlos y posteriormente de arquitectura legal, presupuestos y avalúos en la misma escuela, miembro de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos. Ramos Lara, María de la Paz. *Formación de ingenieros en el México de siglo XIX*. UNAM. UAS. México, 2007, p. 41.

¹⁷⁵ Ya que lo más lógico es que Adrián señalará el mérito de su padre si realmente el mismo hubiera afirmado antes el hundimiento de la ciudad.

¹⁷⁶ Aún cuando anteriormente eran notadas las irregularidades presentadas en el terreno con el paso del tiempo, la gente solía opinar que las calles eran las que se elevaban (talvez por el peso de los edificios circundantes). Téllez, *op. cit.*, pp. 49-50, 54-57.

¹⁷⁷ Aún cuando sostiene que lo anterior estaba de conformidad con lo escrito por su hijo en el texto sólo se menciona de la inundación de 1629 que al anegarse y desaguarse el interior de los edificios una y otra vez y “...al abrirse paso las aguas por debajo de los cimientos de los edificios, con una corriente constante, sostenida por el efecto de los aparatos desaguadores, el terreno deleznable del piso debajo de los cimientos, era arrastrado, aumentándose así los vacíos en la tierra y con ellos los conductos de las filtraciones ...” lo que provocó mayores hundimientos decidiéndose la suspensión de los trabajos de desagüe. Lo que no podría ser aplicado en el caso del desagüe general del Valle y de la Ciudad. *Ibid*, p. 5.

¹⁷⁸ Katzman, *op. cit.*, p. 66.

¹⁷⁹ Álvarez, 1919, *op. cit.*, pp. 5-6.

las aguas o de manera artificial mediante el sistema de chinampas, encontrándose arena y tepetate en algunas zonas a diferentes profundidades pero que la capa verdaderamente sólida en la zona del centro de la ciudad se encontraba a demasiada profundidad como para ser aprovechada en las cimentaciones. Lo anterior explicaba la gran debilidad de su suelo, incluso se sostenía que el aumento de la resistencia con la profundidad no se cumplía en el caso de la Ciudad de México.¹⁸⁰

Aún cuando se conocían las teorías de Rankine, Coulomb, Boussinesq y Kourduhoff acerca de los suelos, al no adecuarse de manera óptima a las condiciones de la Ciudad de México llevaba a los ingenieros a buscar soluciones propias. Ante la falta de métodos analíticos apropiados se recomendaba realizar pruebas en el terreno para determinar su resistencia a diferentes profundidades, probando diferentes técnicas de consolidación y después de realizadas las construcciones medir sus asentamientos con el tiempo.¹⁸¹

Junto con el problema de los suelos y de los hundimientos de los edificios se empezó a prestar mayor atención a las cuestiones de estabilidad de los edificios pues muchos sufrían no sólo hundimientos sino que los mismos eran diferenciales lo que generaba fracturas e incluso su colapso. Al comenzar a aceptar el hundimiento de la Ciudad de México así como en sus edificios más que tratar de eliminarlo se buscó que los asentamientos se dieran de manera pareja por lo que se recomendaba que las cargas fueran lo más uniforme posible a lo largo de los edificios.¹⁸²

El sistema más utilizado en los cimientos de las construcciones era uno similar al que había introducido Cavallari, mediante mezcla terciada y pedacería de ladrillo apisonada sobre la cual se colocaba mampostería, el cual resultaba no sólo muy eficaz sino rápido y económico. La mayoría de los edificios particulares en los últimos cuarenta años del siglo XIX fueron asentados sobre cimientos de este tipo. Siendo algunos de los más importantes una casa realizada en 1891 por el ingeniero arquitecto Ventura Alcérreca en la calle de Patoni # 6 y el Jai Alai dirigido por el ingeniero de caminos Manuel Torres Torija en 1896.¹⁸³

En unas cuantas construcciones se siguieron usando pilotes aunque no con muy buenos resultados. No se tenía una opinión unánime acerca de su función, algunos sostenían que sólo trabajaban si se asentaban sobre una capa sólida, otros, que solamente permitían asentar el suelo y otros, que el rozamiento con el terreno no les permitía hundirse más de lo que la fuerza que han empleado las máquinas para hundirlos. Mediante esta última idea, en la construcción de la Penitenciaría del D.F. el ingeniero militar Miguel Quintana asentó pilotes de cedro mediante golpes de martinete hasta que su hundimiento fuera menor que el calculado por el peso que recibirían del edificio pero se presentaron asentamiento aún antes de terminar la construcción. También se utilizaron pilotes en la Columna de la Independencia aunque en un primer intento tuvo que desarmarse por hundimientos y desplomes volviéndose a erigir. Las malas experiencias

¹⁸⁰ El ingeniero de caminos Ángel Peimbert sostenía que “En lo que todos los constructores están ya conformes, es en que la resistencia del terreno no crece con la profundidad...” *Ibid*, pp. 166-167. Incluso se afirmaba que las capas inferiores tenían menos resistencia como sostenía, entre otros, Antonio del Castillo. Téllez, *op. cit.*, pp. 48-49, 63 y 81.

¹⁸¹ Álvarez, 1919, *op. cit.*, pp. 165-166.

¹⁸² Téllez, *op. cit.*, pp. 78-79. Como ya había propuesto anteriormente Lorenzo de la Hidalga.

¹⁸³ *Idem*, pp. 72-76.

con pilotes así como la concepción que se tenía del suelo de la Ciudad de México llevaban a los constructores a no recomendar su empleo en la misma.¹⁸⁴

Aún cuando los emparrillados de madera se seguían usando, solamente se recurre a ellos en pocos edificios como en el Hotel Humboldt construido en 1885 por el ingeniero Manuel Rincón Miranda y una casa realizada por el ingeniero de caminos Francisco Serrano en 1898. Pero en los casos en que se recurría a los emparrillados generalmente la madera se fue sustituyendo por fierro, empleándose muchas veces los rieles del ferrocarril a pesar de lo cual resultaban costosos. En 1889 en la construcción del edificio de El Palacio de Hierro los hermanos Hidalga utilizaban una capa de mampostería de piedra sobre una primera capa de piedra y pedacería de ladrillo (sumando juntas 4 metros de ancho) sobre las cuales colocaron un sistema de rieles de fierro a manera de las actuales cadenas de repartición.¹⁸⁵ La Escuela Normal de Profesores realizada por el ingeniero civil y arquitecto Antonio M. Anza también fue realizada mediante un emparrillado de fierro.¹⁸⁶ Al parecer, fue en la construcción de El Centro Mercantil (1896-1897) donde se empleó por primera vez el sistema denominado “*Chicago*” que consistía en un emparrillado de viguetas de fierro ahogado en concreto, sin poderse decir si la función del concreto era trabajar a compresión o simplemente proteger el fierro. El mismo método se utilizó en la Casa Boker (1898) realizado por la constructora norteamericana De Lemos Cordes, iniciando también en México el uso de la plataforma de cimentación, la cual consistía en una gruesa capa de cemento Portland (alrededor de dos metros) cubriendo toda la superficie a construir con el fin de transmitir el peso de manera uniforme sobre la cual se desplantaba el emparrillado de viguetas de fierro cubiertas de cemento. Construyendo la misma empresa con dicho sistema el edificio de La Mutua de cinco niveles, un sótano y ático. Otros edificios con cimentación de emparrillado metálico sobre plataforma de concreto fueron el de Correos en 1901, el Teatro Nacional en 1904, el Palacio de Comunicaciones y el Palacio Legislativo en 1905.¹⁸⁷

Durante el Porfiriato se introdujeron otros sistemas nuevos o que no habían sido practicados en México. Uno de ellos es la utilización de bóvedas inversas conocido desde el Renacimiento pero que aquí es empleado por primera vez por el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez en 1888 en la droguería de la calle del Espíritu Santo.¹⁸⁸ A pesar de sus buenos resultados no era un sistema muy recurrido dada su complejidad y costo. El arquitecto Emilio Dondé lo utilizó en la iglesia de San Felipe de Jesús así como el ingeniero civil y arquitecto Antonio M. Anza, quien al morir el ingeniero militar Quintana, en 1892, se le encargan las obras de la Penitenciaría las cuales sufrían ya graves hundimientos por lo que implementó dos acciones: aligerar el peso de la construcción y aumentar la base de sustentación. Para lo segundo recurrió a bóvedas inversas cuidadosamente realizadas para los cimientos, unas mediante losas y otras mediante ladrillos especiales con lo que logró reducir y uniformar los hundimientos.¹⁸⁹

¹⁸⁴ Téllez, *op. cit.*, pp. 58-65.

¹⁸⁵ *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia.* pp. 140 y 142.

¹⁸⁶ Téllez, *op. cit.*, pp. 67-68.

¹⁸⁷ *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, p. 288. Katzman, *op. cit.*, p. 313.

¹⁸⁸ Hoy Isabel la Católica.

¹⁸⁹ Téllez, *op. cit.*, pp. 63-65 y 69-70. Álvarez, 1919, *op. cit.*, pp. 164-165.

En 1904 el ingeniero naval Miguel Rebolledo publica en la revista *El arte y la Ciencia* un estudio comparativo entre los diferentes cimientos empleados sosteniendo las ventajas de su sistema de concreto armado sobre los demás.¹⁹⁰ Ese mismo año junto con Nicolás Mariscal realiza los cimientos de la Secretaría de Relaciones Exteriores.¹⁹¹ También, para fines del Porfiriato, se introducirá otra innovación francesa, el sistema de cimentación mediante “*pilotes*” Compresol.¹⁹² A pesar de las innovaciones y de los diferentes avances no se contaba con un procedimiento óptimo de cimentación para el suelo de la Ciudad de México lo que era sostenido aún 1919 por Manuel Francisco Álvarez.¹⁹³

Introducción de la electricidad

La introducción del alumbrado público fue uno de los servicios que mas rápidamente se expandió, utilizándose diversos sistemas hasta preferir el eléctrico. Durante el Segundo Imperio se formó la Compañía Imperial de Gas formada principalmente con capitales británicos pero asociados con algunos nacionales como Antonio Escandón, la cual sería renombrada posteriormente como Compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica pero prefiriendo el alumbrado por gas, en un primer momento, introduciéndolo en el centro de las ciudades e incluso se sabe que para 1870 se sustituían los farolas de aceite por gas en la colonia de los Arquitectos,¹⁹⁴ firmando en 1881 un contrato con el gobierno en el que se contemplaba al gas como la fuente de energía fundamental del alumbrado.¹⁹⁵

Ya desde 1879 se construyó en Guanajuato la primera planta eléctrica en el país para mover la maquinaria de una fábrica textil en León, la cual, aunque pequeña representó un paso importante.¹⁹⁶ Para 1880 algunas otras empresas incursionan en el alumbrado de la ciudad de México; la empresa de Ignacio Aguirre y hermanos introducía la iluminación mediante trementina, así como otras pequeñas compañías de alumbrado eléctrico instalándose desde 1881 los primeros focos eléctricos en la Ciudad de México.¹⁹⁷ Aún cuando para 1883 el Ayuntamiento buscaba sustituir el gas por energía eléctrica en el centro de la ciudad se entabló una discusión entre la compañía y el ayuntamiento pues la primera proponía iluminarlo por medio de 56 torres de iluminación el cual era criticado por la comisión de alumbrado del ayuntamiento (integrada por el ingeniero Manuel María Contreras y Andrés Almaraz) prefiriendo que se instalaran 600 faroles

¹⁹⁰ *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, p. 288.

¹⁹¹ *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*. pp. 285-286. Katzman, *op. cit.*, pp. 329-330.

¹⁹² Sistema patentado en Francia en 1900 que consiste en la introducción mediante martilleo de una maza de una tonelada en el terreno siendo recubierto el orificio con lodo que impide el paso de agua y el derrumbe de las paredes, posteriormente se rellena mediante rocas las cuales son consolidadas con la misma maza con lo que se forma un “*rudimentario pilote*”. Cassinello Pérez, Fernando. *Construcción. Hormigonería*. Reverté. España, 1996, p. 379.

¹⁹³ Siguiendo al ingeniero de caminos Ángel Peimbert. Álvarez, 1919, *op. cit.*, p. 106.

¹⁹⁴ Morales, 1978, *op. cit.*, p. 217.

¹⁹⁵ Rodríguez, *op. cit.*, pp. 185-188.

¹⁹⁶ Aunque no se tiene la certeza que fuera hidroeléctrica. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*. p. 136.

¹⁹⁷ Mansilla, *op. cit.*, pp. 103-104.

eléctricos, por lo que se convocaron a diversos ingenieros para que vertieran su opinión¹⁹⁸ aunque a final de cuentas no se llegó a ningún acuerdo ni se realizaron los trabajos por falta de recursos.¹⁹⁹

En 1884 se introducía alumbrado público en Guadalajara y en la Ciudad de México, en 1887 Ignacio Aguirre solicitaba al ayuntamiento se le concediera la introducción del alumbrado privado eléctrico para lo cual pedía se le permitiera instalar los postes y el cableado lo cual fue aprobado por la comisión de obras públicas de la ciudad pero posteriormente fue totalmente rechazado por el cabildo, así como poco después de su propuesta de introducir 1,450 faroles eléctricos para alumbrado público solamente se aprueban 300.²⁰⁰ Por esa época el sistema de luz eléctrica cubría la parte central de la ciudad y se comenzaba a ampliar hacia el poniente hacia las nuevas urbanizaciones mientras que el gas se mantenía en el oriente y sur de la ciudad y la trementina y el aceite en las periferias,²⁰¹ en 1891 se introducen 40 lámparas de arco entre el zócalo y la plaza de Reforma conocida como el Caballito.²⁰² Por su parte, será en 1889 cuando se empiece a introducir el alumbrado público en Mérida, Monterrey y Veracruz,²⁰³ para este año en tres ciudades del país se contaba con instalaciones de alumbrado público de gas hidrógeno, en 234 de trementina y la electricidad se estaba introduciendo en 58.²⁰⁴

Pero aún para la última década del siglo XIX la principal empresa de la Ciudad de México, la Compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica no había logrado introducir de manera generalizada la luz eléctrica, la cual se presentaba ya como la mejor opción, por lo que el ayuntamiento lanza en 1896 una convocatoria internacional para un nuevo contrato de alumbrado de la ciudad.²⁰⁵ Pero presentándose solamente dos propuestas, la de la empresa encabezada por Francisco Espinosa y la de la firma alemana Siemens y Helseke, aún cuando la primera presentó una mejor propuesta, más económica y con mayor número de luces la segunda fue la seleccionada. Por lo que Espinosa protestó que la decisión se basaba en que el ayuntamiento estaba prejuzgando sobre la capacidad de la empresa para reunir el capital suficiente para la realización de los trabajos.²⁰⁶

También en 1896 se le otorgan a la Siemens y Helseke la concesión para la generación de energía eléctrica para alumbrado particular así como fuerza motriz por lo que al parecer el reclamo de Espinosa era correcto ya que lo que se buscaba era establecer un sistema integrado de iluminación y fuerza motriz para la ciudad. La Siemens y Helseke levantó los postes y el cableado respectivo así como instaló una planta generadora termoeléctrica en Nonoalco demorando las obras catorce meses entrando en operación en febrero de 1898 pero ese mismo año el ayuntamiento buscaba ampliar el área de la ciudad que gozaba de alumbrado eléctrico firmando

¹⁹⁸ Participando Mariano Bárcena, Ángel Anguiano (como director del Observatorio Astronómico), Antonio del Castillo (como director de la ENI), Carlos Pacheco, Ramón Ibarrola, Tomás Braniff y el general Enrique Ibarrola entre otros.

¹⁹⁹ Rodríguez, *op. cit.*, pp. 185-188.

²⁰⁰ *Ibid*, 192-193.

²⁰¹ Mansilla, *op. cit.*, pp. 103-104.

²⁰² León, *op. cit.*, p.84

²⁰³ <http://www.lfc.gob.mx/historia>

²⁰⁴ Valadés, José C. *El Porfirismo. Historia de un régimen*, tomo III, UNAM. México, 1987, p. 111.

²⁰⁵ Publicándose en mas de veinte ciudades norteamericanas y europeas.

²⁰⁶ Rodríguez, *op. cit.*, pp. 195-199.

un nuevo contrato con la Siemens para cambiar la iluminación que se realizaba mediante trementina en algunas parte de la ciudad por eléctrica. Al mismo tiempo, una sociedad formada en Londres bajo el nombre de Compañía Mexicana de Electricidad adquiría los derechos de la Siemens y Helske.²⁰⁷ En 1899 se instaló el alumbrado eléctrico en el Palacio Nacional y poco después un elevador eléctrico para uso exclusivo del presidente, entre otras remodelaciones, las cuales estaban a cargo del ingeniero militar Gonzalo Garita.²⁰⁸

En 1889 se inaugura la central hidroeléctrica de Batopilas, Chihuahua, al parecer la primera del país. En 1896 comienza la construcción de la hidroeléctrica de Chapala sobre la cascada de Juanacatlán en Jalisco entrando en operación en 1901, la cual transmitiría energía a Guadalajara.²⁰⁹ En 1897 se realiza la hidroeléctrica para la fábrica de Río Blanco en Veracruz, tanto en ésta como en Chapala se requirió realizar la construcción de canales de conducción, así como de presas de derivación y de almacenamiento.²¹⁰ También se realizan plantas hidroeléctricas en Madin y Chiluca, entre otros puntos de Tlalnepantla por la Compañía Explotadora de las Fuerzas Hidroeléctricas de San Idelfonso.²¹¹ Aún antes que en éstas, en 1896 se tendió la línea de transmisión de los minerales del Real del Monte siendo la primera en América Latina. Para fines de siglo había en el país 235 plantas eléctricas, 58 para el servicio público y 167 para uso privado y mixto, principalmente para empresas mineras, la capacidad total instalada era de 31 039 kw.²¹²

En 1900 el empresario Pearson, que estaba realizando las obras en el puerto de Veracruz se asocia con el ingeniero canadiense A. E. Worswick para extender y electrificar el sistema de tranvías de Veracruz formando la primera compañía de Luz y Fuerza en el puerto.²¹³ A iniciativa de la cual, al siguiente año se organizó en Ottawa la Mexican Light and Power, integrándose también la Societé Necaxa de capital francés siendo adquirida posteriormente por la Mexican Light en 1903 así como la Compañía Mexicana de Electricidad. En 1904 la Mexican Light and Power es renombrada como Compañía de Luz y Fuerza la cual baja las tarifas para presionar a las otras empresas del ramo a vender por lo que para mayo adquiere a la Compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica así como a la Compañía Explotadora de San Idelfonso con lo que adquiere el control del sistema integrado de producción y distribución eléctrica para alumbrado público y privado así como fuerza motriz.²¹⁴

Dentro de la red eléctrica desarrollada por la Compañía de Luz y Fuerza tenía un papel fundamental la presa Necaxa, la cual tenía una de las cortinas más grandes del mundo en ese momento, a partir de la cual la empresa buscó enfocarse en la generación de energía hidroeléctrica lo que le permitió reducir los costos, para 1905 al mismo tiempo que los primeros generadores de Necaxa comenzaron a proporcionar electricidad a la Ciudad de México, la compañía anunció una

²⁰⁷ *Ibid*, pp. 199-200.

²⁰⁸ González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 305.

²⁰⁹ Constituyendo el sistema eléctrico más grande del país hasta la construcción de la hidroeléctrica de Necaxa. <http://www.lfc.gob.mx/historia>

²¹⁰ Tamayo, 1972, *op. cit.*, p. 196.

²¹¹ Rodríguez, *op. cit.*, p. 202. De la cual era accionista Limantour, Carlos San, *op. cit.*, p. 296.

²¹² León, *op. cit.*, pp.84 y 136.

²¹³ Connolly, *op. cit.*, pp. 375-376.

²¹⁴ Rodríguez, *op. cit.*, pp. 199-200.

reducción en los costos de cincuenta por ciento,²¹⁵ para el siguiente año se tenía una capacidad instalada total de 31 mil quinientos kw.²¹⁶

6.4. DESARROLLO DE LAS VÍAS DE COMUNICACIÓN

Obra pública en general y olvido de las carreteras

Aún cuando desde mediados de siglo ya se empezaba a definir conceptualmente la capacidad por parte del Estado para buscar el beneficio común mediante su intervención en obras de utilidad pública será hasta la década de 1880 cuando pueda disponer de los recursos (generalmente financiados por el extranjero) para realizar efectivamente esa política.²¹⁷ Con la renegociación de la deuda externa en 1888 México volverá ser sujeto de crédito internacional lo que le permitirá emprender las obras públicas que el país requería. Estos recursos eran solicitados directamente por el gobierno federal lo que acentuará la concentración que ya comenzaba a tener en la realización de estos trabajos.²¹⁸

De manera general, François-Xavier Guerra ha resaltado el papel creciente del Estado en la sociedad, concentrando cada vez más los recursos (que en la época iban en asenso) así como la dirección de diversas funciones que caían anteriormente dentro de la esfera municipal o estatal. Consolidando su papel como impulsor del desarrollo económico y material del país, continúa interviniendo en la construcción de ferrocarriles, puertos, colonización y telégrafos pero añade a su jurisdicción el establecimiento de la legislación minera, comercial, bancaria y de aguas.²¹⁹ De manera similar, Priscilla Connolly resalta la tendencia centralizadora del Estado en oposición a los gobiernos regionales aboliendo por fin las alcabalas así como otros impuestos locales además de que se prohibió a los gobiernos estatales contraer deuda externa, tomando el Estado una injerencia mayor en la educación, salud y salubridad así como en la obra pública la cual para la época, por su tamaño, requerirá muchas veces de financiamiento externo.²²⁰

Los capitales extranjeros eran principalmente ingleses, franceses y norteamericanos los cuales participaban de manera importante en la inversión para infraestructura la mayoría de la cual, buscando aumentar y asegurar sus ganancias, era destinada a los lugares que ya se habían consolidado como los principales puntos productivos y comerciales. Por lo que estos capitales se concentraban en los centros mineros, posteriormente los petrolíferos, en las zonas portuarias y en

²¹⁵ *Idem*, pp. 199-200.

²¹⁶ León, *op. cit.*, p.85

²¹⁷ Aún cuando como se ha apreciado la idea de obra pública y el efectivo beneficio común no siempre se cumplía prevaleciendo el interés económico.

²¹⁸ O en algunos casos por el Ayuntamiento de la ciudad de México lo que tenía el mismo resultado. Connolly, *op. cit.*, p. 62 y 74.

²¹⁹ Guerra, *op. cit.*, tomo I, pp. 303-606.

²²⁰ Connolly, *op. cit.*, pp. 69-70, 74-75. Por su parte, González de Cossio sostiene que a partir de la segunda mitad del siglo se va dando una “*tendencia de tipo federal en la realización de las obras públicas*”. González de Cossio, *op. cit.*, tomo I, p. 335.

el principal núcleo financiero y comercial del país: la ciudad de México; además de comunicar estos puntos mediante la red ferroviaria.²²¹

Así, se da no solamente un crecimiento de la edificación en el país sino también de la obra pública aunque en ambos casos se presenta una concentración de las obras en las ciudades o puntos económicamente más importantes. Desarrollándose de manera efectiva las vías de comunicación al interior del país, mediante los ferrocarriles, pero principalmente hacia el extranjero mediante los mismos ferrocarriles así como a través de los puertos con los que se enlazaron.²²² Al mismo tiempo, junto con el auge de los transportes, el comercio y el crecimiento de las ciudades se desarrollan importantes obras de saneamiento de las ciudades siendo el caso más importante, aunque no el único, el de la Ciudad de México. Aún cuando en las obras públicas y de infraestructura los salarios eran generalmente bajos generan un mercado de trabajo importante fomentando la movilidad de la mano de obra. Por ejemplo, tan sólo en el tendido y funcionamiento del Ferrocarril Central Mexicano se ocupaba una cantidad que fluctuaba entre diez mil y veinticinco mil trabajadores.²²³

A principios del Porfiriato se encuentran trabajando como directores de caminos el ingeniero arquitecto Mariano Téllez Pizarro; los ingenieros civiles Juan N. Anza (también arquitecto), los ingenieros civiles Francisco González Cosío, Faustino Navarro y Luis Córdoba; los topógrafos o agrimensores José Galan, José María Romero y Miguel Pereyra; e inclusive un ensayador, Manuel Canseco; entre otros.²²⁴ A pesar de los mismos, a diferencia de la política implementada durante la República Restaurada la cuestión carretera fue muy descuidada al llegar Díaz al poder, contrastando con el impulso dado a los ferrocarriles y a los puertos. Aún cuando todavía en el periodo de Manuel González se planeó un programa carretero complementario a los ferrocarriles, la crisis financiera que se presentó en 1884 redujo la cuestión carretera a la conservación de las ya existentes, tomando fuerza la idea que veía a los ferrocarriles como autosuficientes sin apreciar a los caminos como necesarios para el sistema en general. Tanto es así, que Riguzzi plantea que el principal problema del transporte en México en la segunda mitad del siglo XIX no era la falta de rieles, sino de caminos.²²⁵

A partir de la década de 1890, con la creación de la Secretaría de Comunicaciones se empieza a tratar de impulsar una política carretera retomando la idea de que los caminos funcionaran como subsidiarios de los ferrocarriles. En 1895 se desincorporan del control federal los caminos considerados locales o con tramos paralelos a los ferrocarriles pasando a la competencia de los estados correspondiendo a la Secretaría de Comunicaciones solamente aquellos considerados como federales. Aún cuando se otorgaron subsidios a los estados para la construcción de los caminos esta política tuvo poco éxito realizándose solamente algunos cuantos

²²¹ Mansilla, *op. cit.*, pp. 16-17 y 41.

²²² Riguzzi plantea que el enlace del centro del país con la frontera norte iba en menoscabo de las articulaciones internas regionales. Riguzzi, *op. cit.*, pp. 70-71.

²²³ Kuntz Ficker, Sandra. *Empresa extranjera y mercado interno. El ferrocarril Central Mexicano 1880-1907*. COLMEX. México, 1995, p. 122.

²²⁴ Riva Palacio, Vicente. *Memoria presentada al Congreso de la Unión por el secretario de Estado y del despacho de Fomento, Colonización, Industria y Comercio de la República Mexicana*. Imprenta de Francisco Díaz de León, México, 1877, p. 65.

²²⁵ Riguzzi, *op. cit.*, pp. 46 y 67.

caminos nuevos y el mantenimiento de otros. Por lo que de manera general la situación de los caminos prácticamente no tuvo mejorías durante la dictadura.²²⁶

Auge ferrocarrilero

En el periodo anterior y hasta la primera presidencia de Díaz hubo varios intentos por evitar el otorgamiento de concesiones ferroviarias directamente a compañías privadas mediante la construcción directa del gobierno federal o dando la concesión a los gobiernos estatales. De la primera forma se tendió una línea de 51 kilómetros entre Esperanza y Tehuacán todavía de tracción animal pero con un costo menor que las subvenciones que pagaba el gobierno a las empresas privadas. Con la otra opción, 20 estados recibieron 28 concesiones entre 1876 y 1880, de las cuales solamente en ocho hubo resultados concretos realizando 226.5 kilómetros de vía.²²⁷ Pero la mayoría del tendido de las vías había sido realizada mediante concesiones como en el caso principal de la ruta México-Veracruz lo que llevaría a este modelo a adquirir un papel predominante en la realización de ferrocarriles principalmente otorgadas a empresas de capital extranjero.

El crecimiento de las vías tendidas era constante aunque no muy rápido llegando en 1879 a 881 km y a 1,073 km en 1880,²²⁸ pero se acelerará al otorgar Díaz importantes concesiones a compañías de capital norteamericano prometiendo subsidios posteriores.²²⁹ Manuel González dará continuidad a esas negociaciones acordando la concesión de dos de las rutas más importantes del país. La primera sería para la Compañía del Ferrocarril Central Mexicano que construiría la línea México-Paso del Norte (Ciudad Juárez)²³⁰ y la segunda para la Compañía Constructora Nacional Mexicana que también enlazaría la capital mexicana con la frontera norte pero en este caso llegando a Nuevo Laredo además de que a partir de Morelia contaría con un ramal hacia Manzanillo. Una tercera concesión, la del ferrocarril de Sonora, también tendría como destino el enlace con el país vecino con la línea Guaymas-Hermosillo-Paso del Norte.²³¹

Estas concesiones, alentadas externamente por la expansión del sistema ferrocarrilero estadounidense, produjeron resultados rápidamente por lo que con ellas se inicia la etapa de mayor desarrollo ferroviario del país, siendo mayor el tendido de vías durante el gobierno de Manuel González que en cualquier periodo de Díaz.²³² En 1882 se construyeron 1,983 km, y en 1883, 1,727; máximos anuales que ya no serían superados, siendo el promedio de 1881 a 1910 de 664.6

²²⁶ González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 292-293, y tomo IV, pp. 301-304. Incluso Riguzzi plantea que con la política de dejar a los estados la competencia en los caminos éstos agravaron su situación. *Op. cit.*, p. 67.

²²⁷ Connolly, *op. cit.*, p. 85.

²²⁸ Mansilla, *op. cit.*, p. 55.

²²⁹ Dentro de los conflictos entre ambos países la firma de esas concesiones permitió que los inversionistas estadounidenses apoyaran el régimen de Díaz lo que llevaría a que la nación vecina por fin reconociera su gobierno. Katz, *op. cit.*, p. 182.

²³⁰ Que pasaría por Querétaro, Celaya, Salamanca, Irapuato, Guanajuato, Silao, León, Aguascalientes, Zacatecas y tendría un ramal hacia Guadalajara. Siendo construida por la empresa Symond y Compañía. Perló, *op. cit.*, p. 71.

²³¹ Mansilla, *op. cit.*, pp. 54-55.

²³² Perló, *op. cit.*, pp. 72-73. Kuntz, *op. cit.*, pp. 117-118.

km., por año.²³³ Si en 1880 se contaban con 1,073 km., para 1884 se habían construido 4,658 más, ya encontrándose abierta la ruta México-Paso del Norte.²³⁴ Durante este periodo de auge ferrocarrilero se establecería la conformación que marcaría la estructura general de la red nacional enfocada principalmente al exterior como ya venía haciendo la ruta México Veracruz pero ahora también con el país del norte lo que fomentaría las exportaciones de productos primarios, principalmente de origen minero. Por lo que para 1908 de los 44 ferrocarriles 21 de ellos se dedicaban al transporte de minerales y tres a negocios relacionados.²³⁵

A pesar de que generalmente los puestos de dirección eran ocupados por ingenieros extranjeros sus colegas nacionales también participaron de manera importante en estas obras. Por ejemplo, durante los dos primeros años de la construcción del Ferrocarril Central de un total de 45 ingenieros empleados 13 de ellos eran mexicanos, un número nada despreciable y que parece indicar que las compañías extranjeras no estaban tan renuentes a emplear personal mexicano como se suele pensar, siempre y cuando existiera una oferta doméstica de trabajadores calificados.²³⁶ Uno de los encargados de la construcción de la vía en esa línea fue el ingeniero civil y arquitecto Vicente Reyes.²³⁷ En el caso del Ferrocarril Nacional, el ingeniero Santiago Méndez llega incluso a desempeñarse como segundo jefe de construcción.²³⁸ Por otro lado, el ingeniero civil Roberto Gayol realizaría el trazo del ferrocarril Patzcuaro-Morelia, el estudio topográfico de esta última ciudad a Acámbaro, así como los trayectos de La Piedad de Cabadas-Guadalajara y Dolores Hidalgo-San Luis Potosí, a partir de 1882 y hasta 1885 sería director de la obra del ferrocarril Jalapa-Veracruz, en su tramo montañoso y la de Jalapa-Perote.²³⁹ Por su parte, el ingeniero arquitecto Mariano B. Soto fue inspector de ferrocarriles por más de 30 años.²⁴⁰

Incluso en el caso del Ferrocarril Hidalgo concesionado a Gabriel Mancera *El Mundo Ilustrado* enaltecía que no se solía contratar a ningún extranjero diciendo que:

*“todos sin excepción, desde el señor Mancera hasta el último de los empleados son mexicanos; el trazo y la construcción han sido hechos por ingenieros mexicanos y en el servicio de trenes, locomotoras y talleres sólo se emplean y se han empleado siempre obreros mexicanos”*²⁴¹

Lo que indica no sólo una cierta participación de los ingenieros nacionales, aunque no siempre dirigiendo sobre todo al laborar con empresas extranjeras, sino también que tenían un adecuado

²³³ González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 135.

²³⁴ Riguzzi, *op. cit.*, p. 64.

²³⁵ La introducción de los ferrocarriles contribuyó de manera importante para el resurgimiento de la minería pues abarató y facilitó el transporte de las cargas de minerales, así como permitió introducir nueva maquinaria. Ramos, 1996, *op. cit.*, pp. 147-148.

²³⁶ Riguzzi, *op. cit.*, p. 78. Aún cuando la conclusión general de Riguzzi es la contraria, argumentando precisamente la falta de ingenieros pero se enfoca principalmente a los industriales, los cuales serán muy escasos pero los civiles, entre otros, aunque no en números excesivos si representan un número importante como para poder integrarse de manera importante en estas obras.

²³⁷ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 7962.

²³⁸ Bonilla, *op. cit.*, p. 38.

²³⁹ http://www.organizacionessociales.segob.gob.mx/UAOS-Rev5/revista7_tema8.pdf. Jiménez, *op. cit.*, p. 277-278.

²⁴⁰ Álvarez, 1918, *op. cit.*, p. 53.

²⁴¹ Citado en Bazant, *op. cit.*, p. 244.

desempeño en el tendido de las vías férreas aún sin manejar la técnica que conllevaban las locomotoras, es decir, dejando de lado el aspecto industrial o mecánico. Por otra parte, conforme el Ministerio de Fomento fue desarrollando las labores de supervisión, control y mayor planeación de los ferrocarriles fue requiriendo de personal capacitado para desempeñar estas labores incorporando a diversos ingenieros y arquitectos para las mismas.

El entusiasmo y auge de los ferrocarriles así como la participación de los ingenieros nacionales no podía dejar de reflejarse en la Asociación de Ingenieros y Arquitectos encontrándose en sus anales diversos artículos sobre ellos, presentando en los de 1886 la *Memoria sobre ferrocarriles* del ingeniero civil Leandro Fernández de 1882 la cual trataba de las “*Resistencias en los ferrocarriles y compensación de las pendientes en las curvas*”²⁴² en el cual se aprecia no sólo su conocimiento de los valores normalmente utilizados para estos cálculos sino que incluso propone una fórmula propia. Sobre éste mismo tema su colega, Roberto Gayol, presenta un estudio pero para el caso específico del Ferrocarril Interoceánico (1889)²⁴³ y el ingeniero civil Julio G. Behrens otro para curvas de corto radio (1896). También participan en la discusión acerca de la conveniencia entre las vías angostas y anchas optando por las primeras.²⁴⁴ De igual forma, realizan diversos estudios y memorias sobre ferrocarriles como los datos estadísticos de 1898 de los Ferrocarriles del Distrito Federal del ingeniero arquitecto Mariano Téllez Pizarro (1899), los estudios del ingeniero de caminos Manuel Rivera acerca del Ferrocarril de Tehuantepec (1892 y 1894) y la posterior reseña del mismo por Pearson and Son traducida por el ingeniero de caminos Angel Peimbert (1906). El ingeniero civil Luis Salazar escribe en 1902 “*Los ferrocarriles y la Minería en México*” mientras que para 1907 Téllez Pizarro presenta unos apuntes históricos acerca de los ferrocarriles en México.²⁴⁵

El éxito de los ferrocarriles ligados a Norteamérica provocará varias reacciones, primeramente, para la segunda administración de Díaz tratando de compensar la hegemonía norteamericana se elevó la participación de la inversión inglesa en el ramo.²⁴⁶ Y posteriormente Limantour, en 1889, se quejaba de que en la construcción de las vías habían prevalecido los intereses de las empresas extranjeras sobre los del Estado por lo que proponía un mayor control estatal que permitiera la planificación de la red, lo que poco a poco comenzaría a hacerse realidad.²⁴⁷ González de Cosío plantea que se puede considerar la creación de la Secretaría de Comunicaciones en 1891 como el comienzo del cambio de actitud y criterios oficiales en la construcción ferrocarrilera que conducirá hacia la ley de 1898²⁴⁸ con la cual se establece una mayor injerencia federal en su planeación por lo que las concesiones se vuelven menos generosas buscando priorizar las “*necesidades económicas del país*” realizándose un primer programa de

²⁴² Cita los valores utilizados por diversos autores proponiendo una fórmula propia que permite calcular de manera aproximada la resistencia tomando en cuenta la fricción a nivel, la pendiente y la curvatura de donde obtiene la pendiente para compensación en las curvas (peralte).

²⁴³ Aunque realizado desde 1887.

²⁴⁴ Bonilla, *op. cit.*, p. 37.

²⁴⁵ *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos*.

²⁴⁶ Perló, *op. cit.*, p. 129.

²⁴⁷ Connolly, *op. cit.*, pp. 65-66.

²⁴⁸ En esos siete años se otorgaron 81 autorizaciones de construcción de vías, pocas de las cuales eran acompañadas de subsidios, aunque las mismas no produjeron ningún resultado, sin embargo, de manera general se tendieron 1,857 km. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 138.

construcción ferrocarrilera pero es comúnmente aceptado que el principal actor en el cambio de política fue Limantour.²⁴⁹

Por otra parte, después de diversas concesiones y contratos infructuosos e incluso trabajos mal realizados como el de los ingleses MacMurdo y Chandos Stanhope, los cuales prácticamente tendrán que ser rehechos siendo contratado esta vez con Pearson & Son, el ferrocarril de Tehuantepec o Interoceánico, único construido por el gobierno por medio de contratistas sin recurrir a su concesión, por fin se acercaba a su conclusión. Los numerosos problemas en su construcción así como el que la obra se tuvo que financiar mediante préstamos extranjeros elevaron notablemente su costo. Aún así al lograr terminarse será administrado como una empresa estatal teniendo como socio minoritario a la Pearson, por lo que Connolly sostiene que se le puede considerar como el “*prototipo de la empresa mixta para el aprovisionamiento de un servicio público.*”²⁵⁰

De esta forma comienza una política más nacionalista en los ferrocarriles que a principios del siglo XX cobrará mayor fuerza. Ante la precaria condición financiera de otras empresas ferroviarias y de la posibilidad de que las principales rutas de la red nacional quedaran en poder de norteamericanos en 1908 el gobierno realiza un convenio con los accionistas de las compañías ferrocarrileras extranjeras las cuales pasaron a ser parte de una misma empresa denominada Ferrocarriles Nacionales de México con participación mayoritaria del Estado. Con lo cual se nacionalizó más de la mitad de la red ferroviaria de la época, pasando a control estatal el 58 % de la misma, constando los Ferrocarriles Nacionales de México²⁵¹ además del Ferrocarril Interoceánico, el Central y el Nacional y las rutas menores propiedad de los mismos, además de que a fines del mismo año se terminaron las líneas dentro de la península de Yucatán.²⁵² Dándose, como ya venía pasando en otros sectores, una coparticipación del gobierno con las empresas extranjeras, estando involucrados algunos de los miembros de la élite política financiera de la época.²⁵³

Con el surgimiento de los Ferrocarriles Nacionales de México se buscó una mayor integración a las líneas ferrocarrileras inconexas realizadas sin un plan general y con sistemas diferentes: de vía ancha y de vía angosta, lo que dificultaba seriamente esta labor, así como elevaba los costos pues además de tener que contar con dos clases de equipos rodantes generaba frecuentes transbordos de la carga y pasajeros, al tener que pasar la mercancía de una línea a la otra.

²⁴⁹ Fijándose como principal prioridad la terminación de la red que comunicará el centro del país con el Pacífico y con el sur a partir de lo cual se establecerían las concesiones y las subvenciones Connolly, *op. cit.*, p. 66. De igual forma, a partir de 1900 el gobierno comenzó a reglamentar las tarifas y a realizar inspecciones a las distintas empresas, las cuales debieron de transportar de manera gratuita la correspondencia y permitir al gobierno el uso de sus líneas telegráficas. Los subsidios fueron reglamentados y se estableció que ninguna concesión podía durar más de 99 años después de los cuales pasaría a pertenecer a la nación. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 136-138.

²⁵⁰ Connolly, *op. cit.*, pp. 66, 76, 86 120-122 y 176.

²⁵¹ “...otro antecedente importante del sector paraestatal moderno.” *Idem*, pp. 66 y 76.

²⁵² González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 139-140. Connolly sostiene que el Estado controlaba dos terceras partes de la red. Connolly, *op. cit.*, p. 89.

²⁵³ Por ejemplo, Limantour también especulará con el surgimiento Ferrocarriles Nacionales de México comprando acciones de las empresas próximas a nacionalizarse “a precio de pánico” para revenderlas después al gobierno. Juan Victoria, *op. cit.*, p. 296.

Intentando remediar estos problemas en los dos primeros años después de su creación los Ferrocarriles Nacionales de México tendieron más de 500 kilómetros, trabajos que serían interrumpidos con la Revolución.²⁵⁴

Junto con el desarrollo de los ferrocarriles también se empiezan a introducir los tranvías para el transporte de personas en las áreas urbanas generalmente ligando la estación ferroviaria con el centro de la ciudad, entre otras rutas. La utilización de tranvías se da en las principales ciudades como México y Veracruz pero también en otras como Aguascalientes, Guanajuato, Puebla, Querétaro y Orizaba siendo generalmente “*trenes de mulitas*”.²⁵⁵ Un año después de inaugurarse la línea ferroviaria de México a Veracruz se otorga la primera concesión para la construcción y operación de tranvías, en 1874, siendo de tracción animal y a partir de 1880 las mismas se empezaron a extender por todo el puerto.²⁵⁶

En la ciudad de México, existían dos empresas de tranvías principales, la Compañía de Ferrocarriles del D. F.²⁵⁷ con 55 kilómetros y la Compañía Limitada de Tranvías por Correspondencia del D. F. con 17 km. Entre 1881 y 1882 la primera compró las concesiones de la segunda así como algunas otras constituyéndose la Compañía Limitada del Ferrocarril del Distrito la cual obtendría del Ayuntamiento otras concesiones.²⁵⁸ Siendo parte de esta empresa algunos de los políticos y financieros importantes de la ciudad como Limantour, Sebastián Camacho y Pablo Macedo.²⁵⁹

Entre 1880 y 1893 se dieron por lo menos diez concesiones para construir líneas de tranvías en la ciudad de México así como para unirla con las poblaciones aledañas como Mixcoac, Tacubaya, San Ángel y Tizapán. Pasando los ferrocarriles y tranvías de la ciudad de México de 48.9 kilómetros en 1876 a 173.4, solamente de la Compañía Limitada del Ferrocarril del Distrito, en 1890, además de 20.9 kilómetros del Ferrocarril del Valle de México de tracción de vapor.²⁶⁰ Para 1895 la Compañía Limitada adquiriría a la segunda, pero al año siguiente ambas ya unificadas son vendidas a empresarios londinenses aunque en la junta directiva permanecían mexicanos de la élite como Pablo Macedo.²⁶¹ Para fines de siglo se contaba con 600 coches de pasajeros la mayoría jalados con tracción animal siendo solamente las líneas de Tlalpan y San Ángel (ambas angostas) las únicas de vapor.²⁶²

Aún cuando ya desde 1896 en el Ayuntamiento se planteaba la electrificación de los tranvías será hasta 1898 cuando comiencen los trabajos, construyéndose también el edificio para alojar tanto a la planta eléctrica como las oficinas de la compañía. En 1900 la Compañía Limitada del Ferrocarril del D. F. arrenda el sistema a la Compañía Limitada de Tranvías Eléctricos de

²⁵⁴ González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 141.

²⁵⁵ Riguzzi, *op. cit.*, p. 63.

²⁵⁶ Connolly, *op. cit.*, p. 336.

²⁵⁷ Siendo parte de los accionistas de la empresa los herederos de Antonio Escandón.

²⁵⁸ Esta compañía sería la primera en introducir vías anchas de tracción animal absorbiendo poco después las de vía angosta tendidas por otras compañías. Mansilla, *op. cit.*, pp. 90-91.

²⁵⁹ Rodríguez, *op. cit.*, pp. 152-154.

²⁶⁰ Mansilla, *op. cit.*, pp. 90-91.

²⁶¹ Rodríguez, *op. cit.*, pp. 33-34 y 154-156.

²⁶² Perló, *op. cit.*, p. 191. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, p 130.

México,²⁶³ en la cual participaban Pablo Escandón, Joaquín Casasús y Porfirio Díaz hijo. Con esta compañía el sistema de tranvías sería modificado de fondo electrificándose once vías entre 1900 y 1901 inaugurándose el servicio en 1902 contando con 112 kilómetros de vías electrificadas alcanzando al año siguiente 264 kilómetros.²⁶⁴ Para 1907 la Compañía de Tranvías Eléctricos de México sería adquirida por la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza con lo que en la práctica se generó un monopolio que agrupaba el servicio de tranvías, el alumbrado público y la fuerza motriz del Valle de México.²⁶⁵

Renovación portuaria

Así cómo se fomentó y apoyó el desarrollo ferrocarrilero también se hizo lo propio en la cuestión portuaria durante el Porfiriato.²⁶⁶ Mediante la centralización de recursos por el gobierno federal las obras más grandes se concentraron en los puertos más importantes enfocados principalmente al comercio internacional. Esta política se apoyaba y motivaba por el enfoque hacia el exterior de la construcción ferrocarrilera pues el tren no sólo fomentó este modelo de modernización sino que lo hizo posible al transportar la maquinaria y los materiales que se requerían; así en el caso de Veracruz, permitió superar el problema tradicional de la obtención de rocas tanto para la defensa del puerto como para los diversos trabajos de edificación que se deseaban. De esta forma, las principales obras ferrocarrileras y portuarias estaban muchas veces ligadas siendo realizadas incluso por las mismas empresas. En Veracruz en 1883 la compañía del Ferrocarril Mexicano obtuvo la concesión para construir un segundo muelle metálico para la descarga de carbón en Veracruz terminado al parecer en 1886. Y posteriormente la Pearson & Son realizaría, después de la renovación del puerto, también la Terminal Ferroviaria, construyéndose además tres muelles adicionales: para el ferrocarril Mexicano, el Interoceánico y el de Alvarado, respectivamente.²⁶⁷

El Ferrocarril de Sonora iniciado en 1880 no sólo comunicara con la frontera norte sino también con los principales puertos del noreste ligando Nogales con Guaymas así como posteriormente este último puerto con el de Mazatlán en 1909. En el otro litoral del país, en 1885, la Compañía Limitada del Ferrocarril Central Mexicano comenzaba la construcción del ramal Chicalote-Tampico de 665 km., terminándolo 5 años más tarde además, también se realizaba la línea Monterrey-Tampico, con lo que se acrecentó el interés por la construcción de las obras portuarias de este puerto.²⁶⁸ Aún más marcada es la liga entre el Ferrocarril Interoceánico y los puertos que comunicaba en ambas costas, el de Coatzacoalcos (1898-1909) en Veracruz y el de

²⁶³ Registrada en Londres pero con sede en Toronto.

²⁶⁴ El responsable de la electrificación del sistema de tranvías en la ciudad de México fue el ingeniero canadiense A. E. Worswick. Mansilla, *op. cit.*, p. 93. Connolly, *op. cit.*, pp. 375-376.

²⁶⁵ Rodríguez, *op. cit.*, pp. 156-157.

²⁶⁶ González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 285.

²⁶⁷ Connolly, *op. cit.*, pp. 76, 92, 335 y 368.

²⁶⁸ León, *op. cit.*, pp.63-64.

Salina Cruz (1899-1907) en Oaxaca, siendo otorgados todos los contratos para su realización a la Pearson & Son.²⁶⁹

Aún cuando se ensayaron varias alternativas en las que intervenían particulares, tanto nacionales como extranjeros, la realización de las obras portuarias más grandes y complicadas fueron realizadas mediante contratos con empresas extranjeras, obteniendo la Pearson & Son los tres más grandes: Veracruz, Coatzacoalcos y Salina Cruz, entre 1895 y 1909. Las obras del puerto de Tampico se le dieron a la compañía inglesa Symond y Cía., constructora del Ferrocarril Central mientras que los trabajos en Manzanillo se encargaron al estadounidense Smooth. Por su parte, las obras portuarias menores normalmente eran realizadas contratando a particulares, generalmente ingenieros, tanto extranjeros como nacionales, como en la construcción de muelles, dársenas, ferrocarriles de acceso y almacenes de Acapulco, Progreso, Guaymas y Campeche. Incluso algunas obras estuvieron bajo la administración del gobierno federal, directamente de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas como, por algún tiempo, los puertos de Altata y Progreso.²⁷⁰

Poco después de iniciar su primer presidencia, en 1878, Díaz informaba que se estaban realizando obras en Manzanillo, Veracruz, Tampico y Mazatlán, aún cuando algunas se suspendieron por falta de fondos, se concluyeron otras como el muelle de Tuxpan. “*Había llegado entonces el faro de Frontera y se esperaba la estructura de hierro del de Tampico. En el puerto de Mazatlán se había terminado la torre para el faro*”²⁷¹ y en el mismo para 1882 se construían muelles, así como en la Paz. Al año siguiente, la Secretaría de Fomento contrató al general José Ceballos para la realización del muelle del puerto de Guaymas, así como al ingeniero Carlos Ramiro para el de Manzanillo. Para 1898 el rompeolas de defensa del puerto de Santa Rosalía, B.C.S., había alcanzado una extensión de cuatrocientos metros, el muelle fiscal de Frontera estaba prácticamente terminado, en Tampico continuaba la construcción del edificio aduanal así como las obras de defensa de la margen derecha del río Pánuco, en Mazatlán se continuaba la construcción de Olas Altas, se había terminado la cimentación de la baliza luminosa de la Blanquilla, en Antón Lizardo, así como el primer cuerpo de la torre del faro de Santiaguillo. Concluyéndose para fin de siglo dos muelles en la “*Isla del Carmen*” así como el de Acapulco.²⁷²

Enfocándose un poco en el caso más importante: el del puerto de Veracruz, vemos que desde principios del Porfiriato se empezó a superar la política de priorizar el aspecto militar soslayando su modernización ya que se prefería que “*hubiera lo menos posible que defender, y dejar que el inhóspito medio natural y las dificultades de comunicación actuaran como arma principal contra los posibles invasores*”²⁷³ pero al ir adquiriendo una mayor importancia económica el puerto y con él el gremio de comerciantes locales, los intereses comerciales empezaron a pesar más que los defensivos, lo que estaba acorde también con los intereses ferrocarrileros y económicos más

²⁶⁹ Firmando los contratos de los puertos en 1898 y el del ferrocarril al año siguiente. Connolly, *op. cit.*, pp. 76 y 92, 121-122. Siendo inaugurado el ferrocarril en enero de 1907 así como los puertos aún cuando éstos no estaban totalmente terminados. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 291.

²⁷⁰ Connolly, *op. cit.*, pp. 90-93.

²⁷¹ González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 285.

²⁷² *Ibid.*, pp. 285-286, 296-297.

²⁷³ Connolly, *op. cit.*, pp. 311-313.

generales.²⁷⁴ De esta forma, muchas de las iniciativas de modernización saldrían de los mismos porteños las cuales serían apoyadas por el gobierno federal.

Ya en 1878 el ensayador y agrimensor egresado del Colegio de Minería de origen porteño, Pedro Senties, que se desempeñaba como inspector de faros, presenta un proyecto para mejorar el puerto de Veracruz mediante la construcción de dos diques atrás de la fortaleza de San Juan así como dos rompeolas pero su iniciativa no prosperó, ni tampoco la del exoficial de la armada española, Ángel Ortiz Monasterio, aún cuando para 1880 su proyecto era estudiado por los porteños. Para ese momento el Ayuntamiento y diversos miembros prominentes empezaron a presionar al gobierno federal para el mejoramiento del puerto alcanzando un acuerdo para 1881 firmando un contrato el oficial mayor de la Secretaría de Fomento, Manuel Fernández Leal (originario de Jalapa) en representación del Ejecutivo Federal con el Ayuntamiento de Veracruz autorizando a este último a realizar las obras mediante impuestos adicionales al comercio exterior, las obras podrían contratarse a particulares o compañías y serían inspeccionadas por aquella secretaría. No solamente las dos figuras anteriores tenían vínculos geográficos con Veracruz, el mismo ministro de Hacienda durante 1881 era Francisco Landero y Cos, importante comerciante de origen porteño que había llegado incluso a gobernador del estado, lo que seguramente facilitó las negociaciones con el gobierno federal.²⁷⁵

A la vez que se trabajaba en dicho convenio, el Ayuntamiento de Veracruz le propone al ingeniero norteamericano James Eads, apreciado por sus puentes y obras portuarias en el río Misisipi, reconocer y formar un proyecto y presupuesto de las obras necesarias para el mejoramiento y ampliación del puerto, quien acepta en abril de 1881.²⁷⁶ Pero para mayo, al acercarse la “*estación del Vomito*”, sostenía que no había podido conseguir ingenieros dispuestos a ir a Veracruz a levantar el plano hidrográfico, indispensable para planificar las obras, por lo que dejaba en manos del Ayuntamiento conseguirlos en el mismo puerto. Aún cuando en Veracruz tampoco abundaban los ingenieros y los que había estaban laborando en las obras ferrocarrileras el Ayuntamiento encontró a Luis Villaseñor, un porteño que había estudiado en la Escuela de Ingenieros, graduándose de ensayador en 1877 y estando avanzado en la carrera de ingeniería civil, quien al parecer se encontraba en el puerto recién restablecido de una enfermedad, a quien comisionó el levantamiento hidrográfico.²⁷⁷

Los trabajos, según el proyecto de Eads, se iniciaron con gran pompa en 1882 pero para el siguiente año se traspasarían a la empresa francesa Buette, Caze y Cía, representada por el ingeniero Thiers quien propuso algunas modificaciones las cuales, después de revisadas por una comisión integrada por Pedro Senties y otros dos egresados de la Escuela de Ingenieros, José María Velázquez y Leandro Fernández, ambos ingenieros civiles, y por Vicente Méndez, fueron aprobadas firmándose un nuevo contrato entre la Secretaría de Fomento y la Buette en 1884. Durante ese año y el siguiente las obras progresaron muy lentamente y para 1886 se suspendieron

²⁷⁴ *Ibid*, pp. 321-323.

²⁷⁵ *Idem*, pp. 330-332.

²⁷⁶ Acordando que Eads nombraría los ingenieros para hacer el reconocimiento aceptando también a un ingeniero designado por el gobierno. *Diario Oficial del Supremo Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos*. 25 de abril de 1881. p. 1.

²⁷⁷ Connolly, *op. cit.*, pp. 332-333.

debido a la quiebra de uno de los socios del contratista. Para principios de 1887 el cabildo y la Cámara de Comercio de Veracruz nombraron una comisión para que gestionara la continuación de las obras ante Díaz, celebrándose un nuevo contrato ahora con el ingeniero de Jalapa Agustín Cerdán.²⁷⁸

Cerdán logró terminar gran parte del dique pero el cierre del “*canal del norte*” provocó de manera inesperada el azolve del puerto por lo que se suspendieron las obras y posteriormente la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas comisionó al ingeniero civil mexicano Emilio Lavit²⁷⁹ para que realizará un nuevo proyecto integral del puerto el cual sería más complejo que los anteriores requiriendo mayores recursos técnicos y económicos. La realización de la obra fue contratada en abril de 1895 con la constructora de Pearson quien ya tenía bastante experiencia en trabajos portuarios, siendo dirigidas por el ingeniero John Body. La empresa cumplió con lo pactado por lo que para principios de 1902 el presidente acompañado de ministros y gobernadores inauguró formalmente el nuevo puerto.²⁸⁰

En las obras portuarias se involucran los ingenieros no sólo de manera individual sino a través de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México la cual presenta en sus Anales diversos artículos acerca de las mismas, principalmente del puerto de Veracruz como el realizado por el inspector de las obras, el ingeniero civil Luis E. Villaseñor en 1889, el del ingeniero civil Miguel Ángel de Quevedo de 1892 y el del ingeniero de caminos Mateo Rojas Zúñiga en 1906. El ingeniero Elmer L. Corthell narra el caso de las obras de Tampico, artículo traducido por el ingeniero de caminos José Covarrubias aparecido en 1897²⁸¹ así como un reporte de las obras del puerto de Santa Rosalía realizado por la Secretaría de Comunicaciones.²⁸²

6.5. REALIZACIÓN DE LAS PRINCIPALES OBRAS HIDRÁULICAS DEL PAÍS

Conclusión de las obras del Desagüe del Valle de México

Con la llegada de Díaz al poder, son retomados los trabajos del desagüe del Valle de México siendo reintegrado como su director Francisco de Garay a quien se encomendó la organización del personal, colaborando con él el ingeniero civil Mateo Plowes, el ingeniero arquitecto José Iglesias, el ingeniero de minas Luis Espinosa y Eduardo Sagredo, laborando también en los trabajos complementarios otros dos ingenieros civiles Ignacio Ceballos y Luis Salazar.²⁸³ Aún cuando no se trabajaba en el canal principal, mediante el apoyo económico del Ministerio de Fomento, se realizaron algunas composturas en canales, se construyeron puentes sobre el río Consulado así como el Canal Nacional de Oriente, el cual formaba parte del sistema de

²⁷⁸ *Ibid*, pp. 334-335.

²⁷⁹ Egresado de la Escuela de Ingenieros en 1877.

²⁸⁰ Connolly, *op. cit.*, pp. 335-342.

²⁸¹ Como ya se dijo las obras se le dieron a la compañía inglesa Symond y Cia., por lo que también aparece la discusión de las mismas en el Instituto de Ingenieros Civiles de Londres.

²⁸² *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*.

²⁸³ *Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos*. 10 de marzo de 1877 y 19 de septiembre de 1877. Riva Palacio, *op. cit.*, p. 367.

canalización anexo al proyecto de desagüe de Garay, trabajándose en el extenso tramo de Chalco a Tepexpan pasando por Texcoco a cargo de Mateo Plowes.²⁸⁴

Contando con el apoyo del ministro de Fomento, Vicente Riva Palacio, poco después Garay es nombrado representante de México ante un congreso internacional en París para discutir la posibilidad de abrir un canal interoceánico.²⁸⁵ Pero mientras Garay está en Europa, Riva Palacio, por presiones políticas, renuncia al ministerio y al no designarse sustituto quedó al frente del mismo Manuel Fernández Leal quien le pidió al ingeniero Espinosa, quien se había quedado como director interino de las obras del desagüe, realizara un dictamen sobre las mismas. Espinosa criticó duramente el proyecto del ausente presentando un proyecto propio, el cual, a pesar de ser muy similar al de Garay, pretendiendo reducir los costos, introducía algunas reformas importantes: cambiaba la ruta del túnel para desembocar en la barranca de Acatlan²⁸⁶ atravesando montañas más bajas por lo que argumentaba que las lumbreras serían menos largas, reduciendo costos, a la vez que en sus cálculos utilizó el volumen de lluvias medio y no el máximo como en el proyecto original con lo que reducía la capacidad del sistema.²⁸⁷

Al regresar Garay criticó el proyecto de Espinosa sosteniendo que tan sólo reducía el riesgo de inundación pero no lo eliminaba, ya que no resistiría si se presentaba una precipitación como la máxima histórica conocida, también el cambio de ruta no era adecuada pues a pesar de ser más bajas las lumbreras tenía un mayor número de las mismas incrementando sus costos y sus inconvenientes, como sostendría posteriormente el ingeniero belga Leon Derote al ser llamado por el gobierno para que realizará un estudio de los trabajos.²⁸⁸ Pero a pesar de sus deficiencias y aún cuando Garay continuaría como director del Desagüe, por razones de economía es adoptado el proyecto de Espinosa.²⁸⁹

Todavía Garay es ratificado por el gobierno de Manuel González como director de las obras del desagüe pero ante la falta de recursos y, tal vez, por la preferencia del proyecto de Espinosa recurre a buscar fuentes alternativas para costearla siendo el primero en plantear que una empresa privada podría realizarlas. Así, presenta una oferta a nombre de la empresa Symond y Cia., al gobierno para realizar las obras “*sin costo ninguno para la nación*” pues se le concedían a la compañía los terrenos desecados y se le permitiría cobrar por derechos de navegación y riego. Sus gestiones resultaron infructuosas ya que el contrato no llegó a formalizarse “*por que no fue posible cumplimentar las exigencias de altos personajes políticos*” como él mismo dice. Aún cuando su idea es retomada en 1881 al celebrar el gobierno un contrato con Antonio Mier y Celis

²⁸⁴ Perló, *op. cit.*, pp. 64-66.

²⁸⁵ Proponiendo la conveniencia de la ruta por Tehuantepec en vez de la de Panamá, demostrando, a la vez, la imposibilidad de construir un canal en este último sin esclusas como demostrarían posteriormente los hechos. Garay *op. cit.*, p. 17.

²⁸⁶ Como años atrás también había propuesto el ingeniero Miguel iglesias. Ver *supra* Primeros pasos en la realización del desagüe del Valle de México.

²⁸⁷ Pasando de los 35 metro cúbicos propuestos por Garay a 27, incluso Adrián Garay sostiene que Espinosa había calculado una salida de solamente 17.5 aunque el túnel trabajando a boca llena podía desalojar 22 metros cúbicos por segundo. Perló, *op. cit.*, p. 68. Garay, *op. cit.*, p. 22.

²⁸⁸ EN 1881 Derote criticaba que “*la substitución del trazo por Acatlán, en vez de por Ametlac, ha tenido la doble desventaja de originar mayores gastos para obtener un desemboque menos bueno*”. *Ibid.*, p. 14.

²⁸⁹ *Ibid.*, p. 17. Perló, *op. cit.*, pp. 64-68.

para realizar los trabajos pero con unas condiciones demasiado favorables a la empresa, como el mismo Garay criticaba.²⁹⁰

Al cerrarse el contrato, la Dirección del Desagüe del Valle es suprimida pero a pesar de las condiciones convenientes a la empresa la misma ni siquiera llegó a constituirse. Por lo que para 1882 la administración de las obras pasa nuevamente a manos del gobierno pero realizando cambios importantes en su dirección ya que no es nombrado Garay sino Luis Espinosa mismo que continuaría en el cargo por largo tiempo, aunque en un principio, en lo que quedaba del periodo de González, solamente se realizaron obras de mantenimiento.²⁹¹

Será con la consolidación de Díaz en el poder, a partir de que se inicia su segundo periodo presidencial y con él su reelección indefinida en 1884, cuando comience a impulsarse seriamente la obra del desagüe.²⁹² Surgiendo desde el Ayuntamiento de la ciudad de México una propuesta para financiar las obras, proponiendo también la formación de una “*Junta especial de propietarios*” por lo que para principios de 1886 se crea la Junta Directiva del Desagüe del Valle de México quien se encargaría de la administración y vigilancia de los trabajos quedando a cargo de la Secretaría de Fomento la parte técnica del proyecto la cual usualmente actuaba en controversias técnicas mediante comisiones especiales. En la Junta Directiva del Desagüe se integraron miembros de la élite política y económica de la ciudad formando parte de ella algunas de las principales autoridades del ayuntamiento como el general Pedro Rincón Gallardo y Francisco Somera, así como Limantour y Pablo Macedo, siendo incorporados posteriormente (1899-1900) el ingeniero civil Fiacro Quijano y el ingeniero Manuel María Contreras.²⁹³

Espinosa fue ratificado como director interino pero, a la vez, se publicó una convocatoria para la realización de las obras presentándose cuatro propuestas siendo solamente una nacional la cual fue desechada por que no cumplía con las condiciones de la convocatoria. La norteamericana Bucyrus Construction Co., formuló una propuesta en la que se reducían las dimensiones del canal por lo que se designó una comisión para que diera su opinión la cual estaba compuesta por los ingenieros civiles Roberto Gayol, Leandro Fernández y el arquitecto Manuel Gargollo los cuales colaborarían en otros casos de controversias técnicas.²⁹⁴ La comisión apoyó los cálculos de Espinosa en contra de los de la Compañía norteamericana Bucyrus que reducía aún más el canal. Al final sólo quedó una nueva propuesta de esa compañía para la excavación del Gran Canal con la cual, en junio de 1887, se celebró el primer contrato de la Junta con una empresa extranjera, la cual comenzaría los trabajos a principios de 1888.²⁹⁵

Al mismo tiempo, se seguía laborando en las obras con múltiples problemas entre la dirección de Espinosa y la Junta ya que ésta no veía avances acordes con los recursos asignados, la

²⁹⁰ *Idem*, pp. 71-72.

²⁹¹ *Ibid*, p. 71.

²⁹² Mansilla, *op. cit.*, p. 93.

²⁹³ Perló, *op. cit.*, pp. 92-93.

²⁹⁴ Como en 1888 así como Leandro Fernández solamente en 1889. Por lo que se presenta no sólo el desplazamiento de Francisco de Garay por Espinosa sino también de la comisión técnica que había colaborado junto con él en las controversias de 1871, o sea, Santiago Méndez y Ángel Anguiano recurriéndose a nuevos ingenieros. *Ibid*, pp. 101 y 110.

²⁹⁵ *Idem*, pp. 99-104.

insatisfacción con los trabajos fue tal que la Junta empezó a gestionar los servicios de un ingeniero europeo, arribando en enero de 1888 Leon Derote, director de puentes y calzadas de Bélgica. Por su parte, Francisco de Garay alejado de la política recurría a la prensa para criticar las obras que se estaban realizando. Derote criticó fuertemente, tanto el proyecto de Espinosa como la organización de la obra, a la vez que halagaba la propuesta de Garay, proponiendo algunas reformas constructivas en el túnel. Pero Espinosa presentó un alegato en el que atacaba las propuestas de Derote, resolviéndose, una vez más, la controversia en una comisión²⁹⁶ la cual falló a favor de Espinosa con lo cual se proseguirían las obras de acuerdo a su proyecto.²⁹⁷

Para 1889 se contrata con la inglesa Read & Campbell la construcción de los túneles de Tequixquiac y Zumpango,²⁹⁸ a la vez, se realiza un concurso para la licitación del Gran Canal, el cual sería financiado mediante un préstamo de origen inglés, en parte por lo cual fue seleccionada la oferta de la compañía inglesa Pearson & Son, pesando también la intención de Díaz de hacer un contrapeso a la creciente influencia de los inversionistas norteamericanos. Sin descartar la labor de gestoría y promoción de la propuesta de Pearson y de sus intereses realizada por algunos miembros de la élite de la ciudad como Joaquín Casasús, Guillermo de Landa y Escandón, y Sebastián Camacho; trabajos por los que recibirían importantes gratificaciones posteriormente.²⁹⁹ Para la construcción del Gran Canal la Pearson & Son utilizó cinco dragas, las más grandes del mundo para la época las cuales fueron fabricadas en Inglaterra y ensambladas hasta San Cristóbal Ecatepec. A partir de su participación en la construcción del Gran Canal la Pearson & Son se convertiría en el principal constructor de obras públicas en México, Luis Espinosa sería reubicado como inspector en jefe de las obras colaborando con él el ingeniero de caminos Isidro Díaz Lombardo.³⁰⁰

Debido a los problemas que enfrentaba la Read & Campbell para la realización del túnel de Tequixquiac para 1892 se firma un nuevo contrato en el que la empresa quedaba sujeta a la dirección de la Junta la cual mejora la administración y la logística constructiva acelerando el ritmo de trabajo por lo que para 1894 estaba próximo a terminarse.³⁰¹ Pero faltaba la realización de la excavación que uniría al túnel con el canal, obra que se peleaban tanto la Pearson como la Read & Campbell. La propuesta de ésta última fue presentada en asociación con Luis Espinosa la cual fue seleccionada a pesar del claro conflicto de intereses pues no se podía ser a la vez contratista e inspector de obras por lo que la Junta la condicionó a que la inspección quedara a cargo del ingeniero Díaz Lombardo.³⁰²

Después de diversas complicaciones y varias promesas de terminación el 15 de septiembre de 1899 se abrieron las compuertas de San Lázaro que ligaban el drenaje interno con el desagüe general, mientras que la inauguración general del Canal del Desagüe se realizó el 17 de marzo de

²⁹⁶ Formada nuevamente por los mismos integrantes.

²⁹⁷ *Ibidem*, pp. 104-110.

²⁹⁸ Debido a las complicaciones para realizar este último se optó en 1891 por sustituirlo por un canal.

²⁹⁹ Rodríguez, *op. cit.*, pp. 148-149.

³⁰⁰ Perló, *op. cit.*, pp. 103-104, 122-129, 136-137.

³⁰¹ Anteriormente la Read & Campbell procedía abriendo y revistiendo las galerías al mismo tiempo en vez de priorizar la primera para obtener un desagüe natural como se procedió posteriormente.

³⁰² *Idem*, pp. 175-177.

1900. Nuevamente para el centenario de la Independencia las obras del desagüe del Valle vuelven a reinaugurarse pues se habían concluido las obras de revestimiento y embellecimiento.³⁰³ También se había requerido la construcción de 23 puentes,³⁰⁴ cinco para acueductos (cuatro de mampostería y uno de fierro), cuatro puentes ferrocarrileros de fierro y el resto para caminos. El costo total de las obras se elevó de los 3.5 millones presupuestados por Espinosa a 16 millones,³⁰⁵ incrementándose aún más debido al financiamiento, teniendo que pagar el gobierno solamente de éste más de 19 millones.³⁰⁶

Realización del sistema de saneamiento de la Ciudad de México

Junto con el desarrollo del desagüe del Valle también se comenzó a buscar dar una solución al drenaje interno de la Ciudad de México la cual, a pesar de su expansión y del crecimiento de su población, aún para fines de siglo no había renovado sus servicios urbanos. Para 1885 Sam B. Knight³⁰⁷ proponía al Ayuntamiento la introducción de bombas para que junto con un sistema de compuertas lograran no sólo desalojar las aguas negras sino también desazolvar las atarjeas mediante una corriente continua proveniente de Balbuena.³⁰⁸ Las bombas trabajarían solamente en la noche utilizando en el día la fuerza de las máquinas de vapor para generar luz eléctrica.³⁰⁹ Su proyecto fue discutido en varias sesiones de la Asociación de ingenieros y Arquitectos en las que participaron entre otros los ingenieros civiles Francisco de Garay, Leandro Fernández, el ingeniero de minas Luis Espinosa, los ingenieros arquitectos Francisco P. Vera, Manuel Francisco Álvarez, Ricardo Orozco, y el arquitecto Manuel Gargollo y Parra; estando presente en las mismas el presidente del Ayuntamiento Manuel María Contreras para poder tomar una decisión con base en las diversas ideas expresadas. Vera sostenía que las empresas de ferrocarriles urbanos serían los mayores beneficiados al estar obligadas a realizar el desazolvo de las calles que ocupan.³¹⁰ Pero la crítica principal provino de Garay quien demostró que el proyecto de Knight era tanto inoperante como incosteable.³¹¹

³⁰³ *Ibid*, pp. 228, 232 y 250.

³⁰⁴ “*Obras de arte*” como se les solía denominar.

³⁰⁵ Garay, *op. cit.*, pp. 20 y 34.

³⁰⁶ Perló, *op. cit.*, p. 187. Garay había calculado que su proyecto constaría alrededor de diez millones. Garay, *op. cit.*, p. 35.

³⁰⁷ Quien era el gerente de la compañía de alumbrado de la ciudad.

³⁰⁸ Sistema similar al que operaba en Londres.

³⁰⁹ Lo que obviamente se ajustaba a sus intereses.

³¹⁰ El contrato celebrado en 1883 establecía que era obligación de la empresa la limpia de atarjeas y el mantenimiento de entrevías. Para 1900 la compañía quedó liberada de esta obligación pero tendría que pagarle una cantidad al ayuntamiento por estos trabajos. Rodríguez, *op. cit.*, pp. 168-169.

³¹¹ Sostenía que más que un proyecto de desagüe se buscaba solamente aprovechar los motores de la luz eléctrica para desazolvar las atarjeas y recordó que, como en el caso de las máquinas que se introdujeron en San Lázaro para desalojar las aguas, las mismas regresarían a su nivel al parar de trabajar la maquinaria pues la permeabilidad del terreno permitía el regreso de las aguas. *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*. Oficina tipográfica de la Secretaría de Fomento. 1886. Mansilla, *op. cit.*, p. 171.

En vista de que se requería un mejor proyecto en este caso el ayuntamiento optó no por sacar un concurso sino que se lo encargó directamente al ingeniero civil Roberto Gayol³¹² en 1888 por lo que en los siguientes tres años recorrió diversas ciudades norteamericanas estudiando sus sistemas de drenaje presentando su *Proyecto de desagüe y saneamiento de la ciudad de México* en 1891³¹³ el cual estaría ligado al sistema del desagüe general del Valle. Aún cuando a finales de ese mismo año es sometido a la opinión de Luis Espinosa, quien lo aprobó en su totalidad con algunas ligeras modificaciones su aplicación se retrasó pues posteriormente Ricardo Orozco también propondría un proyecto propio, el cual, al ser revisado se concluyó que era imposible de realizar. Será hasta 1895 cuando se nombre una comisión para hacer las modificaciones propuestas por Espinosa, formada por este último, Manuel María Contreras y Leandro Fernández. Con las cuales ese mismo año es aprobado el proyecto de Gayol por el ayuntamiento y al siguiente por Díaz.³¹⁴

En abril de 1896 se formó la Junta Directiva de Saneamiento de la ciudad de México copiando no sólo el esquema administrativo del desagüe sino que la mayoría de sus miembros serían los mismos, incorporando a algunos otros como Leandro Fernández, Santiago Méndez, Manuel María Contreras y Gabriel Mancera.³¹⁵ Ese mismo año se publicó una convocatoria para conseguir la maquinaria que se encargaría de limpiar las atarjeas recibiendo varias propuestas y decidiéndose por la norteamericana Holly Manufacturing Co. A principios de 1897 comenzaron los trabajos administrados por la Junta Directiva con la dirección técnica de Gayol, se logró avanzar en algunos colectores, principalmente en el sur, el cual se conectó con las bombas de San Lázaro. Pero, posteriormente, al parecer por problemas financieros se optó por contratar los servicios de la empresa francesa de Lettelier & Vezin en 1898 con la cual se aceleró el ritmo de los trabajos. A pesar de la entrada de esta compañía en 1899 se nombra a Gayol director general de las obras recibiendo también ese año la maquinaria para el desazolve de las atarjeas de la Holly.³¹⁶

Se avanzó rápidamente en los colectores pero los mismos tenían que conectarse con el Desagüe General por lo que dependían de la terminación del mismo por lo que lo que se comenzó a presionar para su terminación. Para 1899 ya se encontraban listas las compuertas que ligaban las obras del drenaje interior con el Desagüe del Valle, se habían terminado la mitad de los colectores (8,483 m) y concluido las atarjeas laterales (7,519 m). En abril de 1902 los franceses entregaron los trabajos contratados, encargándose directamente la Junta Directiva de los restantes, siendo oficialmente concluidas e inauguradas las obras en marzo de 1903. Estando conformadas por más de 19,731 m de colectores de ladrillo, 108,175 m de atarjeas y alcantarillado de barro, 21,752 m de tubería de fierro de diferentes diámetros, 91,752 m de albañales de casas particulares y agua

³¹² Gayol había sido profesor de Mecánica de las construcciones en la Escuela de Ingenieros y al momento de presentar su proyecto, en 1891 lo era también de la ahora llamada Teoría Mecánica de las construcciones. Ramos, 1996, *op. cit.*, pp. 202-205.

³¹³ El cual aparece en los *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México* de 1892.

³¹⁴ Mansilla, *op. cit.*, p. 172. Perló, *op. cit.*, pp. 192, 197 y 223.

³¹⁵ Estos dos últimos también formarían parte de la Junta del Desagüe pero hasta 1899. *Ibid*, p. 224.

³¹⁶ Mansilla, *op. cit.*, pp. 177-178.

pluvial de tubo de barro de 15 cm de diámetro. Pero a pesar de estos importantes logros una gran parte de la ciudad quedó excluida de este nuevo sistema de desagüe y saneamiento.³¹⁷

A pesar de la importancia de los trabajos realizados para el mejoramiento sanitario de la Ciudad de México los índices de salud y de mortalidad no registraron una mejora significativa. El drenaje interno de la ciudad no llegaba la totalidad de la misma dejando de lado los barrios más humildes. El crecimiento demográfico de principios del siglo XX también generaba la saturación del sistema lo que junto con su limitada capacidad provocó que las inundaciones no se eliminaran por completo. Si en 1890 y 1895 se tenía la altísima tasa de mortalidad de 51.5 y 43.8 por mil respectivamente con los trabajos de saneamiento aún cuando se reduce esa cifra sigue siendo muy elevada. Uno de los diagnósticos más contundentes de esta situación es el presentado por el ingeniero civil Alberto J. Pani quien en 1915 compara las condiciones de salud de la Ciudad de México con otras ciudades de un número de población semejante, principalmente a partir de sus tasas de mortalidad, concluyendo que dicho índice en la capital mexicana (42.3 por cada mil habitantes) no solamente era cerca del triple de las ciudades americanas y casi dos veces y media mayor que las europeas sino que era incluso mayor que el de ciudades africanas y asiáticas sosteniendo que la Ciudad de México era “...seguramente, la ciudad más insalubre del mundo”.³¹⁸ Aún tomando en cuenta que las cifras pueden estar infladas debido a un subregistro en los censos y a la inmigración que elevaba el número de defunciones en la ciudad la tasa seguiría estando elevada aunque no a los niveles mencionados.³¹⁹

Introducción de la red de agua potable de la Ciudad de México

Aunque el entubamiento de agua se había comenzado desde 1852 con la sustitución de los primeros arcos del acueducto de la Tlaxpana los altos costos y las múltiples dificultades para importar la tubería de Inglaterra retrasarán su funcionamiento hasta 1889. Incluso se termina primero el entubamiento del acueducto de Guadalupe hasta la garita de Peralvillo. Se puede considerar esta primera época de entubamiento como de experimentación en la que el sistema tenía varias fallas pues se trabajó con tuberías de diferente material y diámetro lo que dificultó sus conexiones y propició en las mismas fugas. A la vez, el sistema no tenía la suficiente presión para hacer llegar el agua hasta las azoteas aún cuando el Ayuntamiento afirmaba que sí, por lo que comenzó a cobrar el agua más cara a partir de 1893. Para el cambio de siglo ya se hacía llegar el agua a los depósitos de las azoteas pero mediante bombas manuales por lo que con las mismas solamente algunos se beneficiaban dejando a otros sin el líquido. Estos primeros intentos de introducción de agua entubada no se realizaron de manera homogénea sino que beneficiaron a las colonias de la clase media como la de los Arquitectos, Barroso y Santa María e incluso algunas que apenas se estaban colonizando como la Roma y la Condesa (valorizando las mismas) antes que en las colonias de mayor densidad y pobreza del centro y nororiente de la ciudad las cuales se siguieron abasteciendo de fuentes públicas.

Para 1885 en las discusiones de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos el ingeniero civil Leandro Fernández decía que la dotación diaria de agua por habitante rondaba entre 60 a 80 litros

³¹⁷ *Ibid*, p. 179. Perló, *op. cit.*, pp. 225, 227 y 252.

³¹⁸ Citado en Perló, *op. cit.*, pp. 252-255 y 260-261.

³¹⁹ Siendo aproximadamente de 36 por mil para 1900. Rodríguez, *op. cit.*, pp. 86 y 95.

y con las obras que se estaban realizando se aumentaría a 100 mientras que Manuel Francisco Álvarez sostenía que alcanzaba los 250 litros.³²⁰ Para el cambio de siglo, del total de sus fuentes la ciudad contaba con 770 lt/s de los cuales 150 provenían del Desierto de los Leones y de Santa Fe, 220 de Chapultepec, 400 del Río Hondo más los de los pozos artesianos que ya llegaban a 1070 con un volumen promedio de 51 m³/día.³²¹ A pesar del crecimiento de la ciudad será hasta 1900 cuando el ayuntamiento le encarga al ingeniero civil Manuel Marroquín y Rivera³²² resolver el problema de dotación de agua potable de la ciudad quien realizara un estudio con el ingeniero civil Carlos Daza colaborando con ellos otros ingenieros civiles egresados de la ENI.³²³ En 1901 presentan un proyecto proponiendo una dotación de 400 litros diarios por habitante así como una red para una población de 485,000 habitantes, más que suficiente para la época.³²⁴

Como había sucedido en los casos del desagüe del Valle y del interno de la ciudad también se crea, aunque varios años después, una Junta Directiva de Provisión de Aguas Potables en 1903, nuevamente integrada en su mayoría por los mismos personajes importantes que en las anteriores como Limantour y Leandro Fernández quien en ese momento se desempeñaba como secretario de Comunicaciones y Obras Públicas, y se incorporaron algunos nuevos como al topógrafo e ingeniero geógrafo Guillermo Beltrán y Puga así como al ingeniero de minas y topógrafo Andrés Aldasoro. Decidiéndose traer el caudal requerido de los manantiales de Xochimilco para lo cual se requerían hacer los trabajos de captación necesarios, un acueducto cerrado, plantas de bombeo, depósitos en el Molino del Rey así como una red de tuberías.³²⁵

Las obras no se iniciarían sino hasta 1905 cuando se comienza el acueducto principal y al siguiente año los trabajos se concentran en el manantial de Nativitas, el cual comunicaría mediante el primero con la planta de bombeo de Nativitas iniciada en 1908 cuando se estaban concluyendo las plantas de captación y bombeo de la Noria, Nativitas y Santa Cruz por lo que ese mismo año se empezó a mandar a la ciudad el agua proveniente de los manantiales de la Noria. Ya en 1907 se habían comenzado los depósitos del Molino del Rey concluidos a principios de 1909 cuando se iniciaba la construcción de una galería subterránea en la parte central de la ciudad concluida en 1910.³²⁶ En ese año, dentro de las festividades del centenario se inauguran en

³²⁰ *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*. Oficina tipográfica de la Secretaría de Fomento. 1886.

³²¹ Suficiente para cien habitantes, como el número de habitantes por casa no excedía de 44, aquellas casas que contaban con un pozo eran autosuficientes.

³²² Quien como titular de la Comisión Hidrológica del Valle de México había realizado estudios de los manantiales de Xochimilco en 1898. Desempeñándose también como profesor de vías fluviales y obras hidráulicas de la ENI. Ramos, 1996, *op. cit.*, p. 205. Bazant, *op. cit.*, pp. 242-243.

³²³ Manuel Jiménez Cinta, Octavio Dubois, Jorge Fernández, Alfredo Alvarado, Ventura García y Leopoldo Aguayo, y posteriormente el topógrafo Joaquín Santaella, así como los ingenieros civiles Lorenzo Pérez Castro y Nicolás Duran.

³²⁴ Para 1910 la población de la ciudad llegará a 471,066 personas.

³²⁵ Por su parte el ingeniero William Mackenzie presentaría otro proyecto para captar las aguas del río Lerma del cual prácticamente no se sabe nada pero es importante ya que presenta la opción que se realizaría 40 años mas tarde. Marroquín y Rivera, Manuel. *Proyecto de abastecimiento y distribución de aguas potables para la Ciudad de México. Presentado al Honorable Ayuntamiento de la misma*. Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, México, 1901, p. 3, 44, 67, 95, 118-119. Mansilla, *op. cit.*, pp. 109 y 184.

³²⁶ *Ibid*, pp. 185 y 196. Perló, *op. cit.*, p. 245.

septiembre las estaciones de bombeo de Condesa y Nativitas³²⁷ en las cuales colaboró ya el ingeniero civil Alberto J. Pani.³²⁸

Será hasta después del Porfiriato cuando se logren concluir los trabajos, de hecho, la instalación de la nueva red de tuberías se empezó hasta 1911 siendo terminadas las obras hasta 1913. A diferencia del desagüe del valle y de la ciudad en este caso no se requirió contratar a una empresa extranjera siendo los trabajos realizados directamente por la Junta Directiva aunque la gran mayoría de los materiales sí fueron importados requiriendo más de 30,000 toneladas de tubería de fierro fundido. Con la nueva red por primera vez el agua se envía a presión además de que se introduce un sistema de llaves de compuertas en los extremos de los tubos maestros, con lo que no era necesario suprimir el servicio para composturas o mantenimiento. Además se mejoró la calidad del agua al mandarla por conductos cerrados en lugar de acueductos a cielo abierto.³²⁹

Obras hidráulicas y de saneamiento en general

De manera general, dentro de los trabajos de urbanización de las ciudades, no sólo se mejoraron sus calles y vías de comunicación y se introdujo la luz eléctrica sino que también se realizaron obras de saneamiento y de abastecimiento de agua potable. Estas cuestiones habían estado relegadas a lo largo del siglo XIX siendo hasta que estaba a punto de terminar cuando se empieza a buscar darles una solución. Aún cuando para 1898 se habían realizado en 18 ciudades obras de drenaje y en 42 de entubamiento de agua³³⁰ las mismas eran aún muy modestas siendo hasta el cambio de siglo cuando se empiezan a proyectar y realizar trabajos más ambiciosos en ambos casos, creándose redes completas.

Al encargarse el gobierno federal de los puertos principales también se hace cargo de los trabajos de saneamiento y agua potable lo que facilita su realización pues hay una mayor disponibilidad de recursos ya que los estados carecían de la opción al crédito internacional por lo que en un principio las obras de saneamiento se harán solamente en aquellas ciudades (con la única excepción de Guadalajara), en las que el gobierno federal interviene directamente: la Ciudad de México y los puertos como Veracruz, Tampico y Mazatlán.³³¹

También facilita las obras el estar ya desempeñándose en los puertos empresas extranjeras por lo que muchas veces se contrata a las mismas para que realicen los trabajos de la red de drenaje y agua potable. En el caso de Veracruz, para fines de siglo, al estar trabajando la Pearson & Son en las obras del puerto, fácilmente se pudieron extender los trabajos para la introducción de agua potable y drenaje, encontrándose desde 1898 pagos por estos conceptos pero será hasta 1901 cuando se firme un contrato específico para los mismos, siendo concluidos en febrero de 1904 realizándose magnas celebraciones como había sucedido en el caso de la conclusión del puerto.

³²⁷ González, Luis, *op. cit.*, p. 999.

³²⁸ Titulado de la ENI en 1902 y que para fines del Porfiriato ya ocupa la cátedra de vías fluviales en la misma escuela. AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 8, exp. 22.

³²⁹ Mansilla, *op. cit.*, pp. 188-189 y 196. Perló, *op. cit.*, p. 245.

³³⁰ Valadés, *op. cit.*, p. 111.

³³¹ Connolly, *op. cit.*, pp. 76 y 96.

De igual forma, en los puertos de Coatzacoalcos y Salina Cruz los trabajos portuarios realizados por la Pearson se extenderán al saneamiento y dotación de agua, introduciendo también esta compañía el sistema de drenaje de Mazatlán.³³²

En 1901 se contrató al estadounidense Aston Chanler para que realizara las obras de saneamiento del puerto de Tampico. Al año siguiente, como parte de un amplio programa de saneamiento de Guadalajara, se entubó el río de San Juan y se introdujo un sistema de distribución de aguas potable en toda la ciudad. En Puebla, sería entre 1907 y 1910 cuando se realicen las obras de saneamiento y de introducción de agua potable y poco después en Monterrey a cargo de la Stocker & Walker. Ante la falta de recursos los ayuntamientos de algunas ciudades tuvieron que emitir bonos de plata entre 1898 y 1910 para financiar obras de saneamiento y pavimentación como en Guadalajara, Chihuahua, Durango, Puebla, Oaxaca y en la Ciudad de México.³³³ El ingeniero Roberto Gayol quien planificó y realizó el sistema de desagüe interno de la ciudad de México hizo proyectos similares en las ciudades de Puebla, Aguascalientes, Oaxaca, Morelia, Torreón y Durango.³³⁴

Junto con los trabajos portuarios, de saneamiento y de agua potable se realizarán otras obras hidráulicas importantes pues dentro del apoyo que el Porfiriato daba a los grandes latifundistas y empresas colonizadoras estaba el fomentar diversas obras de riego e hidráulicas que requerían. Así, se realizó la desecación de la Ciénega de Chapala proyectada por el ingeniero civil Manuel Marroquín y Rivera,³³⁵ la construcción del canal Álamos en el Valle de Mexicali, la derivación de aguas del río Yaqui, por la Compañía Richardson y la desecación de la Ciénega de Zacapu en Michoacán, estado en el que también se realizaron obras de riego en las haciendas de Lombardía y Nueva Italia, así como se hicieron obras de regadío en el Valle de Tula.³³⁶ El mismo Francisco de Garay al separarse de la dirección del Desagüe del Valle es comisionado para hacer un estudio del río Usumacinta.³³⁷

Debido a los problemas que se presentaban por la apropiación de las aguas del río Nazas en 1887 se formó una comisión buscando proporcionar una base "*científica, razonada y demostrable*" que permitiera una distribución equitativa del líquido. La cual estaba integrada por representantes de los gobiernos de Durango y Coahuila así como del Ministerio de Fomento entre los que se encontraban el ingeniero civil Leopoldo Zamora, el topógrafo e ingeniero de minas Carlos Medina, ambos egresados del Colegio de Minería, quienes realizaron diversos estudios en la región. También fue nombrada una comisión exclusiva de la Secretaría de Fomento integrada por los ingenieros Leandro Fernández, Roberto Gayol y Manuel María Contreras.³³⁸ A pesar de los conflictos se realizaba el proyecto para la construcción de una presa en la región.³³⁹ El ingeniero civil Manuel Marroquín y Rivera proyectó la presa del Cuije en Zacatecas que sería

³³² *Ibid*, pp. 94-96 y 343-344.

³³³ *Idem*, pp. 93-95 y 117.

³³⁴ http://www.organizacionessociales.segob.gob.mx/UAOS-Rev5/revista7_tema8.pdf

³³⁵ Ayala, *op. cit.*, p. 136.

³³⁶ Tamayo, 1972, *op. cit.*, p. 196.

³³⁷ Perló, *op. cit.*, p. 71.

³³⁸ <http://www.iih.unam.mx/moderna/ehmc/ehmc24/293.html#rnf33>

³³⁹ González de Cosío, *op. cit.*, tomo IV, p. 296-297.

construida por el ingeniero civil Alberto J. Pani. En 1895 el gobierno firma un contrato con los hermanos españoles Remigio e Iñigo Noriega para la desecación del lago de Chalco buscando canalizar sus aguas para aprovechar los nuevos terrenos, siendo las obras dirigidas por el ingeniero civil Roberto Gayol.³⁴⁰ Mientras que para fines del Porfiriato el ingeniero de caminos Ángel García Lascurain realizó el proyecto para la presa Requena, de tierra con corazón de arcilla, para el río Tepeji en Hidalgo.³⁴¹

Siendo también en la Asociación de Ingenieros y Arquitectos donde se presentaban y discutían propuestas para la realización de estas obras como en el caso del desagüe y desazolve de las atarjeas de la Ciudad de México que fueron decisivas en el criterio del ayuntamiento de no aceptar el proyecto de Sam Knight encargando uno directamente a Roberto Gayol el cual también aparecería en los anales en 1892. La importancia dada por la Asociación al problema del desagüe se aprecia en los múltiples artículos publicados sobre el mismo colaborando con estudios Leandro Fernández junto con Luis Espinosa y Eduardo Liceaga (1898), así como el ingeniero civil Luis Salazar (1903) y la Comisión Hidrográfica (1907).

En 1892 se publica una discusión acerca de la ventilación de atarjeas y albañales entre el ingeniero arquitecto Ángel Anguiano y Roberto Gayol quien tenía el mayor número de artículos sobre la materia: un estudio sobre la resistencia de tuberías de plomo (1892), un informe sobre un sistema de saneamiento por medio de cloruros electrizados³⁴² y en 1896 tanto unas reflexiones al Código Sanitario como un estudio sobre la potencia necesaria de las bombas capaces no solo de drenar sino de desazolvar las atarjeas de la Ciudad de México. En 1892 el ingeniero arquitecto Mariano Téllez Pizarro exponía algunas observaciones acerca de la “*Higiene de las habitaciones*”, mientras que para 1903 el ingeniero civil Felipe B. Noriega presenta su “*Proyecto de Desagüe y Saneamiento de la Ciudad de Guadalupe Hidalgo, Distrito Federal*” y en 1907 el ingeniero topógrafo Aurelio Leyva escribe sobre... “*El saneamiento en las poblaciones situadas al sur de la ciudad de México...*” También se estudia el caso de la desecación del lago de Texcoco (1896) y se escribe acerca de diversas experiencias ejemplares como la desecación del lago Fucino en Italia, y el saneamiento de París y Berlín (1886). Se presenta el cálculo de la sección más favorable en un canal trapezoidal (1886) así como un informe sobre los levantamientos realizados en diversos lugares del gran canal del desagüe del Valle de México en el cual participa el ingeniero civil Juan N. Anza (1892).

Para el cambio de siglo en los anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos encontramos algunas reflexiones en torno a embalses como el proyecto de la presa internacional del Río Bravo presentado por el ingeniero de caminos Alberto Flores en 1897, para 1907 el ingeniero topógrafo Javier Díaz Lombardo escribe acerca de las obras de Necaxa y para 1909 aparece un estudio sobre las presas de tierra.³⁴³ Incluso en 1908 Luis Felipe Murguía se titula con la memoria de las obras hidroeléctricas del río Lerma realizadas por el ingeniero civil egresado de la escuela Luis Ugarte.³⁴⁴

³⁴⁰ Jiménez, *op. cit.*, p. 97. [http://www.organizacionessociales.segob.gob.mx/UAOS-Rev5/revista7_tema8 .pdf](http://www.organizacionessociales.segob.gob.mx/UAOS-Rev5/revista7_tema8.pdf)

³⁴¹ La cual no sería iniciada por el mismo sino hasta 1919 y concluida hasta 1926. Tamayo, 1972, *op. cit.*, p. 198.

³⁴² El cual es presentado al Ayuntamiento de la ciudad de México.

³⁴³ *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*.

³⁴⁴ Biblioteca Histórica del Palacio de Minería.

VII. CONCLUSIONES

A lo largo del siglo XIX México sufrirá cambios importantes que lo llevarán desde su surgimiento como nación independiente hasta su consolidación como país, no sin atravesar diversos conflictos tanto internos como externos. Este proceso general va a repercutir en nuestro objeto de estudio: la ingeniería civil, en las dos vertientes analizadas, su introducción dentro de los estudios superiores así como en el desempeño profesional de los ingenieros civiles. Presentándose coincidencias en ambos casos que desde un principio tratamos de enmarcar mediante nuestra periodización y que después de analizar las particularidades de las distintas áreas en las que llegan a participar los ingenieros civiles nos permite ahora tratar de ofrecer una caracterización general.

7.1 INTRODUCCIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL EN MÉXICO

Primeras propuestas frustradas

A comienzos de la nación independiente, a pesar de que se presentan algunas iniciativas de reformas tanto económicas como educativas, los continuos conflictos así como la escasez de recursos no permitirán su efectiva realización. Aún cuando desde este momento se empieza a observar la importancia de la educación no sólo como base para el desarrollo nacional sino también como fuerza modeladora de la mentalidad de la sociedad proponiendo tanto liberales como conservadores reformas de acuerdo a su visión particular pero las mismas presentarán diferencias importantes lo que junto con los continuos cambios de gobierno no permitirá continuidad en las reformas propuestas.

Ante la falta de una política nacional tanto económica como educativa los esfuerzos que encontramos en éste periodo se dan principalmente a nivel regional, muchas veces vinculados a intereses locales; a la vez que los conflictos armados así como la necesidad de tratar de defender la soberanía nacional lleva a que los aspectos militares repercutan en áreas no estrictamente castrenses, adquiriendo una mayor prioridad el establecimiento de una educación militar, instituyéndose no sólo el Colegio Militar sino también un Cuerpo de Ingenieros militares. De esta forma, en el México independiente antes que la creación de una ingeniería enfocada a la construcción no bélica primero se establecería la formación de ingenieros militares.¹

También prevalecen los intereses gremiales, en especial uno de los más importantes desde la Nueva España: el de los mineros. Diferenciándose liberales y conservadores no solamente en lo tocante a la educación laica sino también en que estos últimos buscaran conservar la influencia de los poderes corporativos en la educación. Así, desde esta época encontramos el conflicto en torno a la idea de convertir el Colegio de Minería en una escuela dependiente del gobierno y que ofreciera una formación de ingeniería en general, más allá del enfoque puramente minero.

¹ Como había sucedido, aunque en un contexto muy diferente, en diferentes países de Europa.

Desde la década de 1830 encontramos las primeras propuestas de reformas educativas siendo en 1833 cuando se plantea por primera vez la introducción de la carrera de ingeniería civil, es decir, solamente cuatro años después de que se estableciera por primera vez en Francia, así como la superación del aspecto gremial del Colegio de Minería, pero apenas se estaban realizando los cambios necesarios cuando un giro conservador en el gobierno echó abajo estas y otras reformas liberales. Aún cuando posteriormente si se lograrán otras reformas, las mismas no lograrán superar totalmente el enfoque minero de la escuela, pretendiendo vincularla en 1843 no solamente con estas riquezas sino de manera general con los recursos naturales y el reconocimiento del país, introduciendo carreras como geógrafo, naturalista y agrimensor. Pero el peso del gremio minero en el colegio permanecerá ya que era quien lo sostenía. Por su parte, la carrera de ingeniero civil no se volverá a proponer durante éste periodo.

Por el lado de la arquitectura, la situación de la Academia de San Carlos se había tornado complicada con la Independencia, y aún cuando comenzaría a superar su estancamiento al otorgársele la administración de una lotería, en el caso particular de la carrera de Arquitectura no logrará todavía mejorar su condición. A pesar de que su plan se reformaría en 1847 contando con materias matemáticas como cálculo y geometría descriptiva, y unas pocas enfocadas más directamente a la construcción, como mecánica de las construcciones y estereotomía, de manera general, tanto la formación técnica como la artística eran deficientes, además de que el número de egresados continuará siendo muy reducido.

De esta forma, durante éste periodo no se logra introducir una formación de ingeniería enfocada a la construcción civil por lo que aquellos mexicanos que deseaban estudiar ingeniería civil u otra carrera afín, tendrán que realizar sus estudios en el extranjero, opción accesible para muy pocos. Las escuelas preferidas eran las europeas, donde se formarían los primeros ingenieros civiles mexicanos, como ejemplos principales tenemos a Francisco de Garay quien estudio en Francia así como Juan Manuel Bustillo y Francisco Somera formados en España, destacando que los tres eran originarios de Jalapa y los dos últimos, familiares entre sí. También algunos arquitectos optaron por estudiar en escuelas europeas pero en este caso para perfeccionar sus conocimientos siendo de resaltar que la mayoría además de haber cursado en la Academia de San Carlos también lo había hecho en el Colegio Militar.

Introducción de estudios de ingeniería civil

Para mediados de siglo, aún cuando los conflictos políticos y armados continúan, aparecen ciertas coincidencias en algunos aspectos particulares en torno a la nación que se deseaba. De manera generalizada, comienza a manifestarse la idea de promover el desarrollo material del país, lo que se materializará en la creación del Ministerio de Fomento el cual continuará durante los cambios de gobierno subsecuentes.² A la par, surge una política de desarrollo nacional ampliando y definiendo la competencia del Estado en estas cuestiones buscando generar una planeación integral y superar los enfoques regionales así como una cierta continuidad más allá de los cambios políticos y de los conflictos del país.

² Aún cuando de 1861 a 1867 se fusiona con el de Justicia e Instrucción Pública.

Junto con la idea de fomentar el desarrollo material del país y de la conceptualización de las obras públicas se presenta también la cuestión de quienes serían los profesionales adecuados para realizar esta labor. Planteándose en diversos sectores la conveniencia de contar con ingenieros civiles capaces de encargarse de *“las mejoras materiales”* que el país estaba requiriendo,³ por lo que con el surgimiento de una política de progreso material la formación de ingenieros civiles cobró fuerza ya que la necesidad de los mismos se hacía sentir *“... a cada paso en todas las empresas de importancia, públicas o particulares que se proyectan en nuestro país...”*⁴ así como para las labores encomendadas al nuevo Ministerio de Fomento *“impidiendo esta falta la ejecución de alguna obra de utilidad”*.⁵

A diferencia del periodo anterior en que las propuestas liberales serían anuladas por los conservadores y las realizadas por éstos no abarcaban esta carrera, con el paso a la segunda mitad del siglo XIX la introducción de la ingeniería civil parece ser un deseo generalizado.⁶ De esta forma, a pesar de las descalificaciones mutuas y de los intereses encontrados para este momento no encontramos voces que se opongan a la introducción de estudios de ingeniería civil promoviendo su creación tanto liberales como Antonio del Castillo, como Joaquín Velázquez de León (cercano a Santa Anna y a los conservadores) e incluso Maximiliano. Pero el problema para su introducción además de los frecuentes conflictos políticos seguiría siendo la oposición del gremio minero a la transformación del Colegio de Minería.⁷ Siendo representativo el caso de Velázquez de León quien, a pesar de manifestar la necesidad de contar con ingenieros civiles e impulsar la creación de la carrera en la Academia de San Carlos, renuncia a la dirección del Colegio de Minería durante el Segundo Imperio como protesta al intentar darle un giro politécnico.

Si en un primer momento no logra introducirse la ingeniería civil en el Colegio de Minería la necesidad de la carrera lleva incluso a proponerla en otras instituciones educativas. En la Escuela de Agricultura se propone crear ingeniería de puentes y calzadas en 1856, lo cual no fructifica. Siendo en la Academia de San Carlos donde por primera vez se logren introducir estudios profesionales de ingeniería civil en el país. Desde mediados de siglo se buscaba impulsar la renovación de la educación arquitectónica ofrecida en la escuela intentando conseguir un catedrático con una formación completa en Europa comenzando a plantear la opción de impartir también ingeniería civil. Logrando que acepte la dirección de arquitectura el profesor de la Academia de Milán, Javier Cavallari, quien retoma los trabajos de reestructuración de la arquitectura así como de la introducción de la carrera de ingeniería civil. Pero posteriormente, tal vez debido a la similitud que tenían ambos planes de estudios se optó por conjuntarlas en una sola

³ Proyecto presentado por Antonio del Castillo al Congreso General. Cámara de diputados, 1851.

⁴ Dictamen de la comisión de instrucción pública de la Cámara de Diputados sobre la propuesta de Antonio del Castillo.

⁵ Carta del Ministro de Fomento Joaquín Velázquez de León proponiendo la creación de la carrera en 1855.

⁶ A la vez que se comienza a introducir la carrera de maestro de obras en la Academia de San Carlos.

⁷ Desde mediados de siglo se comenzaba a discutir acerca del Fondo de Minería que el gremio minero otorgaba a la escuela así como la administración de ésta y del Tribunal de Minería, principalmente en el sentido del predominio del gremio o del gobierno en éstas cuestiones.

carrera, la de ingeniero civil y arquitecto o ingeniero arquitecto que comenzó a impartirse en 1857.

En la nueva carrera se integra la formación estética de la arquitectura con la técnica constructiva enfocada a la creación de infraestructura como caminos y ferrocarriles, así como puentes y obras hidráulicas, siendo la primera vez que se imparten estos conocimientos fuera del ámbito militar en la nación, de igual forma, se incorpora la topografía y estudios geológicos y mineralógicos enfocados a los materiales de construcción. Esta amplitud de miras lleva a que la carrera no sea impartida solamente en la Academia de San Carlos sino que se tomen algunas materias en el Colegio de Minería e incluso en la Escuela de Medicina superando la división de la enseñanza de aquel tiempo, ofreciendo una formación más rica de lo que cada escuela por separado podría ofrecer. A pesar de la intervención francesa la nueva carrera continuará con resultados que no había obtenido anteriormente la arquitectura de manera independiente aumentando tanto su nivel como su número de egresados, titulándose treinta y tres alumnos de 1860 a 1868.

Aún cuando durante el Segundo Imperio se buscará reformar el Colegio de Minería para transformarlo en Escuela Politécnica introduciendo la formación de ingenieros civiles e ingenieros mecánicos, las modificaciones, en parte debido a la oposición de los mineros, avanzarán lentamente introduciendo unas pocas materias siendo de construcción solamente una, no logrando consolidarse las nuevas carreras cuando se presenta la caída del régimen.

Con la restauración de la República se realiza una reforma educativa general que integrará a las diferentes escuelas en un proyecto integral buscando abarcar los diferentes aspectos del conocimiento moderno por lo que cada una se enfocará en un campo del saber. En el caso del Colegio de Minería por fin logrará superar de manera radical su enfoque minero desapareciendo el Fondo Dotal de Minería, pasando a depender del gobierno y a ocuparse de las diferentes ramas de la ingeniería.⁸ A pesar de la importancia de las reformas, por lo menos para el caso de la ahora llamada Escuela de Ingenieros y de la ingeniería civil en particular, más que una ruptura o revolución en las ideas en torno a la educación que se deseaba, el logro verdadero de la reforma de 1867 es la posibilidad de llevar a la práctica exitosamente la reestructuración de los planes de estudios largamente acariciados.⁹ Siendo el caso de la reestructuración del Colegio de Minería un ejemplo de la consolidación del régimen liberal y de la superación de los poderes grupales y gremiales en general.

⁸ Aún cuando el concepto de ingeniero en general se había venido desarrollando tanto en los ambientes académicos como profesionales sería con el paso a la segunda mitad del siglo XIX cuando la ingeniería comience a consolidarse. Ya en 1843 se establece el término de ingeniería en una carrera desligada de la milicia con la ingeniería de minas en el Colegio de Minería, donde para 1858 ya son llamadas así la mayoría de las carreras impartidas, lo que sería reforzado con la Intervención Francesa durante la cual se buscaba que todos los estudios profesionales prácticos fueran impartidos mediante ingenierías. Pero será finalmente con la República Restaurada cuando las ingenierías logren consolidarse al crearse una escuela especial para estas carreras.

⁹ Encontrando varias propuestas anteriores en este sentido, en 1861 e incluso durante el Segundo Imperio, lo que ha llevado a plantear alguna influencia de éste en las reformas posteriores, pero, sin descartar la misma, la similitud de planes parece indicar la existencia no sólo de unas necesidades comunes sino también de un enfoque compartido de la educación que se estaba requiriendo.

Al agrupar las distintas ramas de la ingeniería, la nueva escuela será la encargada de impartir la ingeniería civil, separándola de la arquitectura, lográndose establecer por primera vez como carrera independiente. La ingeniería civil se llevaría consigo algunas materias arquitectónicas así como aquellas más ligadas a la infraestructura por las cuales se distinguirá hasta el Porfiriato; la de puentes, canales y obras en los puertos que será impartida por uno de los primeros ingenieros civiles nacionales y experto en el problema del desagüe del Valle de México: Francisco de Garay. Así como la de caminos comunes y ferrocarriles que será llevada con todo y su profesor, el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez. También continúa la preocupación por dotar de unas buenas bases matemáticas a los alumnos¹⁰ estableciendo poco después un ciclo de matemáticas superiores. De igual forma, se siguen fomentando las prácticas como parte importante de la formación de los ingenieros civiles tanto en obras gubernamentales como en los ferrocarriles tendidos por diversas empresas.¹¹

Se aprecia cierta continuidad entre la carrera de ingeniero arquitecto y la de ingeniería civil no sólo en la similitud de ciertas materias sino también en la apreciación que los alumnos tenían de ambas carreras como complementarias por lo que aún después de su separación algunos arquitectos pasan a estudiar en la Escuela de Ingenieros los cursos de infraestructura que veían como complemento a su formación.¹²

Aún cuando desde 1870 encontramos al primer graduado de ingeniería civil, la nueva carrera no logrará consolidarse en un principio siendo muy bajo su número de egresados. Aún en el supuesto de que algunos alumnos opten por solamente adquirir los conocimientos prácticos sin llegar a titularse es de notar que los egresados no igualan al número de la anterior carrera de ingeniero arquitecto. Aún más complicada será la situación de la arquitectura con la separación de la ingeniería civil lo que llevará a proponer retornarla a su calidad de ingeniero arquitecto, tardando todavía en definirse como carrera independiente, alternando en este periodo su denominación entre ingeniero arquitecto y arquitecto solamente. Será hasta fines del siglo XIX, en 1897, cuando se decreta la desaparición de la carrera de ingeniero arquitecto estableciéndose definitivamente la de arquitectura, la cual comenzará a diferenciarse de manera más tajante de la ingeniería civil (más allá de las materias de infraestructura) al enfocarse principalmente en cuestiones estéticas. Por su parte, la carrera de maestro de obras es suprimida de la Escuela de Bellas Artes en 1877 por considerarla imperfecta y no estética para estar en dicha escuela.

Como desde un principio se había planteado y se comprobará después, era más práctico y económico integrar la carrera de ingeniería civil a alguna escuela ya establecida que crear una nueva especial para la formación de ingenieros civiles.¹³ Al actuar de esta manera, es decir, al integrar la nueva carrera en escuelas que ya tenían un cuadro de materias establecidas importante, aún cuando se introduce un plan de estudios particular con cátedras exclusivas para ingeniería

¹⁰ Lo que ya se apreciaba en la carrera de ingeniero arquitecto.

¹¹ Como se ha visto, desde mediados de siglo XIX los aspectos prácticos habían adquirido mayor importancia en el Colegio de Minería al crearse la Escuela Práctica de Minas.

¹² Por lo que prácticamente tenían la misma formación que los ingenieros arquitectos.

¹³ Así se procederá al incorporándola a la arquitectura así como posteriormente en el Colegio de Minería, ampliando el abanico de las carreras ofrecidas en el mismo, lo que se intentará aún durante el Segundo Imperio a pesar de la idea de establecer escuelas especiales.

civil se retoman muchas de las materias que ya se venían impartiendo. Por lo que en un principio a los planes de estudios de carreras ya establecidas se integran algunas materias de ingeniería civil pero sin formar un cuadro de cursos totalmente específicos para la nueva carrera. Lo que se apreciará en el tronco común que al poco tiempo surge en la Escuela de Ingenieros así como en la similitud que aún tendría la arquitectura con la ingeniería civil.

Poco después de que se separaran ambas carreras se crea la Asociación de Ingenieros y Arquitectos la cual se proponía fomentar los conocimientos de éstas profesiones para consolidar las mismas así como contribuir al desarrollo nacional por lo que participará en diversas discusiones técnicas. Aunque conformada en su mayoría por ingenieros-arquitectos, tendrá como primer director a un ingeniero civil, Francisco de Garay, y en puestos importantes a algunos de los maestros de la nueva carrera de ingeniería civil. Lo que nos habla de la relación entre ambas carreras así como con la asociación y de la importancia que los ingenieros tendrán en la misma. Ya desde su instalación se aprecia una mayor tendencia a asumirse como ingenieros que como arquitectos, lo cual se incrementa en 1876 cuando se amplía, aceptando no solo civiles sino egresados de cualquier ingeniería.

Consolidación de la carrera de Ingeniería civil

Durante el Porfiriato la carrera de ingeniería civil presentará algunos cambios pero también continuidades importantes. Además de las buenas bases matemáticas que ya se ofrecían, los cursos físicos, principalmente mecánicos, se van desarrollando dividiéndose en varias cátedras¹⁴ o surgiendo otras nuevas.¹⁵ Posteriormente se aplicaban estos conocimientos en el caso de las edificaciones,¹⁶ al mismo tiempo que se estudiaban procedimientos de construcción práctica tanto en la clase de mecánica de las construcciones como en las enfocadas a infraestructura, surgiendo en 1902 una clase específica de procedimientos de construcción.¹⁷ A la vez, en 1897 se establece una cátedra de hidráulica (la cual ya había sido planteada desde el surgimiento de la carrera de ingeniería civil) agregándosele una parte de aplicaciones en 1902.

Además de su preocupación por la estabilidad y resistencia de las construcciones los estudios de ingeniería civil continuarían distinguiéndose por su vinculación con las materias enfocadas a la creación de infraestructura lo que llevará incluso a cambiar el nombre de la carrera en 1883 por el de Ingeniero de caminos, puertos y canales. Para 1897 vuelve a ser denominada ingeniería civil pero modificando ahora el nombre de las materias de infraestructura, convirtiendo puentes, canales y obras en los puertos en vías de comunicación fluviales y obras hidráulicas de toda especie mientras que caminos comunes y ferrocarriles es denominada vías de comunicación terrestres. La importancia de estos cursos continúa, dividiéndose en tres para 1903 las cuales serían carreteras, ferrocarriles y puentes.

¹⁴ Al dividirse mecánica analítica y aplicada en 1897.

¹⁵ Como física matemática en 1897.

¹⁶ Principalmente en mecánica de las construcciones la cual se transformaría en 1897 en estabilidad de las construcciones, la cual abarcaba para 1902 tanto métodos analíticos como gráficos.

¹⁷ En la cual también se veía resistencia de materiales.

Se le sigue dando gran importancia a la parte práctica de la formación de los ingenieros, en general, y de los civiles en particular. Además de las prácticas anuales que desde un inicio se pedían a partir de 1883 se establecen otras, durante y al final de cada año. Y aún cuando las prácticas anuales de ingeniería civil no solían realizarse¹⁸ el requisito de las finales si era indispensable, teniendo con algunos planes una duración de un año lo que ofrecía a los estudiantes una buena incorporación al medio laboral. La mayoría de los alumnos optaba por realizar sus prácticas finales en obras ferroviarias, otros en trabajos hidráulicos (principalmente en el puerto de Veracruz) e incluso algunos en el extranjero. Estas preferencias se reflejarán también en los trabajos de titulación siendo la mayoría de las tesis sobre trabajos hidráulicos, ocupando el segundo puesto en los temas las obras ferrocarrileras.

Además de la consolidación de la formación física y matemática, de los aspectos mecánicos y de construcción práctica de las edificaciones así como de las ligadas a las obras de infraestructura abarcando un mayor número de materias, también se presentan algunas propuestas de reformas con menor suerte. Durante la última década del siglo XIX se da una larga discusión acerca no sólo de los planes de estudios sino desde las carreras que deberían impartirse en la Escuela Nacional de Ingenieros, presentándose ideas muy diversas en torno a las modificaciones que debían realizarse. La variedad de ideas, y la dificultad para llegar a un consenso demuestra que, más allá de las continuidades ya mencionadas, había otras propuestas para renovar la ingeniería civil que no llegaban a alcanzar un consenso.¹⁹

De esta forma, se presentan algunas reformas o propuestas que son desechadas posteriormente que van desde el nombre de la carrera hasta la creación de algunas materias o la introducción de algunos temas en las mismas. Los estudios de aspectos legales de la construcción que ya se impartían en la carrera de ingeniero arquitecto desaparecerán al surgir ingeniería civil. Aún cuando en 1869 los profesores de la carrera de ingeniería civil propondrían su introducción así como en 1892 la de legislación de ferrocarriles, de caminos y de construcciones, será hasta las reformas de 1897 cuando se retomen los estudios legales aunque más enfocados a las cuestiones de hidro y agrimensura, al crearse la cátedra de legislación de tierra y aguas, la cual desaparece en 1902 al introducirse elementos de derecho pero, al parecer, con un carácter más general.

Ya desde la creación de la carrera de Ingeniería civil se buscaba introducir el estudio de los suelos o terrenos, así como posteriormente de ingeniería sanitaria pero, aún cuando se llegaron a establecer por pequeños periodos y a darse una parte de estos temas en otras cátedras, no logran consolidarse como cursos específicos. Junto con la creación de ingenierías ligadas a la industria y a la electricidad también se intentó incorporar aplicaciones de la electricidad a diversas carreras, entre ellas a la ingeniería civil, pero así como sucedió con aquellas carreras estas materias tampoco tendrán mucho éxito. Por su parte, a pesar de las posturas que manifestaban la necesidad de contar con un gabinete de resistencia de materiales, su establecimiento atravesará muchos contratiempos, desapareciendo incluso la cátedra del plan de ingeniero civil de 1897 a 1902.

¹⁸ Aunque si se realizaban las de topografía, mineralogía y geología.

¹⁹ Por ejemplo, las reformas de 1897 surgen de la mano conciliatoria de Díaz (quien retoma ideas de las diferentes propuestas así como cambios que ya se venían realizando en la práctica) más que de un acuerdo sobre los planes de estudios.

De manera general, el número de alumnos que optan por estudiar ingeniería aumenta durante el Porfiriato incrementándose los estudiantes de primer ingreso de la Escuela de Ingenieros (aún con sus altibajos) durante el periodo. El número total de graduados de la Escuela Nacional de Ingenieros, aún cuando también se incrementa, alcanza sus valores máximos en la década de 1890 cuando los alumnos de primer ingreso siguen aumentando, abandonando sus estudios un número importante de ellos. Si se analiza el caso de los egresados de las diferentes carreras se aprecia que su desempeño es muy diferente, encontrando que algunas no logran consolidarse, siendo el caso de aquellas ligadas a la industria y a las nuevas tecnologías²⁰ e incluso otra de mayor tradición como la de ensayador.²¹ El número de ingenieros de minas y topógrafos o agrimensores egresados se incrementa durante el Porfiriato alcanzando sus valores máximos en 1892 y 1893 respectivamente, pero posteriormente se reducen sus graduados sobre todo en el caso de los topógrafos.

En cuanto a los ingenieros civiles y de caminos será en la última década del siglo XIX cuando alcancen números importantes, llegando a once graduados en 1894 para después descender aunque manteniéndose en números más o menos importantes para la época. Nuevamente para fines del Porfiriato el número de ingenieros civiles egresados vuelve a incrementarse llegando a catorce graduados para 1909, máximo histórico de cualquier carrera del periodo estudiado de que se tienen registros. Junto con los cambios en el número de egresados de cada carrera en particular se presentaran modificaciones importantes en la composición de los titulados totales. Si el aumento en el número total de graduados de la década de 1890 fue sustentado por varias carreras, posteriormente, luego del descenso del cambio de siglo, la recuperación experimentada a fines del Porfiriato estará apoyada principalmente en el incremento de los egresados de ingeniería civil los cuales llegan a representar por lo menos la mitad del número total de titulados.

La consolidación de la carrera de ingeniería civil en la Escuela Nacional de Ingenieros se aprecia también en las preferencias de los alumnos, si ya desde la década de 1880 se tenía un número importante de alumnos estudiando ingeniería civil para el cambio de siglo llegan a representar más de la mitad de la matrícula total, alcanzando más del 80% en los últimos años del Porfiriato. Al mismo tiempo, durante el régimen, los ingenieros civiles van adquiriendo una mayor importancia en las actividades docentes y de dirección de la escuela. Además de los ingenieros civiles que ya venían dando clases, con las reformas de 1897 los profesores con esta formación se incrementan, así como nuevamente para fines del Porfiriato cuando los ingenieros civiles llegarán a ser el grupo profesional con mayor número de maestros en la escuela.²² A partir de 1895, cuando por primera vez un ingeniero civil ocupa la dirección de la Escuela Nacional de Ingenieros,²³ los ingenieros de minas dejan de prevalecer en ese cargo, ocupándolo posteriormente principalmente ingenieros civiles.

²⁰ Como Ingeniería Mecánica, Telegrafista e Ingeniería Industrial.

²¹ Los cuales (junto con los ensayadores apartadores), después de alcanzar sus valores máximos en 1872 bajaran sus números de egresados a valores mínimos hasta fines del Porfiriato.

²² Además de su importante papel como catedráticos en otras escuelas.

²³ Aún cuando ya se habían desempeñado como directores interinos el ingeniero civil Leandro Fernández y el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez.

A pesar del establecimiento de la ingeniería civil aún se presentan algunos estudiantes que optan por realizar estudios en el extranjero no sólo para perfeccionar sus conocimientos sino para realizar estudios completos, prefiriendo en éste último caso las escuelas francesas. A pesar de que se siguen realizando estudios en Europa también se comienza a voltear a ver a los Estados Unidos aunque en este caso generalmente para complementar sus estudios. Por su parte, de los registros de libros utilizados en las aulas sabemos que ingenieros y constructores mexicanos llegan a escribir de sus materias algunas veces apoyados por el gobierno mediante el Ministerio de Justicia o el de Fomento, este último incluso instaló una imprenta en la Escuela Nacional de Ingenieros en 1883 lo que fomentó este tipo de publicaciones. Aún así la mayoría de éste tipo de libros eran extranjeros, principalmente de autores franceses lo que se remarcará aún más durante el Segundo Imperio, aunque posteriormente se van introduciendo algunos textos norteamericanos.

7.2 LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NACIÓN

Parálisis constructiva. Ausencia de obra pública

En las primeras décadas del México independiente la situación de estancamiento económico general y de falta de una política de desarrollo nacional repercutirá de manera importante en el sector de la construcción generándose el menor número de obras de todo el periodo estudiado. No se contaba con recursos para invertir en edificaciones importantes por lo que las obras nuevas serán muy pocas consistiendo la mayoría en remodelaciones en las que se solía recurrir a empíricos o a la autoconstrucción. El aumento demográfico de las ciudades no llevará a su expansión ni a una mayor realización de viviendas sino a la división de los inmuebles ya existentes, de manera general, a una readaptación de los viejos edificios a las nuevas necesidades.

Por su parte, el gobierno no se encontraba en condiciones de fomentar las obras que buscaran desarrollar la economía no contando ni siquiera con una definición clara de “*obra pública*” ni mucho menos con una política sobre ella. Ante la falta de una política de desarrollo nacional, las pocas obras importantes serán impulsadas por oligarquías o empresarios locales por lo que estaban orientadas hacia intereses particulares. Al mismo tiempo, las prioridades castrenses y de seguridad repercutían en las obras que el gobierno llegaba a realizar, utilizando en varias de ellas fuerza de trabajo de presidiarios más que contratando trabajadores y colaborando de manera importante ingenieros militares; incluso al nivel de los ayuntamientos tendrá una mayor importancia su labor “*policíaca*” más que de realización de obras materiales.

El abandono de la infraestructura por parte del gobierno es prácticamente generalizado, las obras del desagüe del Valle de México (aún cuando se dan intentos esporádicos por impulsarlas) se encontraban paralizadas así como las comunicaciones del país. A pesar del ideal de que éstas últimas alentarían el desarrollo nacional no se tenía ninguna política estatal para el fomento de los caminos y en el caso de los ferrocarriles las concesiones otorgadas no tuvieron los resultados esperados. Ante la falta de un impulso estatal a las comunicaciones se formaron diversas juntas encargadas solamente de caminos regionales realizando sobre todo reparaciones siendo el principal adelanto en este periodo el encabezado por Manuel Escandón quien desarrolló el sistema de diligencias vinculándose también con el mejoramiento de algunos de los caminos principales.

De igual forma, en los puertos el gobierno solía delegar las obras en grupos particulares destacando nuevamente Escandón quien junto con otros comerciantes y empresarios firmará un contrato con el gobierno para realizar algunas obras en el puerto de Veracruz, con lo que participará de manera importante en los principales negocios que comunicaban éste puerto con la Ciudad de México, ampliando posteriormente su área de influencia.

Ya desde esta época se busca impulsar la colonización aunque con escasos resultados sirviendo más esta política para la realización de negocios al vender diversos estados una gran extensión de terrenos baldíos, de igual forma, las concesiones ferroviarias otorgadas sin mayor planificación fomentarán más la especulación que el tendido de vías al ser revendidas o solamente obteniendo ganancias a partir de las facilidades que traían consigo. Al mismo tiempo, se comienza a manifestar el surgimiento de poderosos intereses empresariales que poco a poco irán expandiendo su influencia, en un primer paso representados por Manuel Escandón.

En los trabajos cartográficos, aun cuando en un principio se crearon comisiones integradas con egresados del Colegio de Minería y que con las reformas de 1833 se creó el Instituto Nacional de Geografía y Estadística posteriormente éste desaparecerá, al mismo tiempo que estos trabajos se fueron relacionando con cuestiones de defensa nacional por lo que surge, en su lugar, una Comisión de Estadística Militar. A pesar de los deseos por crear una carta general del país, en este primer periodo no se lograrán concluir trabajos integrales de la nación sino solamente trabajos aislados emprendidos por los estados o para algunas obras específicas. No contando tampoco con una metodología compartida que permitiera la integración de estos trabajos en otros más generales.

Reinicio de la labor constructiva. Surgimiento de una política de obra pública

Ya desde la década de 1840-1850 se reinicia, aunque muy lentamente, la actividad constructiva en la Ciudad de México destacando la sustitución del Parián así como la construcción del gran Teatro Nacional. Las nuevas edificaciones o remodelaciones que comenzaban a desarrollarse serán impulsadas por la ley de desamortización²⁴ dándose un gran número de cambios en el uso de los edificios, no solamente en los eclesiásticos sino también en otros para albergar a un número mayor de personas ante el incremento de la migración a la ciudad. A la vez, comienza la renovación urbana de la ciudad al abrirse calles por los antiguos conventos e iglesias, surgiendo también un incipiente mercado inmobiliario siendo el primero en desarrollar un fraccionamiento el ingeniero civil Francisco Somera en la colonia llamada de los Arquitectos.

Junto con el surgimiento del Ministerio de Fomento y del intento gubernamental por buscar impulsar el desarrollo material del país se comienza a definir una política nacional y de las competencias del Estado así como de la nueva secretaría en estas cuestiones, estableciéndose que era lo que se entendía como “*interés público*” y como “*obras de utilidad pública*”. Al mismo tiempo el Estado ampliará su competencia en estos asuntos comenzando por revisar los trabajos

²⁴ Así como por la ampliación de los límites de la ciudad establecida en 1854 y posteriormente por el terremoto de 19 de junio de 1858.

que se estaban realizando y proponiendo algunas reformas buscando superar los enfoques regionales, planteando trabajos integrados en un plan nacional, por lo menos en algunos casos, como en caminos y en cartografía.

A pesar de que se da una mayor participación del Estado en la organización y construcción de caminos surgiendo una política de desarrollo carretero será hasta con la restauración de la República que logre emprenderse realmente el mejoramiento de los caminos, para lo cual se destinó una mayor cantidad de recursos aunque algunas veces se ocupaban más en la seguridad de los mismos que en obras. La mala condición de los caminos y los rápidos daños que sufrían con el tránsito de carretas o carros lleva a plantear la opción de seguir utilizando la tracción animal pero ahora sobre vías férreas, como el proyecto del ingeniero civil Francisco de Garay de México a Veracruz, aún cuando éste nunca se intentó si se realizaron algunas rutas más cortas mediante dicho sistema, al cual se recurrió también en los tranvías urbanos.

A pesar del deseo de la introducción de los ferrocarriles y del gran número de concesiones otorgadas, la mayoría tendrán resultados mínimos o nulos. Si a mediados de las cincuentas del siglo XIX el número de concesiones otorgadas a mexicanos y extranjeros era aproximadamente la misma ya para la República Restaurada prevalecen las concedidas a extranjeros, las cuales serían 21 por solamente 12 para nacionales en esos diez años. La ruta más importante, la de México Veracruz pasará por diversos concesionarios, entre ellos los Escandón, hasta que, estando en manos de una compañía inglesa pero dirigida por Antonio Escandón, llegue por fin a su conclusión en 1873.

Al surgir el Ministerio de Fomento, pasaron a depender de él las obras del desagüe del Valle de México siendo hasta 1856 cuando se comienzan a tomar medidas importantes al crearse una junta de notables dirigida por el ministro de fomento para encargarse de la cuestión. A la vez, se convocó a un concurso para el proyecto que debería realizarse, buscando no sólo librar a la ciudad de las inundaciones y dotarla de un desagüe interno, sino también desarrollar canales navegables y aprovechar las aguas para riego. El proyecto ganador por unanimidad fue el del ingeniero civil Francisco de Garay el cual cumplía de manera óptima con todos los requerimientos. A pesar de la importancia que se le daba a estas obras, la falta de recursos llevaba a los gobiernos a dudar de la conveniencia de emprender la realización de un proyecto integral y de las dimensiones del propuesto por Garay, por lo que algunas veces se optó por retomar otras propuestas así como por buscar medidas para reducir sus costos. Los conflictos políticos, la incapacidad financiera y la indecisión de los gobiernos llevaron a que prácticamente no se avanzara en la obra principal del desagüe aunque si se realizaron trabajos secundarios importantes.²⁵

A pesar de que los conflictos armados continuarían, para mediados de siglo, los trabajos cartográficos se van desligando de la milicia, principalmente al convertirse la Comisión de Estadística Militar en Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, la cual sería impulsada por el Ministerio de Fomento al que se integraría en 1853. Esta secretaría alentará la recopilación de diversos materiales, los levantamientos comienzan a multiplicarse y a contar con una metodología y especificaciones comunes lo que permitirá su posterior integración en obras más generales

²⁵ También se hicieron trabajos hidrográficos importantes del Valle de México.

lográndose por primera vez trabajos geográficos a nivel nacional, destacando un atlas nacional y la carta general del país.

Al surgir el Ministerio de Fomento también buscó impulsar la colonización, haciendo una revisión de los títulos otorgados pero que solamente sirvió para avalar la venta y acaparamiento de los terrenos que se había realizado. Para conocer los terrenos aptos para la colonización se vio la necesidad de una adecuada delimitación de los terrenos baldíos pero a pesar del nuevo ministerio, el gobierno optó por encargar estos trabajos, así como la colonización misma, a particulares, quienes serían los principales beneficiarios, al otorgarles un tercio o hasta la mitad de esos terrenos participando en estos redituables negocios compañías extranjeras así como la ya conocida familia Escandón. Como sucedería con la ley de desamortización, la política de colonización generó resultados contrarios a los fines que supuestamente la impulsaron, ya que en vez de motivar la pequeña propiedad alentó el acaparamiento de las tierras. Los extranjeros nunca llegaron en las cantidades esperadas mientras que la opción de repartir esas tierras para incrementar el número de los propietarios agrícolas nacionales nunca fue seriamente considerada.

Crecimiento porfiriano. Desarrollo de la obra pública

Con la consolidación del Porfiriato, a partir de su primera reelección, empieza a incrementarse la labor constructiva, lo que será más marcado para el cambio de siglo, aún cuando este auge se da de manera general, será más notable en los puertos y ciudades más importantes. En el caso de la Ciudad de México se invierte la tendencia anterior, en el que el crecimiento de la población no se reflejaba en él de la ciudad, al ser mayor el incremento de la extensión urbana (quintuplicándose) que el demográfico.

Se construyeron gran número de mercados, rastros, hospitales, un manicomio, escuelas, edificios de gobierno, entre otros; además se continuó con la realización de adaptaciones de viejos edificios a nuevos fines, generándose en estos años el mayor número de obras de todo el periodo estudiado. El crecimiento económico y la adquisición de nuevas técnicas constructivas permite la construcción de gran número de edificios para las nuevas necesidades que el gobierno y la sociedad requerían, lo que llevó a superar y modernizar la estructura urbana de la Ciudad de México, la cual hasta ese momento todavía estaba conformada principalmente por edificios coloniales.

La creación de nuevas colonias se incrementó desde la década de 1890 acelerándose al iniciar el nuevo siglo. Pero en el caso de la Ciudad de México²⁶ la expansión y modernización de las ciudades acentuó la zonificación por clases tradicional desarrollándose al poniente y surponiente nuevas y amplias colonias con servicios modernos para gente de altos recursos mientras que en el centro y la periferia se incrementaba el hacinamiento de los trabajadores que llegaban a la ciudad. La sectorización de la ciudad, el cambio en el uso del suelo, la creciente demanda y el surgimiento del financiamiento urbano, incrementaron notablemente el valor de los terrenos, lo que junto con

²⁶ Aunque no solamente.

la utilización de influencias,²⁷ permitió grandes ganancias surgiendo importantes empresas enfocadas a los negocios inmobiliarios.

Junto con el crecimiento de las ciudades se comienzan a desarrollar trabajos de urbanización y de pavimentación surgiendo diversas compañías pero será hasta que está por concluir el siglo XIX cuando se comiencen a realizar trabajos más importantes, tanto en apertura de calles y pavimentación, en la introducción de energía eléctrica así como en el saneamiento y abastecimiento de agua potable. Con el comienzo del siglo XX en la Ciudad de México los negocios inmobiliarios se incrementaron así como sus vínculos con diversos bancos dándose un proceso de integración de las diversas empresas relacionadas con estas cuestiones, abarcando también cementeras y pavimentadoras, en las cuales participaban el grupo financiero-político. Por lo que, a pesar de que al mismo tiempo se crea un reglamento para los nuevos fraccionamientos, los grandes negocios de este grupo continuarían pues eran parte del mismo gobierno encargado de su cumplimiento.

En cuanto a la energía eléctrica, será en la década de 1880 cuando se comience a introducir en diversas ciudades, para la siguiente, en el caso de la Ciudad de México, se otorga un contrato para generalizarla creándose la planta generadora termoeléctrica de Nonoalco. Pero para esa época ya se apreciaban las ventajas de la energía hidroeléctrica comenzando a aprovecharse en diversas industrias y ciudades. Así, al surgir la Compañía de Luz y Fuerza, a principios del siglo XX, basó su sistema en la fuerza hidroeléctrica de Necaxa, con lo cual pudo bajar sus costos, lo que le permitió desplazar y posteriormente adquirir a la competencia, con lo que controlaría el sistema de producción y distribución eléctrica para alumbrado público y privado así como para fuerza motriz, por último también adquiriría el sistema de tranvías de la ciudad, el cual, para ese momento, ya venía trabajando prácticamente como un monopolio.

Aún cuando desde mediados de siglo surgen instituciones así como una política para el fomento de obras materiales será hasta la década de 1880 cuando se pueda disponer de los recursos para realizar obra pública a gran escala. Para ese momento el Estado estaba concentrando no sólo recursos sino también funciones que antes caían dentro de la esfera estatal o municipal, lo que se reflejará en las obras públicas, las cuales por su tamaño estaban requiriendo un mayor financiamiento, siendo solamente el poder federal el capacitado para contraer deuda exterior. De esta forma, durante el Porfiriato se da un crecimiento importante de la obra pública aunque, como en el caso de la edificación, concentrado en ciertas ciudades o puntos económicamente importantes así como en aquellas ciudades donde el gobierno intervenía directamente, es decir, en los principales puertos.

Aún cuando se habían realizado anteriormente algunas obras de drenaje y entubamiento de agua será con el cambio de siglo cuando se comiencen a ofrecer soluciones más ambiciosas. De las obras más importantes se encuentran las de la Ciudad y Valle de México las cuales se lograrán concluir al comenzar el siglo XX creando para las mismas diversas juntas directivas, en las cuales participaban algunos ingenieros destacados pero principalmente burócratas-financieros con

²⁷ Los vínculos con el Ayuntamiento de la ciudad favorecerían tanto la aprobación de los fraccionamientos y la introducción de servicios, a la vez que permitían obtener información privilegiada.

intereses económicos importantes en la ciudad, algunos de ellos desempeñando otros cargos en ella así como en el gobierno federal.

A principios del Porfiriato se hacía patente el alto costo que representaban las obras del Desagüe del Valle de México, por lo que buscando reducirlo se proponía reducir el volumen de la obra así como otras alternativas, como que las mismas empresas constructoras las financiaran a cambio de ciertos beneficios.²⁸ Aún cuando en un principio es ratificado Francisco de Garay como director de los trabajos su proyecto no es totalmente aprobado, siendo posteriormente desplazado de la dirección por Luis Espinosa quien proponía un proyecto más económico aunque con menor capacidad. Será hasta la consolidación de Díaz en el poder que se comiencen a impulsar seriamente las obras, formando la Junta Directiva del Desagüe del Valle de México en la cual se integraron miembros de la cúpula porfiriana, quedando la Secretaría de Fomento a cargo solamente de las cuestiones técnicas. El proyecto desarrollado será el de Luis Espinosa calculado a partir del caudal medio conocido por lo que no eliminaba completamente el riesgo de inundación. Espinosa, ayudado del ingeniero de caminos Isidro Díaz Lombardo, realizaría la supervisión de las obras comisionado por la Junta del desagüe la cuál algunas veces quedó como encargada de la administración de las obras e incluso realizó algunos tramos ella misma. Para los últimos trabajos Espinosa se asoció con la Read & Campbell, quedando Díaz Lombardo como inspector, concluyéndose las obras principales en 1900.

En el caso del desagüe interno de la ciudad el proyecto se comisionó directamente al ingeniero civil Roberto Gayol siendo aceptado su proyecto por el Ayuntamiento en 1895 con algunas ligeras modificaciones de los ingenieros Luis Espinosa, Manuel Marroquín y Rivera y Leandro Fernández. Gayol no sólo proyectó el sistema de drenaje sino que también dirigió las obras, antes y después de que se contrataran con la empresa francesa Lettelier & Vezin. También el diseño del sistema de abastecimiento de agua de la ciudad fue encargado directamente a otro ingeniero civil nacional: Manuel Marroquín y Rivera llevando las aguas de los manantiales de Xochimilco hasta la ciudad, las aguas entubadas trabajarían por primera vez a presión mediante plantas de bombeo en las cuales colaboró el ingeniero civil Alberto J. Pani. En este caso no se contrató a ninguna empresa extranjera sino que la misma Junta de Provisión de Aguas dirigió los trabajos, en la misma se encontraba Leandro Fernández²⁹ además de que se incorporaron nuevos ingenieros.

A pesar de la conclusión de los trabajos del desagüe interno y externo de la ciudad y de que se estaba introduciendo la red de agua potable estos trabajos no logran cubrir a la totalidad de la población, siendo privilegiadas las nuevas colonias para clases altas en la introducción de los nuevos servicios dejando de lado los barrios más humildes donde la densidad demográfica era mayor. De esta forma, los índices de salud y de mortalidad de la ciudad, aún cuando mejoran, siguen indicando las malas condiciones higiénicas de los capitalinos.

En el caso del desarrollo de las comunicaciones, las mismas estarán principalmente enfocadas hacia el exterior mediante los ferrocarriles y los puertos, dejando de lado el desarrollo carretero. Aún cuando todavía el gobierno sigue realizando algunas obras ferroviarias y otorgando algunas

²⁸ Como los terrenos desecados y el cobro por navegación y riego.

²⁹ Como Secretario de Comunicaciones y Obras Públicas

concesiones a los estados, van tomando mayor fuerza las concedidas a compañías, principalmente extranjeras.³⁰ Bajo este esquema durante el gobierno de Manuel González se da la etapa de mayor tendido de vías férreas del país, enlazándolo mediante varias rutas con los Estados Unidos siendo realizadas por empresas de aquella nación. Por lo que en éste periodo quedaría establecida la estructura general de la red nacional: de la Ciudad de México a Veracruz y a la frontera norte, así como diversos ramales que conectaban con estos mismos puntos, lo que serviría para consolidar el sistema basado en la exportación de productos primarios, principalmente mineros.

El éxito e importancia de los ferrocarriles ligados con Norteamérica generará varias reacciones posteriores; se buscó elevar la inversión de otros países en el ramo, principalmente de los ingleses, así como generar una mayor planificación ferroviaria ya que, se decía, anteriormente habían prevalecido los intereses de las empresas extranjeras en su construcción. En el caso del ferrocarril Interoceánico su administración será realizada por una empresa cuyo capital era principalmente estatal siendo de las primeras empresas mixtas creadas para ofrecer un servicio público. Esta política más nacionalista en torno de los ferrocarriles alcanzará su máximo en 1908 cuando se crea la compañía de Ferrocarriles Nacionales de México con participación mayoritaria del gobierno, en la cual se integró la mayoría de la red nacional.³¹

También se desarrollan de manera importante los tranvías urbanos en diversas ciudades del país, siendo en un principio de tracción animal. En la Ciudad de México surgen diversas empresas encargadas de este transporte en las que participan varios de los miembros de la élite porfiriana, las cuales se fusionarán y posteriormente serán vendidas a empresarios londinenses pero continuando como directores algunos políticos-financieros mexicanos. A principios del siglo XX, el sistema de tracción será cambiado por electrificación.

Junto con el desarrollo ferrocarrilero también se fomentó el de los puertos principalmente el de aquellos enfocados al comercio exterior, integrándose no sólo dentro del sistema de transporte sino vinculándose la construcción ferroviaria y portuaria. La renovación de los puertos más importantes fue realizada mediante contrato por compañías extranjeras, principalmente la Pearson & Son, la cual construiría no sólo los tres más grandes sino que también ligaría dos de ellos mediante ferrocarril.³² Aún cuando la Pearson realizaría los trabajos en el puerto de Veracruz bajo la dirección de un ingeniero extranjero los ingenieros nacionales tendrán una participación importante, así como algunos veracruzanos impulsando el proyecto de modernización siendo ideado el proyecto definitivo por el ingeniero civil nacional Emilio Lavit.³³ Por su parte, las obras

³⁰ Como ya venía sucediendo durante la República Restaurada.

³¹ A pesar de que desde la restauración de la República las grandes ventajas y privilegios de que gozaban las concesiones ferrocarrileras habían provocado en el Congreso la discusión de las condiciones en que deberían otorgarse así como las características deseadas (por ejemplo, su ancho) en ese momento no se llegó a ningún acuerdo por lo que su situación continuó en la misma forma. Siendo hasta fines del siglo XX cuando esta cuestión es retomada, cuando la mayor parte de la red ya estaba tendida, por lo que al surgir Ferrocarriles Nacionales tendría que hacer frente a la integración de las diversas vías inconexas realizadas no sólo sin un plan general sino con anchos diferentes.

³² El de Coatzacoalcos, Veracruz con el de Salina Cruz, Oaxaca.

³³ Además, un primer levantamiento hidrógrafico fue realizado por Luis Villaseñor, próximo a terminar la carrera de ingeniería civil, mientras que el ingeniero Agustín Cerdán adelantó parte de los trabajos.

portuarias menores eran realizadas usualmente contratando ingenieros de manera particular e incluso algunos se realizaron mediante la administración directa del gobierno.

7.3 LOS RETOS TÉCNICOS. INTRODUCCIÓN DE NUEVOS MÉTODOS Y MATERIALES

Métodos de edificación. Cimentaciones y el problema de los hundimientos de la Ciudad de México

Durante las primeras décadas del México independiente, el severo estancamiento constructivo repercutirá a la vez en los métodos utilizados, los cuales continuarán siendo los tradicionales. La falta de edificación no ofrecía muchas oportunidades para la innovación aún cuando se comenzaba a observar los inconvenientes de las construcciones pesadas en el suelo débil de la Ciudad de México donde varios edificios importantes presentaban serios hundimientos, lo que conllevaba una crítica a la idea de que la estabilidad de las edificaciones aumentaba al incrementar el ancho de sus elementos estructurales.

Para la década de 1840, junto con el reinicio de la edificación se comienzan a cuestionar los métodos constructivos tradicionales principalmente por parte de los arquitectos europeos que laboraban en México. Siendo uno de los más destacados, el español Lorenzo de la Hidalga, quien plantea que en el caso de la Ciudad de México en el que el terreno es sumamente débil los edificios no deberían ser tan corpulentos y pesados como usualmente se sostenía sino más ligeros para aminorar sus asentamientos; así como bien entrelazados sus elementos y tratando de que su peso sea homogéneo para evitar asentamientos diferenciales.

Ya que no se contaba con métodos analíticos para calcular la resistencia y los esfuerzos a los que estarían sometidos los edificios se recurría a la experiencia práctica. Nuevamente tenemos el caso destacado de Lorenzo de la Hidalga, quien se apoya en el método de Rondelet, basado en proporciones de diferentes construcciones europeas comprobadas con el tiempo, para justificar las dimensiones de su Teatro Nacional; así como al probar que tipo de cimentación era más conveniente en el tipo de suelo de la Ciudad de México al utilizar dos sistemas diferentes en la entrada del nuevo Parián, uno mediante emparrillados y otro apoyado sobre plantillas de arena apisonadas.

De esta forma, en el caso de las cimentaciones, aún cuando se seguían utilizando los métodos tradicionales se plantean algunas innovaciones. Después de comprobar su conveniencia mediante el experimento mencionado, Lorenzo de la Hidalga desplanta los cimientos de mampostería del Teatro Nacional sobre plantillas de arena. Por su parte, Cavallari presenta una modificación del sistema de mezcla terciada, al agregarle pedacería de ladrillo apisonada en capas. Estas serían las primeras innovaciones enfocadas a intentar resolver el difícil problema de las cimentaciones en la Ciudad de México. Aunque ambos procedimientos presentaban buenos resultados tendrán una aceptación muy desigual, mientras que el de Cavallari, aún con pequeñas modificaciones, por su sencillez y economía será sumamente utilizado posteriormente, el propuesto por de la Hidalga no será retomado en otras construcciones.

Por esa misma época se hace la primera nivelación comparada de la Ciudad de México a cargo de Cavallari realizándose otra a fines de la República Restaurada y principios del Porfiriato, presentándose diferencias importantes entre las mismas, lo que llevaba a pensar que no habían tenido la suficiente precisión. Aún cuando para 1885 el arquitecto y topógrafo Manuel Rincón Miranda sostenía la idea de que la ciudad sufría hundimientos será hasta la tercera (1892) y cuarta nivelación (1897-1898) y de la comparación de los diferentes datos que publica el ingeniero de caminos Gabriel M. Oropeza (1898) que comienza a ser patente el hundimiento de la ciudad. Para el cambio de siglo los asentamientos se incrementarían lo que llevaría a que la discusión sobre el tema se generalice.

Al hacerse patente el problema de los hundimientos se comenzó a prestar más atención a las características del suelo de la ciudad y a las cimentaciones. Se siguen utilizando los métodos tradicionales popularizándose el propuesto por Cavallari, aunque con pequeñas variaciones, pero a la vez se comienzan a buscar nuevas soluciones y a discutir la eficacia de los diferentes sistemas de cimentación. La madera en los emparillados va siendo desplazada por fierro, mientras que la falta de una opinión unánime acerca de la forma en que trabajaban los pilotes así como algunos malos resultados con los mismos hacía que no fuera muy recomendable su utilización. Al mismo tiempo que se van introduciendo nuevos procedimientos de cimentación como rieles de ferrocarril como cadenas de repartición, el sistema “Chicago”, plataformas de cimentación de cemento, “*pilotes*” Compresol, concreto armado y el método de bóvedas inversas.

Aún cuando se conocían métodos para calcular la resistencia de los suelos de algunos autores, no se contaba con una teoría que diera cuenta de las características particulares del terreno de la Ciudad de México. De manera general, se planteaba que en estos suelos su resistencia no aumentaba con la profundidad. Al comenzarse a aceptar el hundimiento de la ciudad más que tratar de eliminar los asentamientos se recomienda buscar que los mismos sean parejos evitando asentamientos diferenciales. Recurriendo a la realización de pruebas en el terreno así como a mediciones del asentamiento de los edificios para ver su comportamiento.³⁴ A pesar de las diversas innovaciones y de las diversas opciones para fines del Porfiriato, como sostenía el ingeniero arquitecto Manuel Francisco Álvarez, no se contaba con un método óptimo de cimentación para el caso de la Ciudad de México.

Incorporación de nuevos materiales

De la mano de la paralización de la construcción y sus métodos, a principios de la nación independiente, los materiales siguieron siendo los mismos. Con el paso a la segunda mitad del siglo XIX se empiezan a introducir algunos nuevos, principalmente elementos realizados con fierro, en un principio ornamentales pero poco a poco también con fines estructurales. Donde primeramente desarrolla ésta función será en la construcción de puentes, siendo impulsada su introducción por dos ingenieros civiles formados en el extranjero, Francisco de Garay, quien será

³⁴ En estos últimos casos podemos apreciar el importante antecedente de Lorenzo de la Hidalga.

el primero en presentar un proyecto con ese material, aunque no llega a realizarse, y Juan Manuel Bustillo quien realizará el primer puente de fierro en el país.

El uso del fierro de manera estructural en edificaciones comenzará a partir de la década de 1870, en un principio no muy complejas pero abarcando incluso los cimientos como en el caso de la Estación del Ferrocarril de Buenavista, posteriormente se realizaran proyectos integrales de estructuras metálicas junto con las cuales se empieza a introducir el vidrio. Con el Porfiriato la utilización del fierro estructural se va difundiendo en la edificación sustituyendo algunos elementos que antes se realizaban en madera, como vigas o cerramientos y en los emparrillados de cimentación. Aún cuando en un principio se construyen edificios relativamente sencillos como quioscos o mercados, al acercarse el último decenio del siglo XIX se comienzan a realizar edificios más ambiciosos con estructuras metálicas, generalmente de varios pisos principalmente para establecimientos comerciales, los cuales se generalizarán con el nuevo siglo, así como sus usos, adoptándose en varios casos de edificios gubernamentales.

En la primera parte del Porfiriato se comienzan a introducir nuevos materiales de construcción dándose una etapa de experimentación de las diferentes opciones existentes en diversas áreas como pavimentación,³⁵ entubamiento de agua potable³⁶ de la Ciudad de México e incluso en iluminación para posteriormente decidirse por alguna de ellas.

Será en el Porfiriato cuando se introduzcan de manera más notoria los principales materiales utilizados en la construcción moderna, el fierro estructural y el vidrio ya mencionados, pero también el cemento, el cual, debido a su gran versatilidad, será cada vez más utilizado, aunque en un principio principalmente en recubrimientos, alcanzando para el cambio de siglo una gran demanda. Para principios del siglo XX se comienza a tratar de introducir el concreto reforzado aunque sin mucho éxito inicialmente, a partir de 1904 se realizan con él edificios importantes, incluso se introducen tuberías de concreto armado para llevar agua potable a la Ciudad de México.

Ya que los nuevos materiales eran provenientes del exterior en un principio tuvieron que ser totalmente importados por lo que la industria nacional no pudo aprovechar los posibles encadenamientos productivos que se podrían haber generado, sobre todo en el caso de la introducción de los ferrocarriles pero también por el crecimiento de la construcción de finales del siglo XIX. Será hasta principios de la siguiente centuria cuando surgen empresas importantes que comienzan a abastecer parte de la demanda nacional, como en el caso de la industria metalúrgica, del cemento y del asfalto, aún cuando para ese momento su utilización era tanta que se tenía que seguir importando una gran parte.

En estos diversos materiales se aprecia una cierta tendencia, sino a la monopolización, si por controlar la producción en el mercado nacional, teniendo un papel importante la Compañía Bancaria de Obras y Bienes Raíces cuyas empresas vinculadas a ellas así como a los financieros-burócratas dominaran la producción cementera así como la del asfalto. También en el caso de la industria metalúrgica su producción nacional estará claramente dominada por la Compañía de

³⁵ Probando gran diversidad de materiales en un principio para optar finalmente por el asfalto.

³⁶ Trabajando con diferentes materiales y diámetros.

Monterrey. En otras áreas también se aprecia esta tendencia como en los casos de la Compañía de Luz y Fuerza, de los tranvías de la Ciudad de México, e incluso con el surgimiento de Ferrocarriles Nacionales de México.

La incorporación de los nuevos materiales en un inicio provenientes del extranjero transformará algunas de las características de la construcción tradicional permitiendo librar mayores claros y realizar edificios más esbeltos principalmente mediante las estructuras metálicas y posteriormente con el concreto reforzado. La novedad en los materiales afectará los métodos y técnicas constructivas lo que se aprecia desde el nivel académico hasta las preocupaciones gubernamentales y las discusiones y comentarios que surgían sobre las ventajas comparativas de los distintos materiales. Mientras que, por otra parte, el desarrollo de la obra pública también requerirá de ciertos conocimientos particulares para su elaboración.

7.4 DESEMPEÑO LABORAL Y PARTICIPACIÓN EN EL GOBIERNO

Integración de los ingenieros nacionales en la incipiente labor constructiva

Como hemos visto, a principios de la época independiente no se lograron introducir estudios de ingeniería civil mientras que la arquitectura no ofrecía ni los conocimientos ni los egresados necesarios, lo que junto con las condiciones y necesidades del país llevó a que los ingenieros militares, siendo los primeros en establecerse como tales, participaran en diversas cuestiones relacionadas con la construcción.³⁷ A la vez que algunos egresados del Colegio de Minería llegan a participar en algunas labores vinculadas con la ingeniería civil, principalmente en cartografía y exploraciones geográficas, no solamente ingenieros de minas y ensayadores sino también agrimensores cuya introducción será una de las innovaciones importantes del periodo.

Al reiniciarse la actividad constructiva en el país aún no se contaba con una formación constructiva apropiada (los ingenieros militares siguen participando en algunos trabajos pero sin el papel preponderante de la primera mitad del siglo) por lo que predominaran en edificación arquitectos extranjeros, en especial, Lorenzo de la Hidalga quien realizaría importantes obras en México y cuyos conocimientos y procedimientos constructivos se encontraban a la altura de los que se manejaban en su momento, así como Cavallari quien también haría diversas contribuciones importantes. De igual forma, los primeros ingenieros civiles nacionales formados en el extranjero tendrán un destacado papel: en los trabajos del desagüe de la Ciudad de México, en la introducción de puentes de fierro, en calzadas y caminos, siendo elogiada la economía de sus obras.³⁸

La introducción de nuevas técnicas y el impulso de las obras públicas de mediados de siglo repercutirá en novedades importantes a nivel educativo, participando de manera sobresaliente

³⁷ Más allá de las obras ligadas a la milicia los ingenieros militares colaborarán también en obras civiles, supervisándolas o como jurados en los concursos, incursionando algunas veces como constructores de las mismas, encontrándolos en trabajos geográficos y cartográficos, e incluso se incorporan en las escuelas.

³⁸ Incluso Francisco Somera ocupará cargos importantes en el gobierno federal y de la Ciudad de México, lo que aprovechará para impulsar el desarrollo del primer fraccionamiento moderno del país; la colonia de los Arquitectos.

ingenieros y arquitectos formados en el extranjero quienes introducirán algunas de las innovaciones constructivas principales de la época. Destacando Cavallari como principal creador de la carrera de ingeniero arquitecto,³⁹ incorporando, entre otras, las materias de infraestructura que distinguirán a la ingeniería civil por el resto del periodo, a la vez que los dos trabajos pedidos al final de la carrera también estaban ligados con las obras públicas; uno de un puente y otro de un ferrocarril. Por su parte, Lorenzo de la Hidalga comenzará a cuestionar la idea de que la pesadez de los edificios contribuye a su estabilidad en el caso de los suelos débiles como en el caso de la Ciudad de México, además de introducir métodos de comparación en las mismas obras. Ambos, Cavallari y Lorenzo de la Hidalga serán los primeros en proponer nuevos sistemas de cimentación, los cuales representan los primeros esfuerzos para resolver los problemas de asentamientos de la ciudad.

Con el establecimiento de la carrera de arquitecto e ingeniero civil se comienza a ofrecer una formación más integral enfocada a la construcción en el país tanto de edificación como de obras públicas. Después de regresar Cavallari a Europa en 1864, la clase de caminos comunes y de fierro será impartida por el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez uno de los primeros mexicanos en dirigir la construcción de ferrocarriles. Al independizarse la ingeniería se continuará fomentando el aspecto práctico de la formación a la vez que se incorporaron nuevos maestros, principalmente el destacado ingeniero civil Francisco de Garay primero en proponer la construcción de un puente de fierro y experto en el problema del desagüe del Valle de México, ofreciendo una adecuada formación a los alumnos en puentes y en obras hidráulicas.

Su sólida e innovadora formación les permite a los ingenieros-arquitectos tener un desempeño destacado en diversos campos ya desde el Segundo Imperio, convirtiéndose en el grupo mayoritario no sólo en edificación sino también en caminos así como colaborando en ferrocarriles. Durante la República Restaurada, a pesar de que los primeros ingenieros civiles formados en el país apenas se iban integrando al mercado laboral, diversos egresados del Colegio de Minería de otras carreras como topógrafos, geógrafos e incluso mineros y ensayadores continúan colaborando en diversos trabajos, principalmente en caminos pero algunos también en ferrocarriles, participando también unos cuantos ingenieros de minas y topógrafos en las obras del desagüe.

A pesar del surgimiento del Ministerio de Fomento el cual buscaría llevar a cabo el deslinde de los terrenos baldíos como medio para impulsar la colonización es de destacar que los trabajos se delegaron en particulares aduciendo la falta de ingenieros nacionales aún cuando ingenieros militares y egresados del Colegio de Minería habían colaborado en trabajos cartográficos y geográficos. Por lo que no se tiene conocimiento de la participación de ingenieros nacionales en éstos negocios siendo las empresas deslindadoras y colonizadoras las principales beneficiadas con los mismos.

³⁹ Aún cuando retoma las propuestas que ya se venían dando en la Academia de San Carlos es de notar que se haya tenido que buscar en Europa un catedrático con una formación más completa no sólo de arquitectura sino también de ingeniería civil.

Incorporación de los ingenieros civiles en la construcción porfiriana

Como hemos visto, durante el Porfiriato se desarrollan más los conocimientos mecánicos y los enfocados a las construcciones en la formación de los ingenieros civiles introduciéndose y diversificándose algunas materias. A pesar de la tardanza en la consolidación de la cátedra y gabinete de resistencia de materiales, algunas de estas cuestiones se veían en teoría mecánica de las construcciones⁴⁰ y en estabilidad de las construcciones⁴¹ siendo reintegrada la materia en 1902. Por su parte, ya desde fines del siglo XIX la Obrería Mayor de la Ciudad de México contaba con la maquinaria necesaria para determinar la resistencia de los materiales incrementándose para el cambio de siglo la preocupación por éstas cuestiones apareciendo en los *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México* varios escritos relacionados, sobresaliendo el cuadro de resistencia de materiales de construcción presentado por el ingeniero civil Roberto Gayol en 1905.

El aspecto práctico en la formación de los ingenieros civiles se sigue fomentando e incluso se enfatiza más en la Escuela Nacional de Ingenieros realizando la mayoría de sus prácticas finales en ferrocarriles y obras hidráulicas lo que les ofrecerá un importante vínculo con el medio laboral. El enfoque de la carrera hacia las obras de infraestructura llevará incluso a cambiar su nombre por el de Ingeniero de caminos, puertos y canales y, aún cuando posteriormente recuperará su nombre original, la importancia de las materias de infraestructura seguirá, consistiendo ahora de tres materias.

A la vez, se seguía contando con una plantilla de maestros destacados por su conocimiento y su desempeño laboral lo que ofrecía a los alumnos no sólo una sólida formación sino la posibilidad de involucrarse en las principales obras que se estaban realizando. Por ejemplo, el catedrático de procedimientos de construcción, el ingeniero civil y arquitecto Antonio M. Anza había colaborado en obras importantes introduciendo algunos procedimientos constructivos.⁴² Incorporándose además algunos de los ingenieros civiles que participaron en las principales obras hidráulicas realizadas en el país, como Roberto Gayol,⁴³ experto en los trabajos de saneamiento, Manuel Marroquín y Rivera introductor de la red de agua potable en la Ciudad de México,⁴⁴ quien sería sustituido después por su colaborador, Alberto J. Pani.

Así como en el Porfiriato se incrementa la introducción de nuevos materiales será durante el mismo cuando se les comience a prestar una mayor atención. En la Escuela de Ingenieros la utilización de estructuras metálicas (de fierro) se introduce en la clase de teoría mecánica de las construcciones y en la de estereotomía y carpintería mientras que en la de puentes se veían no solo los contruidos mediante fierro (dulce y colado) sino también los de acero, entre otros materiales

⁴⁰ Creada en 1881, en la misma se veía entre otras cosas la resistencia a la compresión, tensión, cortante y flexión de diversos elementos constructivos.

⁴¹ Creada en 1897.

⁴² Había colaborado en el Ferrocarril Mexicano, realizado la Escuela Normal de Profesores e introducido el sistema de bóvedas inversas para contrarrestar los asentamientos que ya se presentaban en la construcción de la penitenciaría de Lecumberri.

⁴³ Profesor de ingeniería sanitaria quien sería sustituido por otro ingeniero civil destacado: Mateo Plowes.

⁴⁴ Profesor de vías de comunicación fluviales y obras hidráulicas de toda especie a partir de 1897.

tradicionales. El estudio de estructuras metálicas se seguirá introduciendo en otras materias con el paso del siglo XIX al XX a pesar de lo cual su estudio era aún superficial centrándose en el armado de las estructuras y no tanto en el cálculo de las mismas.⁴⁵

Con estas bases académicas no sólo teóricas sino también prácticas los ingenieros civiles logran incorporarse de manera destacada en la actividad constructiva desarrollada durante el Porfiriato. A pesar de la separación de la arquitectura y de que la ingeniería civil se enfocaba más a la creación de infraestructura en la práctica muchas veces sus labores se sobreponían con aquellas desempeñadas por los ingenieros militares y los arquitectos, no estando sus diferencias claramente definidas.⁴⁶ Por lo que aún cuando se incorporan los ingenieros civiles en labores ligadas a la construcción y a la obra pública durante el Porfiriato seguimos encontrando a arquitectos e ingenieros diversos laborando en estas cuestiones. Aún cuando para esta época ya encontramos algunas compañías constructoras mexicanas muchos de los ingenieros y arquitectos siguen laborando como profesionistas independientes.

Durante el desarrollo constructivo porfiriano los ingenieros civiles tuvieron un amplio campo laboral aunque con diferentes desempeños, esquematizando se puede caracterizar en tres grandes bloques su accionar. En primer lugar tenemos aquellas obras en las que los ingenieros nacionales tenían ya una formación equiparable a los extranjeros, sería el caso de la edificación en la que participan tanto ingenieros civiles, ingenieros militares, ingenieros arquitectos y arquitectos mexicanos, contando no sólo con la experiencia adquirida sino con una formación adecuada desde la introducción de estudios de ingeniería civil en San Carlos y que continuaría al establecerse la carrera de manera independiente. Obras que no necesitan gran maquinaria a diferencia de la gran obra pública y en las que los profesionales nacionales pueden desempeñarse adecuadamente tanto en la realización del proyecto como en la dirección de la obra a la par de los extranjeros.

A pesar de que algunos de los materiales eran en un principio importados, los ingenieros mexicanos lograrían trabajar con ellos como se aprecia ya desde los primeros puentes de fierro pero también posteriormente en estructuras metálicas para edificaciones desarrolladas no sólo por compañías extranjeras sino también por ingenieros y arquitectos mexicanos.⁴⁷ En algunas ocasiones los ingenieros mexicanos complementaron sus estudios en el extranjero como en el caso del concreto reforzado, el cual acababa de ser desarrollado en Francia a fines del siglo XIX siendo promovido por ingenieros nacionales a principios del siguiente siglo. Aún cuando por esos años vuelve a incrementarse la labor de arquitectos extranjeros los mismos serán llamados principalmente por razones estéticas más que técnicas al contrario de cómo sucedía a mediados del siglo XIX.⁴⁸ Es decir, para esta época los ingenieros nacionales se encuentran técnicamente a

⁴⁵ A partir de los programas de estudios revisados lo cual podría ameritar un análisis más detallado y comparativo con los estudios que se estaban realizando en otros lugares en esa época.

⁴⁶ Lo que se aprecia en la indefinición entre la arquitectura y el ingeniero arquitecto que prevalecerá hasta finales del siglo XIX.

⁴⁷ Como los hermanos de la Hidalga, Manuel Francisco Álvarez, el profesor de la Escuela de Ingenieros, Eleuterio Méndez y los ingenieros militares Gonzalo Garita y Alberto Robles Gil.

⁴⁸ Por ejemplo, en los edificios de correos y de comunicaciones de los arquitectos italianos Adamo Boari y Silvio Contri respectivamente, aún cuando realizan no sólo el proyecto sino que dirigen por algún tiempo los trabajos posteriormente son sustituidos por el ingeniero militar Gonzalo Garita. Adamo Boari también se integra como

la altura de los extranjeros lo que se aprecia en que pueden desempeñarse en las obras a la par de los extranjeros e impartir de manera óptima las materias de la carrera de ingeniería civil.

En este tipo de obra en las que se desempeñan adecuadamente los ingenieros nacionales encontramos también la construcción de puentes ya desde los ingenieros civiles formados en el extranjero; en caminos donde colaboran éstos pero también los primeros ingenieros-arquitectos incorporándose ya para principios del Porfiriato algunos ingenieros civiles; en obras públicas no demasiado grandes, por ejemplo, hidráulicas como la desecación de la ciénega de Chapala y del lago de Chalco realizadas respectivamente por los ingenieros civiles Manuel Marroquín y Rivera, y Roberto Gayol o la realización de la presa Cuije en Zacatecas;⁴⁹ algunos casos de saneamiento y abastecimiento de aguas realizados también por este último; trabajos ligados a la geografía, la topografía y la cartografía como expediciones y levantamientos geográficos así como en los trabajos de nivelación de la Ciudad de México.⁵⁰ Aún en el caso de los ferrocarriles y en la realización de tranvías urbanos en el que los ingenieros nacionales solían ser desplazados por extranjeros, la participación de algunos de ellos nos indica que estaban capacitados para dichas labores incluso en algunos casos dirigiendo el tendido de las vías, realizando también labores de supervisión por parte del gobierno así como resolviendo controversias técnicas.

Por otra parte, están los trabajos de obra pública mayor que requería gran maquinaria como en las obras del Desagüe del Valle de México o en las obras de los principales puertos en los que los nacionales no contaban con la infraestructura y experiencia industrial necesaria. Aún cuando las principales obras de este tipo fueron realizadas por constructoras extranjeras sus proyectos fueron desarrollados por ingenieros mexicanos, lo que demuestra su competencia técnica para su análisis ofreciendo una solución óptima, por lo que más que una limitante técnica o teórica de las capacidades de los ingenieros mexicanos, la necesidad de recurrir a compañías extranjeras muestra la carencia de maquinaria y de recursos económicos de las constructoras nacionales para la realización de los proyectos más grandes y ambiciosos.

Así, las principales obras hidráulicas del país realizadas durante el Porfiriato fueron concebidas por ingenieros nacionales, principalmente civiles, colaborando también en su supervisión y en algunos casos en su dirección. La magna obra del Desagüe del Valle de México fue obra de varias generaciones de ingenieros mexicanos, destacando Francisco de Garay cuyo elogiado proyecto se consideraba ideal e integral, aún cuando el mismo, principalmente por cuestiones económicas, no es realizado siendo remplazado por otro que, aunque parecido, sería más modesto desarrollado por el ingeniero de minas Luis Espinosa quien colaborará hasta el final de los trabajos junto con el ingeniero de caminos Isidro Díaz Lombardo.

catedrático en la Escuela de Ingenieros pero en la clase de composición, es decir, se enfocaba a cuestiones arquitectónicas.

⁴⁹ Proyectada por Manuel Marroquín y Rivera en 1895 sería construida posteriormente por otro ingeniero civil, Alberto J. Pani.

⁵⁰ Colaborando en la segunda el ingeniero civil Francisco Jiménez y siendo dirigidas la tercera y la cuarta por Roberto Gayol.

En el caso del desagüe interno de la Ciudad de México el proyecto se comisionó directamente al ingeniero civil Roberto Gayol⁵¹ quien dirigiría los trabajos inclusive cuando por un tiempo se contrató a una empresa francesa. También el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable a la ciudad fue encargado directamente a otro ingeniero civil nacional: Manuel Marroquín y Rivera siendo dirigidos los trabajos por la Junta de Provisión de Aguas, colaborando de manera destacada el ingeniero civil Alberto J. Pani.

En el caso de las obras del puerto más importante del país, el de Veracruz, aún cuando las obras son realizadas por una empresa inglesa, los ingenieros nacionales tendrán una participación importante, así como algunos veracruzanos impulsando el proyecto de modernización. Un primer levantamiento hidrográfico fue realizado por Luis Villaseñor, próximo a terminar la carrera de ingeniería civil, el ingeniero Agustín Cerdán adelantó parte de los trabajos pero el proyecto definitivo sería ideado por el ingeniero civil nacional Emilio Lavit, aún cuando sería realizado por la Pearson bajo la dirección de un ingeniero extranjero.

Vemos entonces que en las principales obras relacionadas con la ingeniería civil, es decir, aquellas enfocadas a la creación de infraestructura, los ingenieros nacionales cuentan con los conocimientos necesarios para realizar los diversos proyectos que se estaban requiriendo estando principalmente el problema para llevarlos a cabo directamente más al nivel financiero e industrial que de conocimientos o desempeño profesional pues no se contaba con los recursos económicos ni con la maquinaria apropiada para la realización de obras de grandes dimensiones por lo que los contratistas nacionales no estaban en posibilidades de competir con las grandes constructoras extranjeras.

Por último, encontramos un tercer sector que, aunque muchas veces ligados a cuestiones productivas, tiene un enfoque más empresarial como el caso de los negocios inmobiliarios o del deslinde de tierras, en los cuales en algunos casos encontramos a ingenieros civiles pero estaban principalmente vinculados con el grupo financiero-burócrata hegemónico algunas veces asociados con extranjeros, lo que les da ciertas características peculiares. Aún cuando varios de estos negocios participaban en actividades constructivas por lo que requerían de personal técnico, su manejo era principalmente empresarial, algunas veces francamente especulativo, utilizando sus vínculos en el gobierno para incrementar sus ganancias así como prevaleciendo en la toma de decisiones algunas veces los intereses particulares más que el carácter técnico o el interés público.

Desarrollo de la obra pública e intereses particulares

Desde principios de la nación independiente se incorporaron en el gobierno algunos “ingenieros”, principalmente militares pero también egresados del Colegio de Minería, que llegaron a ocupar puestos importantes. Con el paso a la segunda mitad del siglo XIX y el surgimiento del Ministerio de Fomento su participación se reforzaría integrándose uno de los primeros ingenieros civiles mexicanos formados en el extranjero, Francisco Somera así como también algunos ingenieros-arquitectos aunque en puestos menos destacados. Ya desde ésta época

⁵¹ Quien estudio diversos sistemas en algunas ciudades norteamericanas.

se presenta un importante vínculo entre el Colegio de Minería y la Secretaría de Fomento llegando a compartir su director en varias ocasiones.

Con el Porfiriato el vínculo de la Escuela de Ingenieros con el Ministerio de Fomento permanecerá y en algunos momentos se incrementará como a principios de la década de 1880 cuando pasa a depender del mismo y las oficinas de esa secretaría se trasladan al colegio. Al mismo tiempo, la Asociación de Ingenieros y Arquitectos también se traslada al Palacio de Minería, en la cual se da la tendencia a elegir como presidentes a ingenieros con cargos importantes en el Ministerio de Fomento, en un principio, al agrimensor Manuel Fernández Leal y posteriormente al ingeniero civil Leandro Fernández, quienes también ocuparan la dirección de la Escuela Nacional de Ingenieros.

Se aprecia el intento de impulsar la ingeniería nacional conjuntando su aspecto educativo y profesional con el de las dependencias encargadas de las obras materiales del país. De este vínculo las diferentes partes obtendrían beneficios compartidos, la escuela gozaría de mayores recursos, se vincularía con las obras que se estaban realizando, y, junto con la Asociación de Ingenieros y Arquitectos, logrará editar sus publicaciones en la oficina tipográfica del Ministerio de Fomento, mientras que éste puede contar con personal técnico y de dirección capacitado, como de hecho ya venía haciendo, apoyándose también en las opiniones de los miembros de la asociación en caso de alguna controversia técnica.

Al mismo tiempo, durante el Porfiriato aumenta la penetración de ingenieros en la burocracia encontrando ya a ingenieros civiles formados en el país en puestos importantes principalmente en aquellas ligadas con la infraestructura, tanto a nivel federal, en el Ministerio de Fomento y posteriormente también en la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas; como local, por ejemplo, en el ayuntamiento de la Ciudad de México así como en las distintas comisiones para resolver sus problemas de desagüe y abastecimiento de agua potable. De manera general, los ingenieros llegan a incursionar en otras dependencias del Estado representando el tercer grupo profesional en importancia dentro de la burocracia, solamente detrás de los licenciados en Derecho (quienes ocupaban la mayoría de los puestos) y de los médicos.

A pesar de los altos puestos gubernamentales alcanzados por los ingenieros, los mismos no llegan a integrarse como grupo definido dentro del gobierno, permaneciendo normalmente al margen de las discusiones políticas de su momento. De esta forma, no serán los ingenieros los que conformen un grupo hegemónico en el gobierno, sino aquellos que usualmente se ha denominado como "*científicos*" pero que buscando definirlos más económica que políticamente hemos preferido denominarlos como burócratas-financieros. Los mismos se destacarán por su posición en el gobierno así como por su papel de intermediarios entre financieros y empresarios de otros países que llegaban a invertir en México, logrando conciliar el crecimiento económico porfiriano con sus intereses particulares y los de los extranjeros, teniendo una participación importante en distintos negocios relacionados con la obra pública y actividades relacionadas.

Al ir aumentando el tamaño de la infraestructura necesaria también lo hacen los recursos requeridos, lo que junto con la consolidación del sistema bancario nacional, así como al ser nuevamente el país sujeto de crédito, hace que el papel desempeñado por los intermediarios

financieros y la Secretaría de Hacienda cobre mayor importancia, de esta forma, el poder de negociación y decisión de miembros del grupo burócrata-financiero aumentará, siendo Limantour el caso ejemplar pero no el único.

Si ya anteriormente se habían dado casos de empresarios importantes que obtenían importantes facilidades y ganancias, siendo el más destacado el de Manuel Escandón, así como posteriormente el ingeniero civil Francisco Somera quien había ocupado su posición en el ayuntamiento de la Ciudad de México para desarrollar sus negocios de fraccionamientos, posteriormente el grupo de poder que se conforma en el Porfiriato ocupará los puestos principales del gobierno tanto a nivel local como federal, a la vez que aprovechará el surgimiento del sistema bancario para financiar sus negocios.

A diferencia del pasado donde los grupos que llegaban al poder lo hacían principalmente por medios políticos o armados, este grupo lo hará basándose no solamente en su poder político sino también económico, conformando la primera élite económica a nivel nacional. De esta forma, los encontramos participando en diversos negocios relacionados con las obras que se querían realizar en el país, los transportes, en el deslinde de terrenos baldíos y en los negocios de bienes raíces, entre otros, obteniendo en todos ellos importantes ganancias.

Por lo que será este grupo quien dirija el crecimiento económico que se produce durante el Porfiriato más que aquellos ingenieros que también lograron alcanzar posiciones importantes, predominando en varios casos en la toma de decisiones en torno a las obras importantes los intereses políticos y económicos, por ejemplo, a quien serían otorgados los contratos y como se financiarían; siendo los ingenieros usualmente requeridos solamente en las cuestiones técnicas.

La consolidación de éste grupo se aprecia a nivel federal, donde el papel del Ministerio de Hacienda en las obras que se pretendían realizar irá desplazando incluso a la Secretaría de Fomento y a la de Comunicaciones y Obras Públicas más vinculadas con los ingenieros. También al nivel local, por ejemplo, en el caso del ayuntamiento de la Ciudad de México y en el gobierno del Distrito Federal donde personajes del grupo político-financiero tienden a prevalecer para el cambio de siglo en sus gobiernos. Así como en las juntas especiales que se formarán para atender los problemas hidráulicos del Valle y Ciudad de México, donde usualmente la voz principal en las negociaciones era la de Limantour.

Aún cuando algunos ingenieros llegan a participar en estos negocios lo hacen de manera secundaria más ligados a su labor profesional que a la puramente especulativa por lo que no ocuparían las posiciones principales, como sucedía también en los puestos de gobierno, los cuales eran dirigidos por el grupo financiero hegemónico porfiriano.

Más que una completa desviación de los ideales sostenidos por los liberales de mediados de siglo, el crecimiento económico porfiriano desarrolla algunos de los elementos que ya se encontraban presentes anteriormente. Por ejemplo, la promoción de grandes negocios de empresas e intereses extranjeros a partir del impulso a la colonización así como mediante las concesiones se aprecia ya desde los gobiernos de Juárez, e incluso antes. El apoyo a los grandes intereses económicos nacionales, siempre y cuando fueran de corte moderno, es decir, no gremiales, como

en el caso de la familia Escandón, se apoyaba en una política liberal en el que se alentaba a los grupos capitalistas, con la particularidad de que en el caso nacional los mismos además de vincularse con la producción también tendrán fuertes intereses especulativos.

Si desde la colonia de los Arquitectos, impulsada por el ingeniero civil Francisco Somera, se presenta ya la utilización de su posición dentro de la burocracia y el apoyo gubernamental que permitían aumentar las ganancias de los negocios inmobiliarios, los mismos se incrementarán durante el Porfiriato siendo realizados principalmente por burócratas-financieros los cuales incluso se agruparon para aumentar los beneficios.

De esta manera, a pesar de que para mediados de siglo se introducen en México no sólo estudios de ingeniería civil sino que surge también una política de desarrollo económico comenzando a impulsar la obra pública, caracterizando ésta última por buscar el beneficio general en contraste con aquellas de carácter puramente particular, cuando se realizan efectivamente estas obras de infraestructura su construcción estará vinculada a intereses particulares de empresarios, financieros y burócratas los cuales logran empatar sus intereses con estas obras de beneficio público logrando consolidarse como grupo hegemónico no sólo político sino también económico.

El impulso económico buscado por el gobierno desde mediados de siglo en el que los empresarios se presentan como el grupo indicado para desarrollar la infraestructura y la economía nacional conllevará sus contradicciones ya que el ideal liberal del “*dejar hacer*” era contrario a una política de Estado que dirigiera el proceso productivo y comercial por lo que ya para el Porfiriato muchas de las obras realizadas presentan ciertos inconvenientes como la concentración de las obras, su enfoque al exterior, y la sectorización de las obras de saneamiento en la ciudad. A pesar de que para fines de siglo aparece cierta intervención estatal, por lo menos en el caso de los ferrocarriles, en otros sectores también se presenta una planificación pero ligada principalmente con los intereses del grupo burócrata-financiero en el sentido de monopolizar y controlar algunos de los principales mercados ligados con la construcción y la obra pública.

7.5 CONCLUSIONES GENERALES

La presente investigación ha tratado de contribuir en el rescate de datos primarios así como de bibliografía secundaria, lo cual nos parece punto básico e inicial para tener un panorama más general del desempeño de la ingeniería civil mexicana. De igual forma, se buscó avanzar en el estudio del desempeño profesional de los principales personajes que contribuyeron a la ingeniería nacional durante el largo proceso que llevará a la consolidación económica y política de la nación mexicana. El análisis de los datos con los que actualmente se cuenta nos ha permitido reconstruir, a grandes rasgos, el proceso histórico de la consolidación académica y profesional de los ingenieros civiles, lo que nos da la posibilidad de plantear algunas conclusiones generales que consideramos importantes, las cuales presentamos a continuación:

➤ A lo largo del periodo estudiado la cuestión académica y el desempeño profesional de los ingenieros civiles presentan procesos paralelos, lo que se ha evidenciado en la periodización

misma de la tesis, dividiéndose ambas cuestiones en tres periodos principales con características particulares.

- Desde la Independencia y hasta mediados del siglo XIX encontramos un proceso de paralización educativa y constructiva, así como frustrados intentos de reformar e impulsar estos sectores. Los pocos logros alcanzados fueron debidos más a esfuerzos e intereses particulares ante la incapacidad del Estado por impulsar la construcción y la educación, no contando con una política ni planificación nacional, en el caso de la primera ni siquiera con una definición clara de obra pública.
- Con el paso a la segunda mitad del siglo XIX se presentan reformas importantes, tanto académica como económicamente, comenzando a generarse una política de estado sobre estos temas. Se crea una secretaría encargada del fomento económico así como, por fin, el Estado logra encargarse directamente de la educación. El surgimiento de una política económica y de obras públicas se ve acompañada de la preocupación por contar con profesionistas capacitados para crear la infraestructura que se deseaba para el país, lo que llevará a la introducción de estudios profesionales de ingeniería civil.
- Durante las primeras décadas independientes, en trabajos relacionados con la ingeniería civil encontramos principalmente ingenieros militares y algunos egresados del Colegio de Minería. Dentro de la reactivación constructiva de mediados del siglo XIX tendrán una labor destacada arquitectos extranjeros e ingenieros civiles mexicanos pero formados en el extranjero. Al introducirse estudios de ingeniería civil y reformarse la arquitectura, conforme van egresando los ingenieros-arquitectos se integrarán de manera destacada no sólo en edificación sino también en caminos e incluso en ferrocarriles.
- A pesar de las reformas y del importante (para la época) número de egresados como Arquitectos e ingenieros civiles para mediados de siglo aún cuando se presenta una pequeña reactivación de la labor constructiva, la misma será todavía muy incipiente. Es decir, el surgimiento de una política económica nacional, la conceptualización de las obras de interés público así como la introducción de estudios profesionales de ingeniería civil se producen antes de que la economía, en general, y, más específicamente, el sector constructivo y las obras públicas se desarrollen de manera importante en el país.
- Será hasta el crecimiento económico alcanzado posteriormente a la consolidación del Porfiriato cuando se presente un auge constructivo y de las obras públicas, al mismo tiempo que los ingenieros civiles adquirirán una mayor importancia tanto académica como profesionalmente.
- A partir de la segunda mitad, del siglo XIX, tanto en la academia como en las diversas obras que se realizaron se aprecia un proceso de incorporación de nuevos materiales y métodos constructivos, lo que se acelerará durante el Porfiriato.
- Varios de los profesores de las cátedras de ingeniería civil eran ingenieros que se desempeñaban no sólo en las principales obras que se estaban realizando sino que algunos

ocupaban importantes puestos en el gobierno, lo que junto con la realización de las prácticas finales en diversas obras, ofrecía a los alumnos tanto una sólida formación como una más fácil inserción en el medio laboral.

- A partir del estudio de la participación de ingenieros civiles (entre otros) durante el auge constructivo y de la obra pública porfiriana se aprecia que tuvieron un importante desempeño en las mismas, a pesar de que encontramos extranjeros no se presenta lo que podría considerarse un desplazamiento generalizado, ya que la mayoría de los constructores eran nacionales.
- A pesar del punto anterior, los ingenieros mexicanos, más específicamente las constructoras nacionales, si fueron desplazados por compañías extranjeras en la gran obra pública. Pero este desplazamiento no puede explicarse a partir de una incompetencia técnica ya que varias de las principales obras fueron, cuando no construidas, si proyectadas por ingenieros civiles mexicanos, lo que parece indicar una limitante mas de tipo empresarial pues las constructoras nacionales no contaban con la maquinaria ni con los recursos financieros para realizar las grandes obras que se proponían.
- Para cuando se da el auge constructivo y de la obra pública durante el Porfiriato, a pesar de que se tiene una política que busca impulsarlas, creando incluso una segunda secretaria (la SCOP), los requerimientos económicos de la gran obra pública llevan a que en la toma de decisiones adquieran una mayor importancia las cuestiones financieras así como la Secretaria de Hacienda. A la vez que repercuten en algunas de estas obras, así como en diversas áreas relacionadas con la industria de la construcción, los miembros del grupo financiero-burócrata, llegando a prevalecer en ciertas ocasiones criterios financieros o intereses particulares de este grupo sobre las cuestiones técnicas o de beneficio general.
- Aún cuando para la segunda mitad del siglo XIX se había definido una política de estado (más allá de las visiones regionales de principio de siglo) que conllevaba la búsqueda del beneficio general mediante las obras públicas, tanto en el régimen porfirista como en la realización de éstas, adquirirán injerencia los intereses del grupo financiero-burócrata quienes no sólo lograrán obtener una posición política importante sino también económica, vinculando ambas y, al mismo tiempo, el interés general con el suyo propio.

A pesar de los posibles aportes que pueda tener este trabajo obviamente es solamente un pequeño paso en el conocimiento de la historia de la ingeniería civil nacional, aún cuando la revisión documental ha sido amplia no puede considerarse en absoluto terminada. Por otro lado, a lo largo de la investigación surgieron diversas cuestiones muy atractivas para profundizar en ellas pero debido a la necesidad de acotar el presente trabajo no fue posible detenerse en ellas con el tiempo que merecerían dejando su análisis para estudios posteriores. Al mismo tiempo, el estudio de la ingeniería civil nacional nos ha llevado a confrontarnos con cuestiones que aunque influyen en aquella, van más allá de la misma, requiriendo adentrarse con mayor profundidad y conocimiento en factores políticos, económicos y sociales para su cabal entendimiento pero que obviamente van más allá de los límites de la presente investigación.

ANEXOS

ANEXO 1

SEGUIMIENTO HISTÓRICO DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE ARQUITECTURA E INGENIERO ARQUITECTO

ARQUITECTURA 1847	ARQUITECTO E INGENIERO CIVIL (INGENIERO ARQUITECTO) 1857	ARQUITECTURA 1867	INGENIERO ARQUITECTO 1869
PRIMER AÑO	PRIMER AÑO		
Aritmética Algebra Geometría Dibujo al natural	Trigonometría Geometría analítica Física Dibujo y explicación de los órdenes clásicos. Ornato arquitectónico	Geometría descriptiva aplicada Geología y mineralogía aplicadas a los materiales de construcción Copia de toda clase de monumentos Mecánica aplicada a las construcciones	Geometría analítica Algebra superior Cálculo infinitesimal Geometría descriptiva Topografía
SEGUNDO AÑO	SEGUNDO AÑO	Estática de las construcciones	Dibujo topografico
Analítica [geometría] Cálculo diferencial e integral Dibujo de arquitectura	Secciones cónicas Cálculo diferencial e integral Copia de monumentos de todos los estilos Química inorgánica	Estática de los bóvedas y teoría de las construcciones Arte de proyectar Dibujo de Máquinas	Mecánica analítica y aplicada Estereotomía Capintería Dibujo arquitectónico
TERCER AÑO	TERCER AÑO	Estética de las Bellas Artes	Conocimiento de los materiales de construcción
Mecánica Geometría descriptiva Dibujo de arquitectura	Mecánica racional Geometría descriptiva Composición y combinación de las partes de un edificio con detalles de su construcción Elementos de geología y mineralogía Topografía	e Historia de la arquitectura Conocimiento de instrumentos topográficos y sus aplicaciones a la práctica Arquitectura legal	Mecánica de las construcciones Composición Estética, Bellas Artes y monumentos
CUARTO AÑO	CUARTO AÑO		Arquitectura legal Presupuestos y avalúos
Estereotomía Mecánica de las construcciones y construcción práctica Composición de arquitectura	Aplicaciones de la geometría descriptiva Teoría estática de las construcciones Arte de proyectar Dibujo de Máquinas	<i>Ley Orgánica de Instrucción Pública en el D.F. expedida el 2 de diciembre y publicada el sábado 7 de diciembre de 1867 en el Diario Oficial del Supremo Gobierno de la República.</i>	Díaz y de Ovando, tomo III, <i>op. cit.</i> , pp. 2566-2568.
Álvarez, 1906, <i>op. cit.</i> , p. 6.	QUINTO AÑO		
	Mecánica aplicada Teoría de las construcciones y estática de las bóvedas Composición de los edificios Estética de las Bellas Artes e historia de la arquitectura Instrumentos geodésicos y su aplicación		
	SEXTO AÑO		
	Construcción de caminos comunes y de fierro Construcción de puentes, canales y demás obras hidráulicas Arquitectura legal		
	SÉPTIMO AÑO		
	Práctica con un ingeniero arquitecto titulado Al terminar se debía acompañar el examen profesional con dos proyectos: uno de un ferrocarril y otro de un puente.		

ARQUITECTURA 1877	ARQUITECTURA 1892	ARQUITECTURA 1897												
Cursaran en Bellas Artes:	Cursos profesionales:	Cuatro años de dibujo y de acuarela que deberán hacerse antes de concluir la preparatoria												
Geometría descriptiva Elementos de mineralogía y geología con una clasificación y análisis químico de los materiales de construcción empleados en la capital Mecánica racional y aplicada Estereotomía Construcción práctica Arquitectura legal Ordenes clásicos Historia de las Bellas artes Un año de estudio sobre la escultura Ejercicios variados de dibujo.	Mecánica racional Mecánica aplicada Dibujo lineal Álgebra superior Cálculo Geometría descriptiva Estereotomía Geología Mineralogía Topografía Carpintería Construcción práctica Avalúos Ordenes clásicos Copia de Monumentos	<p style="text-align: center;">QUINTO AÑO</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Matemáticas superiores</td> <td rowspan="4" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td>Nociones de trigonometría esférica</td> </tr> <tr> <td>Geometría descriptiva</td> <td>Geometría analítica</td> </tr> <tr> <td>Ornato modelado</td> <td>Álgebra superior</td> </tr> <tr> <td>Curso general teórico-práctico de órdenes clásicos y copia de monumentos de la antigüedad</td> <td>Cálculo diferencial e integral</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Curso teórico-práctico de Ornamentación correspondiente a los estilos egipcio, griego y romano</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">SEXTO AÑO</p> <p>Mecánica analítica Estereotomía Curso general teórico-práctico de copia de monumentos de la Edad Media y detallado de construcciones moderna Curso teórico-práctico de Ornamentación correspondiente a los estilos latino, morisco, bizantino, románico y ojival Estudio de rocas y conocimiento práctico de materiales de construcción, particularmente del país.</p> <p style="text-align: center;">SÉPTIMO AÑO</p> <p>Mecánica aplicada a las construcciones Carpintería y estructuras de hierro Historia de las Bellas Artes Curso general teórico-práctico de copia de monumentos del Renacimiento y detallado de construcciones modernas Curso teórico-práctico de ornamentación correspondiente a los estilos del Renacimiento.</p> <p style="text-align: center;">OCTAVO AÑO</p> <p>Construcción práctica y estática gráfica Clase teórico-práctica de composición y concurso de composición Práctica en las obras</p> <p style="text-align: center;">NOVENO AÑO</p> <p>Topografía Presupuestos, avalúos y arquitectura legal y sanitaria. Contabilidad y administración de obras. Clase teórico-práctica de composición Práctica en las obras</p>	Matemáticas superiores	}	Nociones de trigonometría esférica	Geometría descriptiva	Geometría analítica	Ornato modelado	Álgebra superior	Curso general teórico-práctico de órdenes clásicos y copia de monumentos de la antigüedad	Cálculo diferencial e integral	Curso teórico-práctico de Ornamentación correspondiente a los estilos egipcio, griego y romano		
Matemáticas superiores	}	Nociones de trigonometría esférica												
Geometría descriptiva		Geometría analítica												
Ornato modelado		Álgebra superior												
Curso general teórico-práctico de órdenes clásicos y copia de monumentos de la antigüedad		Cálculo diferencial e integral												
Curso teórico-práctico de Ornamentación correspondiente a los estilos egipcio, griego y romano														
<i>Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos</i> Jueves 8 de febrero de 1877	Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 73, exp. 8147.													
		1893												
		Se retoma el plan de estudios de 1869 de ingeniero arquitecto.												

AHUNAM. ENI. Dirección. Correspondencia.
Caja 3. Exp. 19.

ANEXO 2

SEGUIMIENTO HISTÓRICO DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE INGENIERO CIVIL E INGENIERO DE CAMINOS

INGENIERO CIVIL 1867	INGENIERO CIVIL 1868	INGENIERO CIVIL 1869
	PRIMER AÑO	PRIMER AÑO
Mecánica aplicada a las construcciones Estudio especial de los materiales de construcción Dibujo arquitectónico que comprenda todos los estilos Composición de edificios Historia de la arquitectura Caminos comunes y de hierro Construcción de puentes y canales Práctica	Geometría analítica Álgebra superior y cálculo infinitesimal Geometría descriptiva Topografía Teoría y práctica del dibujo topográfico Hidráulica	Matemáticas superiores } Geometría analítica } Álgebra superior y cálculo. } Infinit. } Geometría descriptiva Topografía Dibujo topográfico
	SEGUNDO AÑO	SEGUNDO AÑO.
<i>Ley orgánica de Instrucción Pública en el D.F.</i> <i>Diario Oficial del 7 de diciembre de 1867</i>	Mecánica analítica y aplicada Estereotomía Dibujo arquitectónico Conocimiento de los materiales de construcción y de los terrenos en que deban establecerse las obras	Mecánica analítica y aplicada Estereotomía Dibujo arquitectónico
	TERCER AÑO	TERCER AÑO
	Mecánica de las construcciones Carpintería de edificios Caminos comunes y de hierro Composición	Mecánica de las construcciones Carpintería de edificios Caminos comunes y de hierro Conocimiento de los materiales de construcción y de los terrenos en que deban establecerse las obras
	CUARTO AÑO	CUARTO AÑO
	Puentes, canales y obras en los puertos Composición e historia de la arquitectura Prácticas en obras públicas, comisiones científicas y en empresas ferrocarrileras	Puentes, canales y obras en los puertos Composición

Reglamento de la ley orgánica de instrucción pública del D.F.
El Monitor Republicano. 1° de febrero de 1868.

AHUNAM. ENI. Académico.
 Planes y programas de estudio, cursos, caja 19, exp. 2.

INGENIERO DE CAMINOS, PUERTOS Y CANALES 1883	INGENIERO CIVIL 1897	INGENIERO CIVIL 1902
PRIMER AÑO	PRIMER AÑO	PRIMER AÑO
Geometría analítica y cálculo infinitesimal Algebra superior Geometría descriptiva Topografía e hidromensura Dibujo topográfico Practica de Topografía e hidromensura	Matemáticas superiores Geometría descriptiva Legislación de tierras y aguas Dibujo topográfico y arquitectónico Hidrografía y meteorología	Matemáticas superiores Geometría descriptiva Topografía é Hidrografía Dibujo topográfico Dibujo Arquitectónico Práctica de topografía
SEGUNDO AÑO.	SEGUNDO AÑO.	SEGUNDO AÑO.
Mecánica analítica y aplicada Estereotomía y carpintería Dibujo arquitectónico Hidrografía y Meteorología Practica de estereotomía y carpintería y Meteorología Despues de los exámenes practica de mecánica	Mecánica analítica Estereotomía Capintería y estructuras de hierro Dibujo topográfico y arquitectónico Física matemática	Primer curso de Mecánica (Mecánica analítica) Estructuras de hierro, estereotomía y carpintería Dibujo arquitectónico Dibujo topográfico Física matemática
TERCER AÑO	TERCER AÑO	TERCER AÑO.
Teoría mecánica d las construcciones y construcción práctica Conocimiento de materiales de construcción Dibujo de máquinas y arquitectónico Durante el año práctica de construcciones Después d los exámenes practica d conocimiento d materiales	Mecánica general aplicada Estabilidad d las construcciones Hidráulica e ingeniería sanitaria Dibujo de máquinas y arquitectónico	Segundo curso de Mecánica (Mecánica aplicada) Estabilidad d las construcciones (Métodos analíticos y gráficos) Hidráulica y sus aplicaciones Procedimientos de const., conocimiento y resist. d materiales Dibujo arquitectónico
CUARTO AÑO	CUARTO AÑO	CUARTO AÑO
Puentes, canales y obras en los puertos Composición Caminos comunes y ferrocarriles Después durante un año practica en caminos comunes, ferrocarriles, canales u obras en los puertos	Vías de comunicación fluviales y obras hidraulicas de toda especie Vías de comunicación terrestres Dibujo de Composición Economía política Practica durante dos meses de topografía estereotomía, capintería y estructuras de hierro, construcciones civiles, mecánica general aplicada Asistencia a la clase de aplicaciones de la electricidad (transporte de fuerza y a la tracción)	Dibujo de máquinas Práctica de mecánica aplicada Cursos de ingeniería civil: Ferrocarriles Carreteras Puentes Al final un año de prácticas

AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 8, exp. 29.

AHUNAM. ENI. Asuntos escolares.
Sociedades y asociaciones, caja 33, exp. 2.

Diario oficial del supremo gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Lunes 13 de enero de 1902. pp.1-4.
AHUNAM. ENI .Académico. Planes y programas de estudio. Cursos.
Caja 20, exp. 23 y caja 21, exp. 30.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, Manuel Francisco. *El Dr. Cavallari y la carrera de ingeniero civil en México*. A. Carranza y Comp. Impresores México, 1906.

Álvarez, Manuel Francisco. *Recuerdo histórico de la Asociación de ingenieros y arquitectos*, México, 1918.

Álvarez, Manuel Francisco. *Algunos datos sobre cimentación y piso de la cd. De México y nivel del lago de Texcoco a través de los siglos*. Talleres Tipográficos de José Balleca. México, 1919.

Arce Gurza, Francisco *et al.* *Historia de las profesiones en México*. COLMEX. 1982.

Ayala, Beatriz, y Graciela Herrera. *Ingenieros en la Independencia y la Revolución*. SEFI, UNAM, México, 1987.

Azuela, Luz Fernanda. “Francisco Díaz Covarrubias y la ingeniería en México en el siglo XIX.” En Rodríguez-Sala (coord.) *Del estamento ocupacional a la comunidad científica: astrónomos-arsrtólogos e ingenieros (siglos XVII al XIX)*. UNAM, México, 2004.

Azuela, Luz Fernanda. *De las minas al laboratorio. La demarcación de la geología en la ENI (1795-1895)*. UNAM, México, 2005.

Báez Macias Eduardo. *Guía del archivo de la Antigua Academia de San Carlos*. Varios tomos. Instituto de Investigaciones Estéticas. UNAM.

Bargallo, Modesto. “La metalurgia en México. Bosquejo histórico.” en *Anales de la Sociedad Mexicana de historia de la Ciencia y de la Tecnología*. México, D.F. No. 3. 1972.

Baz, Gustavo y Eduardo Gallo. *Historia del ferrocarril mexicano*. Edición facsimilar de la primigenia de 1874. Ed. Cosmos, México, 1977.

Bazant, Mílada. *Historia de la educación durante el Porfiriato*. COLMEX. México, 2000.

Bellingeri, Marco e Isabel Gil Sánchez. “Las estructuras agrarias bajo el Porfiriato” en Ciro Cardoso (coord.) *México en el siglo XIX, 1821-1910*. Nueva Imagen, México, 1992.

Bonilla Galindo, Isabel. “Un ingeniero mexicano. La obra de Santiago Méndez” en *Mirada ferroviaria*. Núm. 7, enero-abril de 2009.

Bracamontes, Luis. “Ingeniería civil y obras públicas en México” En *Anales la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología*. México. No. 3, 1972.

- Cassinello Pérez, Fernando. *Construcción. Hormigonería*. Reverté. España, 1996.
- Castillo, Carlos Martín del (coord.), *La Construcción de un país: Historia de la Ingeniería Civil Mexicana*, CICM, IPN, México, 2007.
- Connolly, Priscilla. *El contratista de don Porfirio: obras públicas, deuda y desarrollo desigual*. FCE. El Colegio de Michoacán. México, 1997.
- Cosío Villegas, Daniel. *La Constitución de 1857 y sus críticos*. FCE. México, 1973.
- Díaz, Lilia. “El liberalismo militante”. En *Historia General de México*. COLMEX. México, 1981.
- Díaz y de Ovando, Clementina. *Los veneros de la ciencia mexicana. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*. Tomos I, II y III. Fac. de ingeniería. UNAM. México, 1998.
- Dublan, Manuel y José María Lozano. *Legislación Mexicana. Colección completa de las disposiciones legislativas*. Tomo II. Disco compacto. Suprema Corte de Justicia de la Nación. COLMEX: Escuela Libre de Derecho. México, 2004.
- Flores Bustamante, José Humberto. *Homenaje de la Asociación del Heroico Colegio Militar a Los Directores del H. Colegio Militar de México*. México, 1999.
- Garay, Adrián. *Juicio sobre las obras del desagüe del Valle de México*. Imprenta Mundial, México, 1930.
- Garibay, Roberto. *Breve historia de la Academia de San Carlos y de la Escuela Nacional de Artes Plásticas*. UNAM, México, 1990.
- González de Cosío, Francisco. *Historia de las obras públicas en México*. Tomo I, III y IV. SCT. México, 1999.
- González, Luis “El liberalismo triunfante” en *Historia General de México*, COLMEX. Tomo II. México, 1981.
- González Pedrero, Enrique. *País de un solo hombre: El México de Santa Anna, vol. II*. FCE, México. 2003.
- Gresham Chapman, John. *La construcción del Ferrocarril Mexicano. 1837-1880*. SepSetentas, México, 1975.
- Guerra, François-Xavier. *México: del Antiguo Régimen a la Revolución*. FCE. México. Tomo I, 1988, y tomo II, 1995.

Jiménez Muñoz, Jorge H. *La traza del poder. Historia de la política y los negocios urbanos en el Distrito Federal de sus orígenes a la desaparición del Ayuntamiento (1824-1928)*. Ed. Dédalo, México, 1993.

Juan Victoria, Carlos Juan y Salvador Velázquez Ramírez. “El Estado y las políticas económicas en el Porfiriato” en Ciro Cardoso (coord.) *México en el siglo XIX, 1821-1910*. Nueva Imagen, México, 1992.

Katz, Friedrich. *Ensayos mexicanos*. Ed. Alianza, México, 1994.

Katzman, Israel. *Arquitectura del siglo XIX en México*. Ed. Trillas, 1ª edición, 1973. 2ª ed. México, 1993.

Kuntz Ficker, Sandra. *Empresa extranjera y mercado interno. El ferrocarril Central Mexicano 1880-1907*. COLMEX. México, 1995.

León López, Enrique G. *La ingeniería en México*. Sep setentas. México, 1974.

Mansilla Menéndez, Elizabeth. *Aspectos económicos y política de desarrollo de las obras públicas en la ciudad de México durante el Porfiriato: El caso de la obra hidráulica*. Tesis de licenciatura en Economía. Acatlan. UNAM. México. 1990.

Marroquín y Rivera, Manuel. *Proyecto de abastecimiento y distribución de aguas potables para la Ciudad de México. Presentado al Honorable Ayuntamiento de la misma*. Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, México, 1901.

Moles Batllell, Alberto *et al.* *La enseñanza de la ingeniería mexicana, 1792-1990*. SEFI. México, 1991.

Morales María Dolores. Francisco Somera y el primer fraccionamiento de la Ciudad de México. 1840-1889. En Ciro F. S. Cardoso (coord.) *Formación y desarrollo de la burguesía en México*. Ed. Siglo XXI. México, 1978.

Morales, María Dolores y María Gayón Córdova. “Casas y viviendas de la Ciudad de México. Espejos de las transformaciones urbanas 1848-1882.” *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Vol. VII, núm. 146 (016), 1º de agosto de 2003. Universidad de Barcelona.

Narváez, Miriam. *Catalogo del fondo de la Escuela Nacional de Ingeniería*. UNAM. México, 1985.

Orozco y Berra, Manuel. *Apuntes para la historia de la geografía en México*. Ed. Arda. México, 1993.

- Pacheco, Carlos. *Memoria presentada al Congreso de la Unión por el Secretario de Estado y del despacho de fomento, colonización industria y comercio*. De enero de 1883 a junio de 1885. Tomo III. México. Oficina tipográfica de la Secretaria De Fomento. 1887.
- Palavicini, Felix F. *México Historia de su evolución constructiva*. Tomo II. Ed. Libro, México, 1945.
- Perló Cohen, Manuel. *El paradigma porfiriano. Historia del desagüe del Valle de México*. Porrúa. IIS. UNAM. México. 1999.
- Ramírez, Santiago. *Datos para la historia del Colegio de Minería*. SEFI. UNAM, México, 1982.
- Ramos Lara, María de la Paz. *Historia de la física en México en el siglo XIX: Los casos del Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros*. Tesis doctorado. México, 1996.
- Ramos Lara, María de la Paz. “La mecánica Clásica y su enseñanza en el Colegio de Minería (1800-1867).” En *Contactos* # 37, julio-septiembre 2000.
- Ramos Lara, María de la Paz. *Formación de ingenieros en el México de siglo XIX*. UNAM. UAS. México, 2007.
- Riguzzi, Paolo. “Los caminos del atraso: Tecnología, instituciones e inversión en los ferrocarriles mexicanos, 1850-1900.” En Sandra Kutz y Riguzzi (coord.) *Ferrocarriles y vida económica en México, 1850-1950*. El Colegio Mexiquense. México. 1996.
- Riva Palacio, Vicente. *Memoria presentada al Congreso de la Unión por el secretario de Estado y del despacho de Fomento, Colonización, Industria y Comercio de la República Mexicana*. Imprenta de Francisco Díaz de León, México, 1877.
- Rivera, Agustín. *Anales mexicanos: la Reforma y el Segundo Imperio*. UNAM, México, 1994.
- Rodríguez Kuri, Ariel. *La experiencia olvidada. El ayuntamiento de México: política y gobierno, 1876-1912*. COLMEX. UAM Azcapotzalco. México, 1996.
- Safford, Frank. *The ideal of the practical. Colombia's struggle to form a technical elite*. University of Texas Press. 1976.
- Sánchez Arreola, Flora Elena. *Catalogo del Archivo de la ENBA*. UNAM. IIE. 1998.
- Sánchez Lamego, Miguel A. *El Origen de los Ingenieros Militares en el Mundo y en México*. Imp. Y Fotolitografía “Offset Vera” México, 1949.
- Sánchez Lamego, Miguel A. *Generales de ingenieros del ejército mexicano 1821-1914*. México 1952.

- Sánchez Mejorada de Gil, Alicia. *La Columna de la Independencia*. Ed. Jilguero, México, 1990.
- Siliceo, Manuel. “Memoria de la Secretaría de Estado y del Despacho de Fomento, Colonización, Industria y Comercio de la República Mexicana.” En *Obras públicas en México. Documentos para su historia. IV.- Caminos de la República a la época de la Reforma. Años de 1855-1857*. México. Edición de la Secretaría de Obras Públicas. 1976.
- Staples, Anne. “La constitución del estado nacional.” En Arce Gurza, Francisco *et al. Historia de las profesiones en México*. COLMEX, 1982.
- Talavera, Abraham. *Liberalismo y Educación*. Tomo I y II. SepSetentas, México, 1973.
- Tamayo, Jorge L. *Breve reseña de la Escuela Nacional de Ingeniería*. La Esfera, México, 1958.
- Tamayo, Jorge L. “La ingeniería hidráulica en México.” en *Anales la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología*. México. No. 3, 1972.
- Tamayo Pérez, Luz María. “José Salazar Ilarregui y la Comisión de Límites Mexicana” en Rodríguez-Sala (coord.) *Del estamento ocupacional a la comunidad científica: astrónomos-asrtólogos e ingenieros (siglos XVII al XIX)*. UNAM, México, 2004.
- Téllez Pizarro, Adrián. *Apuntes acerca de los cimientos de los edificios en la Ciudad de México*. Imprenta del Gobierno Federal, México, 1990.
- Urías Hermosillo, Margarita. “Manuel Escandón: de las diligencias al ferrocarril. 1833-1862.” En Ciro F. S. Cardoso (coord.) *Formación y desarrollo de la burguesía en México*. Ed. Siglo XXI. México, 1978.
- Valadés, José C. *El Porfirismo. Historia de un régimen*, tomo III, El crecimiento II. UNAM. México, 1987.
- Valle-Arizpe, Artemio del. *La muy noble y leal Ciudad de México según los relatos de sus cronistas. México*. Ed. Lectorum, México, 2004.
- Vázquez, Josefina Zoraida. “Los primeros Tropiezos” en *Historia General de México*. COLMEX. México, 1981.
- Zea, Leopoldo. *El positivismo en México. Nacimiento, apogeo y decadencia*. FCE. México, 1968.
- Zoraida Vázquez, Josefina. “De la difícil constitución de un Estado: México, 1821-1854. En Zoraida Vázquez (coord.) *La fundación del Estado Mexicano, 1821-1855*. Nueva imagen, México, 1997.

OTRAS REFERENCIAS

Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México. Varios años.

Diccionario Porrúa. Historia, geografía y geografía de México. Ed. Porrúa. México, 1986.

Diccionario Porrúa. Historia, geografía y geografía de México. Ed. Porrúa. México, 1995.

Estadísticas Económicas del Porfiriato. Fuerza de trabajo y actividad económica por sector. COLMEX, México, 1960.

Estadísticas sociales del Porfiriato. 1877-1910. Secretaría de Economía. Dirección General de Estadística. Talleres Gráficos de la Nación. México. 1956.

Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos. UNAM. FCE. México, vol. II, tomo II, 2001, vol. II, tomo III, 2004, y vol. III, tomo II, 1998.

Historia de los caminos de México, tomo II. Siglo XIX. Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos. México, 1944.

La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia. CICM. México, 1996.

La Universidad de México 1910. UNAM. México. 1990.

“Profesantes que han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941.” En *Revista Ingeniería.* Número extraordinario. Enero 1942.